

A aplicação da análise envoltória de dados para avaliação de eficiência de cursos de graduação: uma revisão sistemática

The application of data envelopment analysis to evaluate the efficiency of undergraduate courses: a systematic review

DOI:10.34117/bjdv7n7-223

Recebimento dos originais: 07/06/2021

Aceitação para publicação: 09/07/2021

Miguel Paiva Teixeira

Mestrando em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Amazonas (UFAM)

Instituição: Universidade Federal do Amazonas (UFAM)

Endereço: Av. Rodrigo Otávio n.º 6.200, Campus Universitário Senador Arthur Virgílio Filho, Coroadó – Manaus-AM, CEP 69.077-000 (End. Institucional)

E-mail: miguel_paiva@ufam.edu.br

Márcio Antônio Couto Ferreira

Doutor em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia pela Universidade Federal do Amazonas (UFAM)

Instituição: Universidade Federal do Amazonas (UFAM)

Endereço: Av. Rodrigo Otávio n.º 6.200, Campus Universitário Senador Arthur Virgílio Filho, Coroadó – Manaus-AM, CEP 69.077-000 (End. Institucional)

E-mail: marciocout@yahoo.com.br

Lucas Vitor de Carvalho Sousa

Doutor em Economia pela Universidade de Brasília (UnB)

Instituição: Universidade Federal do Amazonas (UFAM)

Endereço: Av. Rodrigo Otávio n.º 6.200, Campus Universitário Senador Arthur Virgílio Filho, Coroadó – Manaus-AM, CEP 69.077-000 (End. Institucional)

E-mail: lucasvitor.cs@gmail.com

Frederick Fagundes Alves

Doutor em Economia Aplicada pela Universidade Federal de Viçosa (UFV)

Instituição: Universidade Federal do Amazonas (UFAM)

Endereço: Av. Rodrigo Otávio n.º 6.200, Campus Universitário Senador Arthur Virgílio Filho, Coroadó – Manaus-AM, CEP 69.077-000 (End. Institucional)

E-mail: frederick@ufam.edu.br

RESUMO

A avaliação de desempenho nas Instituições de Federais de Ensino Superior (IFES) está cada vez mais importante para sua manutenção e funcionamento, seja para manter a qualidade de Ensino, Pesquisa e Extensão por estas oferecidas, ou até mesmo para o aumento de vagas e o atendimento da demanda da comunidade, tendo em vista os atuais cortes de orçamento pelas instituições governamentais. Como avaliar a eficiência institucional, com as mais variadas especificidades de cursos de determinada IFES? O

objetivo desta pesquisa consiste em identificar por meio da revisão sistemática do tema e como associar os múltiplos indicadores das IFES. A Análise Envoltória de Dados (DEA) é a metodologia que melhor se adequa à análise da eficiência da IFES a partir de multicritérios de insumos e resultados. Foi realizada uma revisão sistemática, descritiva e exploratória da aplicação da DEA em ambientes das IFES. A busca de artigos foi realizada através das bases de dados do Periódicos CAPES, utilizando os seguintes descritores: “Data Envelopment Analysis” e “educational institutions”. Foram selecionados 143 artigos nos idiomas Inglês e Português. Porém, após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, apenas 15 artigos foram incluídos na amostra final. Os artigos selecionados foram publicados entre os anos de 2016 e 2021. Analisando o conjunto de pesquisas, verifica-se que a DEA apresenta uma boa avaliação de eficiência ao possibilitar a criação de modelos combinando os múltiplos indicadores selecionados, conforme a necessidade de cada tomador de decisão da instituição.

Palavras-chaves: avaliação de desempenho, eficiência, análise envoltória de dados.

ABSTRACT

The evaluation of performance in Federal Institutions of Higher Education (IFES) is increasingly important for its maintenance and operation, whether to maintain the quality of Teaching, Research and Extension offered by them, or even for the increase of vacancies and the meeting the demand of the community, in view of the current budget cuts by government institutions. How to assess institutional efficiency, with the most varied specificities of courses of a given IFES? The objective of this research is to identify, through a systematic review of the theme and how to associate the multiple indicators of the IFES. Data Envelopment Analysis (DEA) is the methodology that best suits the analysis of IFES' efficiency based on multi-criteria of inputs and results. A systematic, descriptive and exploratory review of the application of DEA in IFES environments was carried out. The search for articles was performed using the CAPES Journals databases, using the following descriptors: “Data Envelopment Analysis” and “educational institutions”. 143 articles were selected in English and Portuguese. However, after applying the inclusion and exclusion criteria, only 15 articles were included in the final sample. The selected articles were published between the years 2016 and 2021. Analyzing the set of researches, it appears that the DEA presents a good evaluation of efficiency, as it allows the creation of models combining the multiple selected indicators, according to the needs of each decision-maker of the institution.

keywords: performance evaluation, efficiency, data envelopment analysis.

1 INTRODUÇÃO

Os processos que envolvem a avaliação institucional estão sendo cada vez mais discutidos pelas Instituições Federais de Ensino Superior (IFES) e analisados com maior amplitude em virtude das diversas possibilidades de organização, aplicação de princípios e práticas da gestão organizacional. As instituições procuram a melhor forma de medir o desempenho e eficiência dos seus respectivos cursos, para assim justificar e buscar novos recursos junto aos órgãos superiores para seu desenvolvimento e manutenção.

Devido sua autonomia as IFES ficam responsáveis pela sua própria organização de forma a atender os requisitos mínimos definidos pelo Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior (SINAES), em conformidade aos critérios protocolados pelo Ministério da Educação (MEC) para funcionamento dos cursos de ensino superior no Brasil.

Em meados de 2007 houve uma grande expansão do ensino superior no país, com a criação do Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais - REUNI, que possibilitou o aumento significativo da infraestrutura das universidades federais brasileiras em conjunto com a ampliação de vagas nos cursos de graduação destas. O grande desafio após esta evolução é lidar com as consequências do aumento do número de alunos, técnico-administrativos e professores; ao mesmo tempo com a redução dos orçamentos e problemas para manutenção de infraestrutura das instituições que, muitas das vezes, não foram adequadas para receber esse número expressivo de pessoas integradas à comunidade acadêmica; e, conseqüentemente acarretando em baixa qualidade da formação do corpo discente (TAVARES, 2017).

O SINAES define os critérios de avaliação institucional, tanto para autorização quanto para reconhecimento e renovação do seu funcionamento. Grande parte das instituições possuem uma variação no desempenho entre suas unidades acadêmicas, algumas unidades com cursos muito bem avaliados enquanto outros chegam a serem notificados pelo baixo rendimento acadêmico dos discentes nas avaliações de desempenho aplicadas pelos órgãos superiores.

No entanto a alta administração das IFES usualmente constata que apesar dos esforços na manutenção dos cursos para que atendam os requisitos necessários para seu funcionamento, existe o desnivelamento entre os cursos da instituição e não se tem um mecanismo de avaliação eficiente que monitore a situação dos cursos e unidades acadêmicas. A grande maioria das instituições agem somente de forma reativa, após a avaliação de desempenho aplicada pelos órgãos reguladores.

A pergunta que orienta esta pesquisa é formulada da seguinte maneira: É possível avaliar a eficiência institucional, com as mais variadas especificidades de cursos de determinada IFES?

A avaliação institucional constitui-se em uma prática necessária no campo das políticas universitárias, tendo entre seus propósitos a melhoria da qualidade do processo de ensino e aprendizagem, o avanço da gestão universitária e da prestação de contas à

comunidade, que por meio dos impostos é a grande custeadora de tais serviços (CARVALHO, 2018). Manter os cursos em funcionamento com qualidade é a forma de retorno da instituição para com a comunidade.

As ações que envolvem a avaliação institucional estão em constante evolução, em especial no que se refere aos aspectos pedagógicos, administrativos, estruturais e financeiros, tanto das IFES quanto dos sistemas de ensino aos quais estão vinculadas. Assim, destaca-se a necessidade de constantes reflexões e revisões sobre os processos avaliativos desenvolvidos, de modo que esses possam revelar a dimensão das demandas e ajustes necessários ao pleno desenvolvimento da educação superior (CARVALHO, 2018).

Marinho (2018) acredita que os critérios proposto pelo SINAES não trata a avaliação apenas quantitativa, mas adota caráter sistêmico, transversal e sistematizado. Não trata apenas a soma de resultados, o acúmulo de dados ou mensuração mecânica, mas sim sua interpretação.

O discurso e a prática corrente abordam indicadores como uma das ferramentas apropriadas para orientar a avaliação de desempenho para que a instituição identifique os pontos fortes e fracos que lhe auxiliarão na tomada de decisão. Sob essa premissa, vários trabalhos têm se dedicado a essa propositura apresentando critérios diferenciados de avaliação dentro dos eixos abordados pelo SINAES (SOLIMAN et al., 2017).

Ao avaliar a taxa de eficiência será possível desenvolver a instituição como um todo e não somente determinados cursos, poderá ser discutido pelos gestores a melhor abordagem para que seus cursos atendam critérios de eficiência institucionais. Portanto, a construção de um sistema de indicadores para a organização é uma ferramenta importante para mapear e direcionar os gestores, colaborando para o desenvolvimento institucional.

A pesquisa propõe o estudo de formas e critérios de avaliação do conjunto de unidades acadêmicas e cursos de determinada instituição, para que esta possa verificar e tratar suas deficiências constantemente, e assim manter a excelência da instituição de forma nivelada.

Tavares (2017) afirma que a aplicação da DEA no contexto das instituições de ensino superior apresenta grande vantagem em relação aos demais métodos avaliativos, visto que pode demonstrar a eficiência destas com base em múltiplos pontos de vista, dadas as possibilidades de multiplicidade de recursos e produtos empregados por elas.

A Análise Envoltória de Dados (*Data Envelopment Analysis*) é uma ferramenta amplamente empregada nas áreas da Engenharia de Produção, Contabilidade, Economia, entre outras; consiste em uma técnica multivariada não paramétrica que analisa a produtividade (ou eficiência) de Unidades Tomadoras de Decisão (*Decision Making Unit* - DMUs). Com base em suas melhores práticas e por meio desta comparação, a análise nos fornece dados quantitativos sobre possíveis direções que as unidades ineficientes poderão tomar a fim de melhorar o seu desempenho comparativo (MELO, 2019).

Para tanto, o autor complementa que se deve observar as premissas para a correta aplicação desta análise, que são: o conjunto das DMUs deve ser homogêneo, isto é, funcionarem de forma semelhante; e, possuir os mesmos indicadores de entrada (*inputs*) e de saída (*outputs*). Como produto da DEA tem-se a curva de eficiência (ou de máxima produtividade), considerando a relação ótima entrada/saída.

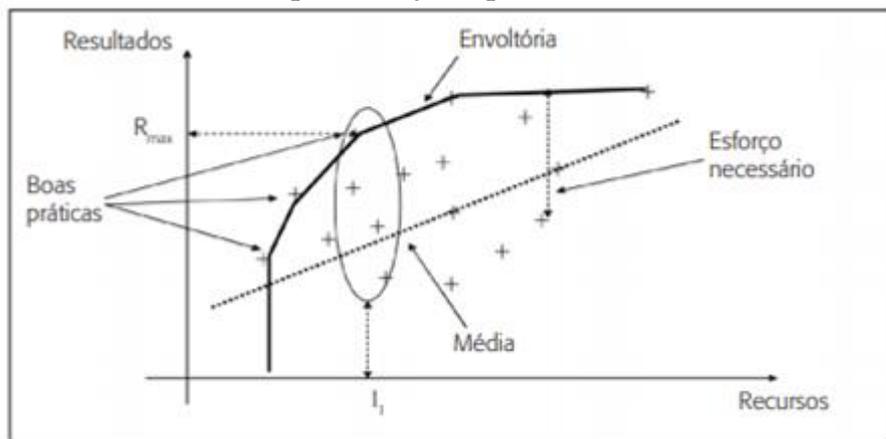
Desta forma, Zirolto et al. (2019) e Casado (2007) conceituam a DEA como um método não paramétrico de programação matemática, que visa estimar fronteiras de produção das melhores práticas, empregando processos tecnológicos semelhantes para transformar múltiplos insumos em múltiplos produtos. E ainda explicita que tais fronteiras são empregadas para avaliar a eficiência relativa de diferentes entidades, servindo, também, como referência para o estabelecimento de metas eficientes para cada unidade produtiva.

Lins e Meza (2000), assim como Faria et al. (2008) e Santos et al. (2015), complementam que este modelo desenvolvido estendia o enfoque da medida de eficiência de engenharia, antes limitados a apenas *output* em relação a *input*, para múltiplos-inputs em relação a múltiplos-inputs. A DEA determina as fronteiras de produção, ou seja, sem suposições no que diz respeito à forma da função que define a fronteira de produção. Esta fronteira de produção ou tecnologia é definida como a máxima quantidade de *outputs* (resultados) que pode ser obtida, tendo em vista os *inputs* (recursos) utilizados num determinado processo de produção, conforme ilustra a Figura 1.

Desta forma é possível mapear o esforço necessário para que se atinjam as metas (médias) determinadas pela instituição, podendo ser associadas às boas práticas também já identificadas pelas DMUs que apresentam bons resultados.

Os modelos básicos mais utilizados são o CCR, criado por Charnes, Cooper e Rhodes em 1978, e o BCC de Banker, Charnes e Cooper em 1984, sendo que ambos podem ser aplicados para análises orientadas aos insumos ou aos produtos (SOLIMAN et al., 2017).

Figura 1 - Esquema geral da DEA



Fonte: Lins e Meza (2000).

O modelo CCR considera que os retornos são constantes de escala, de forma que um incremento nos insumos produzirá uma variação proporcional nos produtos, por isso também é denominado *Constant Return to Scale* (CRS), assim quando se dobra os insumos a produção também dobra (SOLIMAN et al., 2017; LEAL et al., 2019).

O modelo BCC pressupõe a existência de retorno não constantes de escala, quando as DMUs operam com baixos níveis de *inputs* o retorno será crescente, porém quando operam com altos níveis de *inputs* o retorno será decrescente, sem proporcionalidade entre eles; este modelo é também conhecido como *Variable Return to Scale* (VRS) (SOLIMAN et al., 2017; LEAL et al., 2019).

Soliman et al. (2017) corrobora que no setor educacional, o modelo mais indicado é o CCR orientado para produtos, pois busca produzir melhores resultados utilizando os recursos já disponíveis, e não, diretamente, a produção dos mesmos resultados com custo mínimo.

Assim, as premissas da DEA são totalmente satisfeitas quando selecionamos as unidades acadêmicas de uma determinada IFES como DMUs e conseguimos encontrar indicadores semelhantes de entrada e saída destas, visto que o trabalho final produzido em todas as unidades sempre estará compreendido entre as áreas de ensino, pesquisa ou extensão. Portanto, este modelo conseguirá identificar quais unidades compõem a curva de máxima produtividade e quais unidades necessitam melhorar para conseguir tangenciar resultados mais eficientes.

2 METODOLOGIA

Este trabalho é caracterizado como uma pesquisa qualitativa quanto à abordagem, segundo Minayo (2001) a pesquisa qualitativa trabalha com um universo de significados,

motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes, o que corresponde a um espaço mais profundo das relações, dos processos e dos fenômenos que não podem ser reduzidos à operacionalização de variáveis.

Quanto aos fins será aplicada uma metodologia descritiva, uma vez que levantará informações dentre pesquisas que abordem a DEA como ferramenta de avaliação de desempenho em ambientes de instituições de ensino, pois conforme Silva e Menezes (2013) este tipo de pesquisa visa descrever as características de determinada população ou fenômeno estabelecendo relações entre as variáveis, assume a forma de levantamento; e, Vergara (2015) complementa que este tipo de pesquisa não tem o compromisso de explicar os fenômenos que descreve, embora sirva de base para a explicação.

Utilizou-se o método de revisão sistemática de literatura para organização e direcionamento da pesquisa, pois conforme Kitchenham e Charters (2007) esta é uma forma de identificar, avaliar e interpretar as pesquisas disponíveis, relacionadas a uma questão específica, ou a uma área temática, ou a um fenômeno de interesse do pesquisador, por meio da revisão de estudos primários.

Adotou-se para direcionamento o protocolo proposto por Biolchini et al. (2005) por se tratar de um método mais focado a uma questão de pesquisa específica, com termos mais direcionados, com uma análise dos dados cuidadosa e de interpretação, além dos gráficos de análise, e uma pesquisa mais abrangente visando elucidar novos aspectos para investigação.

O objetivo é identificar, por meio da revisão sistemática do tema, como podemos avaliar o desempenho de determinada IFES com seus mais variados cursos e diversidade de áreas abrangidas. Como questionamento, devemos verificar: como associar os múltiplos indicadores para avaliação de desempenho de determinada IFES?

A pesquisa busca intervir no método utilizado para avaliação de desempenho, baseando-se no levantamento de artigos longos e curtos, dissertações, teses e artigos de conferências sobre critérios de avaliação de desempenho aplicados em instituições de ensino superior, focando nos trabalhos voltados para avaliação de multicritérios. Como resultados, construiu-se uma visão abrangente de como estes critérios são aplicados e combinados dentro das instituições de ensino, além das variáveis de *input* e *output* empregadas.

A seleção de fontes foi efetuada a partir da análise exploratória na base de dados online dos periódicos Capes e Google Acadêmico, artigos em Português ou inglês.

Durante a análise inicial de artigos do tema foram identificadas as seguintes palavras-chaves com maior relevância: Avaliação de Desempenho multicritérios, Análise Envoltória de Dados, Unidades Tomadoras de Decisão, variáveis de Entrada (*input*) e Saída (*output*).

Como estratégia para a elaboração da revisão sistemática da literatura sobre avaliação de desempenho por meio da DEA, utilizou-se os seguintes passos:

1o Passo: Escolha do banco de dados – optou-se pelo banco de dados periódicos Capes por possuir uma grande base de dados e periódicos indexados.

2o Passo: Escolha das palavras-chave e período de pesquisa – a busca no banco de dados abrangeu as pesquisas dos últimos 5 anos. Como palavra-chave utilizou-se as seguintes string de busca:

"Data Envelopment Analysis" and "educational institutions"

Buscamos eliminar possíveis estudos secundários e relacionados apenas ao aprendizado, pois nosso interesse é nos resultados de pesquisas aplicadas dentro das instituições de ensino superior.

Ainda, aplicamos o filtro para os seguintes indexadores: bases de dados *Scopus*, *Web of Science* e *Directory of Open Access Journals (DOAJ)*.

Desta forma foram encontrados 143 artigos revisados por pares, no idioma Português e Inglês para estes critérios.

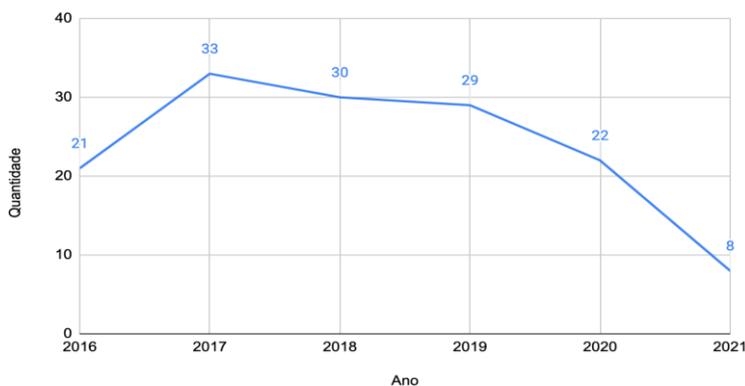
Conforme ilustrado no Gráfico 1 é possível observar o grande crescimento e avanço nos estudos em relação a DEA em 2017 na avaliação de desempenho em instituições de ensino, chegando ao topo com 33 artigos, e em seguida estabilizando nos anos de 2018 e 2019. Uma certa queda em 2020 tendo em vista as particularidades que vivemos na área da pesquisa devido a pandemia, e mantendo esta média nos quatro primeiros meses do ano de 2021.

3o Passo: análise dos periódicos – apenas artigos completos disponíveis, artigos longos e curtos, dissertações, teses e conferências.

4o Passo: seleção dos artigos – como critérios de avaliação e qualidade dos estudos primários foram selecionados trabalhos publicados em periódico ou anais de eventos com revisão por pares quando se referir a artigos ou aprovado por banca examinadora quando se referir a trabalhos de conclusão de curso, mestrado ou doutorado. Para avaliar os artigos serão utilizados critérios de relevância com o tema e o cenário mais aproximado do estudo de caso que estamos abordando.

O primeiro filtro das pesquisas foi realizado a partir da leitura de seus títulos e resumos, sendo selecionados os que se referiam a DEA aplicada em instituições de ensino, reduzindo para 44 artigos.

Gráfico 1 – Publicações sobre DEA aplicado em Instituições de Ensino



Fonte: Elaborado pelos autores.

Em seguida, o segundo filtro das pesquisas foi realizado a partir da leitura das publicações que foram anteriormente selecionadas por seus títulos e resumos. Aplicando como critérios de inclusão de artigos e trabalhos nos últimos 5 anos que utilizaram a DEA para avaliação de desempenho entre os departamentos de determinada instituição de ensino ou compare várias o curso em instituições (I1); excluindo trabalhos fora do tema (E1), ou que não apresentem os critérios de inclusão considerados na pesquisa (E2), ou que não descreveram claramente os resultados (E3), ou que não possuem comprovação dos resultados também foram excluídos (E4), além, dos que não descreveram a metodologia empregada (E5).

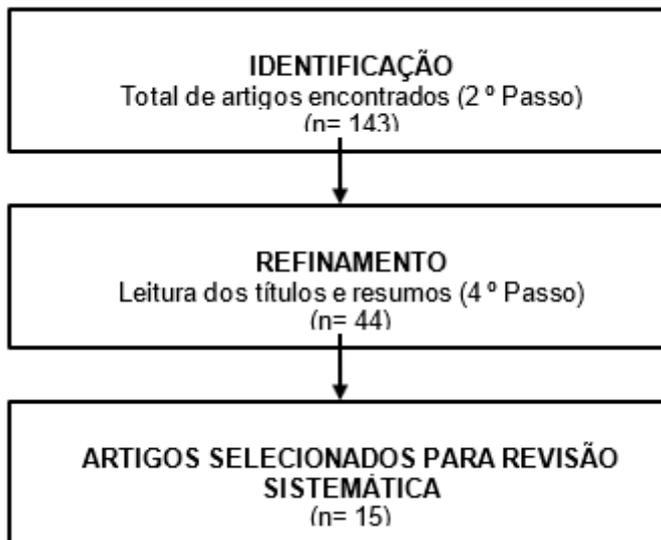
Logo, foram avaliados e identificados os trabalhos que estavam de acordo com os critérios para revisão sistemática, destes foram selecionados 15 artigos que mais se assemelhavam ao tema proposto neste estudo.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seleção dos artigos foi realizada nos meses fevereiro e março de 2021, no portal de periódicos Capes, utilizando a *string* de busca e critérios definidos na seção anterior. A Figura 2 ilustra o passo a passo da busca.

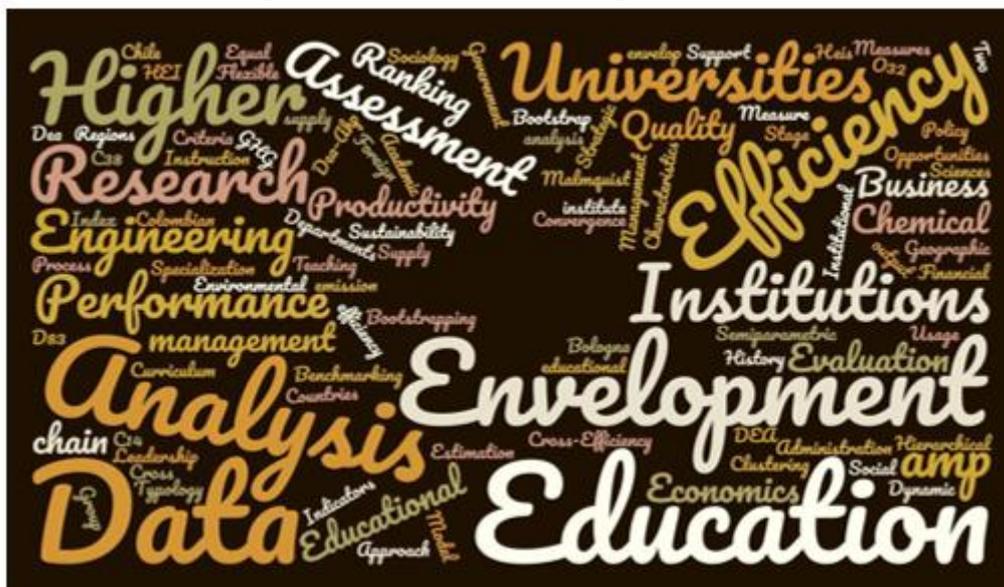
Dentre as palavras-chaves dos 15 artigos selecionados verificamos que *Education*, *Analysis*, *Data*, *Envelopment* e *Efficiency* se destacam, sendo apresentadas como palavras-chaves em mais 10 artigos, a Figura 3 apresenta a análise de repetição das palavra-chaves dos artigos selecionados.

Figura 2. Resultados da busca de artigos revisados



Fonte: Elaborado pelos autores.

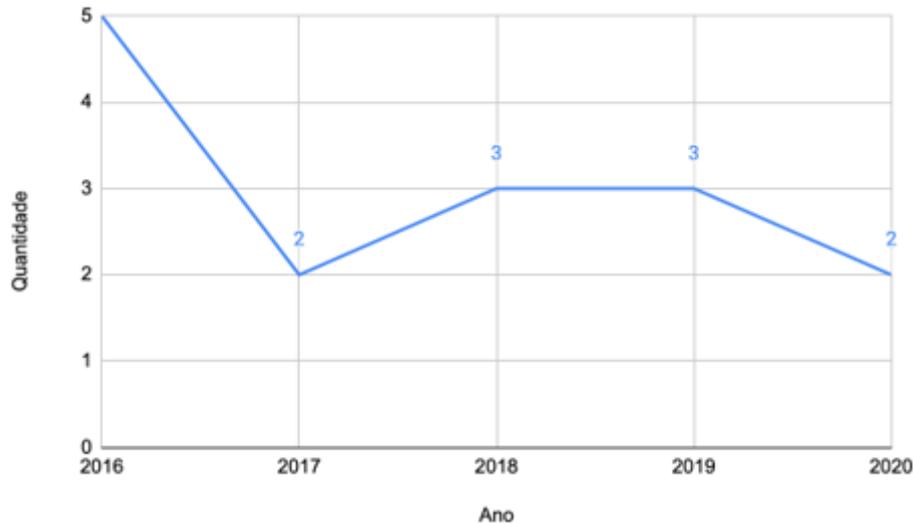
Figura 3 – Palavras-chaves dos artigos selecionados



Fonte: Elaborado pelos autores.

A maioria das publicações ocorreram em 2016, totalizando 6 artigos e apresentam uma estabilidade entre 2 e 3 artigos nos anos seguintes. O gráfico 2 ilustra a distribuição das publicações selecionadas por ano.

Gráfico 2 - Publicações por Ano



Fonte: Elaborado pelos autores.

Observou-se também que nos trabalhos selecionados, todos tratam-se de publicações em periódicos internacionais, nas áreas de Engenharia, Educação, Ciências Sociais e Economia, conforme apresentado no Quadro 1 - Artigos selecionados.

Quadro 1 - Artigos selecionados

Título	Ano	Autores	Journal
<i>From equality to diversity: Classifying Russian universities in a performance oriented system</i>	2016	Abankina, Irina Aleskerov, Fuad Belousova, Veronika Gokhberg, Leonid Kiselgof, Sofya Petrushchenko, Vsevolod Shvydun, Sergey Zinkovsky, Kirill	<i>Technological forecasting & social change</i>
<i>Exploring efficiency differentials between Italian and Polish universities, 2001– 11</i>	2016	Agasisti, Tommaso Wolszczak-Derlacz, Joanna	<i>Science and Public Policy</i>
<i>Evaluating the impact of the Bologna Process on the efficiency convergence of Italian universities: a non- parametric frontier approach</i>	2016	Guccio, Calogero Martorana, Marco Monaco, Luisa	<i>Journal of Productivity Analysis</i>
<i>Assessing the research efficiency of higher education institutions in Chile</i>	2016	Munoz, David Andres	<i>International Journal of Educational Management</i>
<i>The determinants of the research output of universities: specialization, quality and inefficiencies</i>	2016	Pastor, José Serrano, Lorenzo	<i>Scientometrics</i>
<i>A comparative assessment of the performance of select higher education institutes in India</i>	2016	Sahney, Sangeeta Thakkar, Jitesh	<i>Quality Assurance in Education</i>

<i>Technical efficiency and productivity for higher education institutions in Sweden</i>	2017	Andersson, C. Antelius, J. Månsson, J. Sund, K.	<i>Scandinavian journal of educational research</i>
<i>Assessing the Efficiency of Public Universities through DEA. A Case Study</i>	2017	Delimiro, Visbal-Cadauid Mónica, Martínez-Gómez Francisco, Guijarro	<i>Sustainability (Basel, Switzerland)</i>
<i>An empirical analysis of the performance of Vietnamese higher education institutions</i>	2017	Tran, Carolyn-Dung T. T. Villano, Renato A.	<i>Journal of further and higher education</i>
<i>Shapley value- based multi- objective data envelopment analysis application for assessing academic efficiency of university departments.(Original Research)(Report)</i>	2018	Abing, Stephen Lloyd N. Barton, Mercie Grace L. Dumdum, Michael Gerard M. Bongo, Miriam F. Ocampo, Lanndon A.	<i>Journal of Industrial Engineering International</i>
<i>Performance measurement of an Indian higher education institute: a sustainable educational supply chain management perspective</i>	2018	Jauhar, Sunil Pant, Millie Dutt, Richa	<i>International Journal of System Assurance Engineering and Management</i>
<i>Measuring university efficiency</i>	2019	Duan, Sophia Xiaoxia	<i>Benchmarking: An International Journal</i>
<i>Assessing the performance of UK universities in the field of chemical engineering using data envelopment analysis</i>	2019	González-Garay, Andrés Pozo, Carlos Galán-Martín, Ángel Brechtelsbauer, Clemens Chachuat, Benoît Chadha, Deesha Hale, Colin Hellgardt, Klaus Kogelbauer, Andreas Matar, Omar K. McDowell, Niall Shah, Nilay Guillén-Gosálbez, Gonzalo	<i>Education for chemical engineers</i>
<i>Objectivity in performance ranking of higher education institutions using dynamic data envelopment analysis</i>	2019	Kumar, Anup Thakur, Rajiv R.	<i>International Journal of Productivity and Performance Management</i>
<i>Assessing the Research Efficiency of Chinese Higher Education Institutions by Data Envelopment Analysis</i>	2020	Jiang, Jiali Lee, Soo Kyoung Rah, Min-Joo	<i>Asia Pacific education review</i>
<i>Colombian higher education institutions evaluation</i>	2020	Navas, Lina P. Montes, Felipe Abolghasem, Sepideh Salas, Ricardo J. Toloo, Mehdi Zarama, Roberto	<i>Socio-economic planning sciences</i>

Fonte: Elaborado pelos autores.

Durante a pesquisa foram identificadas o uso das seguintes variáveis de Entrada e Saída nos artigos selecionados, conforme apresentadas no Quadro 2 - Variáveis de Entrada e Saída.

Quadro 2 - Variáveis de Entrada e Saída

Autor e Ano	Variáveis de Entrada	Variáveis de Saída
(ABANKINA et al., 2016)	Financiamento público da unidade; Proporção de docentes com Doutorado; Quantidade de professores membros; Média do Exame Estadual Unificado dos alunos.	Quantidade de alunos; Proporção de jovens membros do corpo docente (para menores de 30 anos com um diploma, menos de 35 para Candidatos a PhDs, e menos 40 para Doutores em Ciências); Quantidade de publicações dos membros do corpo docente.
(AGASISTI; WOLSZCZAK-DERLACZ, 2016)	Despesas; Quantidade de docentes.	Quantidade de publicações; Quantidade de publicações e graduados; Quantidade de publicações e alunos; Quantidade de publicações e PhDs.
(GUCCIO; MARTORANA; MONACO, 2016)	Número total de alunos; Quantidade de matrículas com nota do ensino médio; Quantidade de pessoas da equipe acadêmica; Número de vagas disponíveis em salas de ensino, bibliotecas e laboratórios).	Número de graduados; Número de graduados regulares; Número de graduados ponderado pela classificação do grau.
(MUNOZ, 2016)	Número de alunos de graduação matriculados; Número de alunos de pós-graduação matriculados; Mensalidade ponderada cobrada pela universidade; Número total de professores afiliados; Número e a porcentagem de professores com doutorado; Número e a porcentagem de tempo integral professores filiados; Pontuação ponderada do teste de admissão nacional; Pontuação universal (desempenho do aluno durante ensino médio).	Quantidade de publicações; Montante total de recursos monetários.
(ANDERSSON et al., 2017)	Pesquisadores graduados e/ou professores equivalentes em tempo integral; Outra equipe equivalente em tempo integral; Outros recursos como uma aproximação para o capital; Número de alunos de graduação medido como equivalentes em tempo integral ajustado para diferenças nos pré-requisitos; Número de alunos de pós-graduação medidos como equivalentes em tempo integral.	Equivalentes anuais de desempenho de graduação e educação avançada, ajustados; Número de diplomas de Doutor em Filosofia e Licenciatura; Resultado da pesquisa em termos de um indicador bibliométrico que mede a pesquisa de cada IES como um número ponderado de publicações científicas.
(JAUHAR; PANT; DUTT, 2018)	<p>Ensino:</p> <p>(a) Número de docentes; (b) Número de funcionários não acadêmicos; (c) Número de alunos do curso; (d) Média dos alunos qualificados; (e) Custo operacional departamental.</p> <p>Pesquisa</p> <p>(a) Custo operacional departamental; (b) Número de equipes de pesquisa; (c) Qualificações médias da equipe de pesquisa; (d) Número total de alunos matriculados em Cursos de doutorado; (e) Quantidade de bolsas de pesquisa.</p>	<p>Ensino:</p> <p>(a) Número de graduados; (b) Coeficiente médio dos graduados; (c) Taxa de graduação - Número total de alunos matriculados UG e PG; (d) Taxa de emprego dos graduados (%); (e) Emissão de GEE (Emissões líquidas de gases de efeito estufa) baseada no estudo de Ozawa- Meida et al. 2013.</p> <p>Pesquisa:</p> <p>(a) Número de PhDs admitidos; (b) Número de publicações; (c) Número total de homenagens e prêmios para a equipe; (d) Número de atividades intelectuais Organização e Participação de equipe em conferências, seminário, simpósios, workshop, curto prazo cursos frequentados; (e) Emissão de GEE.</p>

(VISBAL-CADAVID; MARTÍNEZ-GÓMEZ; GUIJARRO, 2017)	Corpo docente equivalente em tempo integral; Despesas de pessoal administrativo; Recursos financeiros; Recursos físicos.	Número de alunos de graduação matriculados; Número de alunos de pós-graduação matriculados; Número de alunos com resultados do exame Nacional; Revistas Indexadas; Artigos em revistas indexadas; Mobilidade docente.
(CAROLYN-DUNG; VILLANO, 2017)	Número de docentes; Número de funcionários não acadêmicos; Área útil para espaços acadêmicos; Despesas operacionais; Pontuação média do exame de admissão nacional.	Alunos de graduação equivalente em tempo integral (FTE); Alunos de pós-graduação FTE (para o modelo universitário); Taxa de realização; Produção de pesquisa, representada pela receita de receitas de atividades relacionadas à pesquisa.
(ABING et al., 2018)	Recursos humanos: (a) Equipe acadêmica (b) Pessoal não acadêmico Salas de aula Instalações : (a) Laboratórios Financeiro: (a) Fundos de investigação (b) Despesas do departamento	Fatores desejáveis: (a) Graduados (b) Publicações
(DUAN, 2019)	Operações universitárias: (a) Número total de funcionários; (b) Despesa. Ensino: (a) Corpo docente; (b) Despesa. Pesquisa: (a) Equipe de pesquisa; (b) Despesa.	Operações universitárias: (a) Número total de graduados; (b) Receita. Ensino: (a) Número de graduados; (b) Matrículas de cursos. Pesquisa: (a) Número de graduados em pesquisa. (b) Fundo de pesquisa.
(GONZÁLEZ-GARAY et al., 2019)	Pontuação de ingresso do aluno; Proporção de pessoal envolvido na pesquisa; Proporção de funcionários para ensino da língua por alunos; Despesa por aluno.	Satisfação dos alunos egressos; Avaliação da qualidade da pesquisa; Empregabilidade dos graduados; Qualificação do Aluno baseado nos critérios do Guia da Universidade Guardian 2018.
(NAVAS et al., 2020)	Geral: Resultados do teste Nacional*; Professor com PhDs; Professor com mestrado. Ensino: Resultados do teste Nacional*; Professor com PhDs; Professor com mestrado. Emprego: Resultados do teste Nacional*; Professor com PhDs; Professor com mestrado. Pesquisa: Resultados do teste Nacional*; Professor com PhDs; Professor com mestrado; Alunos de graduação. *Teste Nacional: a partir de informações do censo	Geral: (a) Taxa de graduação; (b) Resultados do teste Nacional Pro**; (c) Empregabilidade de graduados; (d) Salário; (e) Artigos. Ensino: (a) Taxa de graduação; (b) Resultados do teste Nacional Pro**. Emprego: (a) Empregabilidade de graduados; (b) Salário de matrícula. Pesquisa: (a) Artigos **Teste Nacional Pro: pontuação média obtida pelos futuros graduados de cada IES em Leitura Crítica.

	sobre o desempenho de alunos antes de cursar o ensino superior.	
(KUMAR; THAKUR, 2019)	Número total de estudantes; Número total de corpo docente com PhD; Número de docentes com mais de 5 anos de indústria experiência; Número total de pessoas da equipe de apoio; Frequência de mudança em currículo e desenho do programa no último três anos; Número de títulos livros e <i>journals</i> ; Número de <i>softwares</i> e base de dados; Fundo de desenvolvimento do aluno; Fundo de desenvolvimento da Faculdade; Fundo de desenvolvimento da equipe; Número de alunos egressos; Número de pesquisas relacionados com a Indústria; Número de pesquisas Internacionais; Número de executivos; Treinamento programas; Corte médio percentil para admissão; Salário médio para Faculdade; Média de diretor; Mediana de Faculdade; Número total de programas de treinamento e workshops para alunos.	Número de alunos; Número de empresários; Mediana CTC de alunos; Número de colocações internacionais; Total número de egressos; Número de pesquisa publicações em journals indexados; Número de casos publicado em revistas referidas (Ivey ou Harvard); Número de treinamentos; Receita gerado através de Treinamentos; Número de pesquisa/ consultoria projetos; Número de alunos e corpo docente participaram de intercâmbio internacional (entrada e saída).
(JIANG; LEE; RAH, 2020)	Número de pesquisas e desenvolvimento; Custos de investimento do governo; Custos de insumos comerciais; Custos de investimento de pesquisa; Número de pessoas da equipe.	Número de publicações em jornais nacionais; Número de publicações em jornais estrangeiros ; Livros especializados emitidos; Número de conquistas; Transferência de tecnologia Prêmio.
(SAHNEY; THAKKAR, 2016)	1 Participação de mercado dos candidatos UG e PG (a) Taxas de graduação; (b) Atração de alunos de Mestrado e Doutorado; (c) Classes de graus. 2 Qualidade de ensino (a) qualificação; (b) Experiência (relação entre ensino e experiência na indústria) ; (c) Carga de trabalho (créditos por corpo docente); (d) Proporção professor-aluno. 3 Pesquisa (a) Artigos em conferências nacionais; (b) Artigos em conferências internacionais; (c) Publicações em periódicos nacionais; (d) Publicações em revistas internacionais; (e) Projetos concluídos e em andamento. 4 Administração (a) Serviços transparentes e oportunos para o instituto; (b) Proporção equipe-aluno; (c) Número de eletivas; (d) Benefícios. 5 A infraestrutura (a) Disponibilidade de computação / Internet; (b) Móveis; (c) Quartos com ar condicionado / ventilados; (d) Tamanho da classe; (e) Acomodação estudantil;	1 Revisão por externos (revistas, etc.) (a) Citações em índices de citações; (b) Patentes e invenções; (c) Classificações; (d) Consultorias; (e) Doações ao instituto. 2.Colocações de alunos. 3. Associação, prêmios e medalhas. 4. Taxa de sucesso e tempo gasto (a) Doutorado; (b) Pós-doutorado.

	(f) Instalações médicas; (g) Ginásio; (h) Instalações bancárias; (i) Outras instalações recreativas.	
--	---	--

Fonte: Elaborado pelos autores.

Por fim, com base nos dados apresentados, identificamos que é um tema bastante explorado em pesquisas primárias e com várias aplicações que podem ser utilizadas e adaptadas para a realidade das IFES, permitindo a avaliação de desempenho e eficiência.

Observamos nas propostas de Agasisti e Wolzsczak-Derlacz (2016), assim como a de Duran (2019), que apesar de um pequeno número de variáveis utilizadas foi possível aplicar diversos modelos para garantir a qualidade e eficiência da avaliação. O importante é o foco dado pelos tomadores de decisão e a combinação das variáveis selecionadas.

Enquanto Sahney e Thakkar (2016) propuseram uma avaliação de desempenho considerando diversos eixos da instituição, tais como: a participação de mercado, ensino, pesquisa, administração e infraestrutura; que também apresentaram bons resultados a partir dos modelos aplicados. Assim, a pesquisa auxilia na avaliação da eficiência e eficácia do próprio instituto além de fornecer percepções valiosas sobre a medição de desempenho e eficácia, não apenas para o respectivo instituto, mas também para agências governamentais e formuladores de políticas na Índia.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto, é perceptível a aplicabilidade da DEA para avaliação de desempenho e eficiência das instituições de ensino superior, tanto de seus departamentos quanto de seus cursos, assim como também, na comparação entre diversas instituições.

Nota-se que a DEA é bastante usual como método de avaliação de eficiência de instituições de ensino por possibilitar uma análise mais específica de acordo com a necessidade dos tomadores de decisão, porquanto permite que sejam propostos modelos de avaliação relacionando diversas variáveis de entrada e saída.

Nas pesquisas selecionadas observou-se o uso de diversas variáveis, nas mais diferentes fases da vida acadêmica, desde a pontuação de ingresso, quantidades de ingressantes e concluintes, aspectos financeiros, infraestrutura, corpo docente e equipe técnica, qualificadores de ensino e pesquisa, além também da empregabilidade e salário dos egressos.

Observa-se também o uso desta metodologia em pesquisas em diversos países, evidenciando a flexibilidade e adaptabilidade da metodologia nas mais variadas especificidades das instituições e países.

Nessa linha, é evidente a importância da seleção de variáveis assim como a combinação destas, buscando garantir a qualidade da avaliação, de maneira que não comprometam ou distorçam os resultados devido às especialidades das instituições e dos cursos, considerando também a dificuldade da obtenção de tais informações.

Alguns dos critérios observados essenciais para o sucesso na seleção das variáveis foram: se a variável aponta informação necessária que já não tenha sido explicada em outra; se contribui em ao menos um objetivo de aplicação; se os dados são seguros e confiáveis; e, se explicam a eficiência de uma DMU.

A DEA possibilita combinar múltiplos indicadores, tanto quantitativos quanto qualitativos, por meio dos modelos que podem ser propostos combinando-os. O modelo pode ser criado de acordo com a necessidade de cada parte envolvida, na visão dos gestores administração superior, coordenadores de curso, pró-reitores ou até mesmo avaliadores dos órgãos superiores.

REFERÊNCIAS

- ABANKINA, Irina et al. *From equality to diversity: Classifying Russian universities in a performance oriented system*, Technological Forecasting and Social Change, Vol. 103, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.techfore.2015.10.007>>
- ABING, Stephen L.N et al. *Shapley value-based multi-objective data envelopment analysis application for assessing academic efficiency of university departments*. J Ind Eng Int 14, pp. 733–746, 2018. Disponível em: <<https://doi-org.ez2.periodicos.capes.gov.br/10.1007/s40092-018-0258-6>>
- AGASISTI, Tommaso; WOLSZCZAK-DERLACZ, Joanna. *Exploring efficiency differentials between Italian and Polish universities, 2001–11*, Science and Public Policy, Vol. 43, 2016. Disponível em: <<https://doi-org.ez2.periodicos.capes.gov.br/10.1093/scipol/scv026>>
- ANDERSSON, Christian et al. *Technical efficiency and productivity for higher education institutions in Sweden*. *Scandinavian Journal of Educational Research*. 61. 205-223, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/00313831.2015.1120230>>
- BIOLCHINI, J. et al. *Systematic review in software engineering*. Technical report, System engineering and Computer Science Dept., COOPE/UFRJ, 2005.
- CAROLYN-DUNG, T. T. Tran; VILLANO, Renato A. *An empirical analysis of the performance of Vietnamese higher education institutions*, *Journal of Further and Higher Education*, Vol. 71, 530-544, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.seps.2020.100801>>
- CARVALHO, Hilda Alberton de; OLIVEIRA, Oséias Santos de; LIMA, Isaura Alberton de. *Avaliação Institucional em uma universidade pública brasileira multicampus: processos e desafios na qualificação da gestão*. Sorocaba, Vol. 23, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1414-40772018000100012>>
- CASADO, Frank L. *Análise Envoltória de Dados: Conceitos, Metodologia e Estudo Da Arte Na Educação Superior*. *Revista do Centro de Ciências Sociais*, Vol. 20, nº 1, 2007. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/sociais/humanas/article/view/907>>
- DUAN, Sophia. X., *Measuring university efficiency: An application of data envelopment analysis and strategic group analysis to Australian universities*, *Benchmarking: An International Journal*, Vol. 26 No. 4, pp. 1161-1173, 2019. Disponível em: <<https://doi-org.ez2.periodicos.capes.gov.br/10.1108/BIJ-10-2017-0274>>
- FARIA, Flavia P. et al. *Eficiência dos gastos municipais em saúde e educação: uma investigação através da análise envoltória no estado do Rio de Janeiro*. *Revista Administração Pública - RAP*. Rio de Janeiro. Jan./Fev., 2008.

GONZÁLEZ-GARAY, Andrés et al. *Assessing the performance of UK universities in the field of chemical engineering using data envelopment analysis*, Education for Chemical Engineers, Vol. 29, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.ece.2019.06.003>>

GUCCIO, Calogero; MARTORANA, Marco Ferdinando; MONACO, Luisa. *Evaluating the impact of the Bologna Process on the efficiency convergence of Italian universities: a non-parametric frontier approach*. J Prod Anal 45, 275–298, 2016. Disponível em: <<https://doi-org.ez2.periodicos.capes.gov.br/10.1007/s11123-015-0459-6>>

JAUHAR, Sunil Kumar; PANT, Millie; DUTT, Richa. *Performance measurement of an Indian higher education institute: a sustainable educational supply chain management perspective*. Int J Syst Assur Eng Manag 9, 180–193, 2018. Disponível em: <<https://doi-org.ez2.periodicos.capes.gov.br/10.1007/s13198-016-0505-4>>

JIANG, Jiali; LEE, Soo.K.; RAH, Min-Joo. *Assessing the research efficiency of Chinese higher education institutions by data envelopment analysis*. Asia Pacific Educ. Rev. 21, pp. 423–440, 2020. Disponível em: <<https://doi-org.ez2.periodicos.capes.gov.br/10.1007/s12564-020-09634-0>>

KITCHENHAM, B.A.; CHARTERS, S. *Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering*. KeeleUniversity, 2007.

KUMAR, Anup; THAKUR, Rajiv R. *Objectivity in performance ranking of higher education institutions using dynamic data envelopment analysis*, International Journal of Productivity and Performance Management, Vol. 68 No. 4, pp. 774-796, 2019. Disponível em: <<https://doi-org.ez2.periodicos.capes.gov.br/10.1108/IJPPM-03-2018-0089>>

LEAL, Gustavo dos S. et al. *Sensibilidade quanto à escolha de variáveis em dea em uma universidade*. Coletânea Brasileira - Engenharia de Produção 7. 1ª ed. Itajubá: STELLATA, 2019.

LINS, Marcos P. E.; MEZA, Lídia A.; *Análise envoltória de dados e perspectivas de integração no ambiente do apoio à decisão*. Rio de Janeiro: Coppe/UFRJ, 2000.

MARINHO, Paulo H. F.; MARINHO, Camila B. da S. *SINAES: Discutindo sobre os critérios de avaliação do corpo docente*. Revista Projeção e Docência, Vol. 9 (nº2), 2018. Disponível em: <<http://revista.faculdadeprojecao.edu.br/index.php/Projecao3/article/view/1149>>

MELO, Hugo M. *Aplicação da análise envoltória de dados (DEA) para avaliação de desempenho das unidades acadêmicas de uma universidade federal*. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Programa de Pós-graduação em Administração Pública em Rede Nacional, Goiânia, 2019.

MINAYO, M. C. S. (Org.). *Pesquisa social: teoria, método e criatividade*. Petrópolis:Vozes, p. 214, 2001.

MUNOZ, David Andres. *Assessing the research efficiency of higher education institutions in Chile: A data envelopment analysis approach*, International Journal of

Educational Management, Vol. 30 No. 6, pp. 809-825, 2016. Disponível em: <<https://doi-org.ez2.periodicos.capes.gov.br/10.1108/IJEM-03-2015-0022>>

SANTOS, Rodolfo Rocha dos. Análise Envoltória de Dados como ferramenta de avaliação da eficiência dos gastos públicos com educação dos municípios de Santa Catarina. XXII Congresso Brasileiro de Custos, Foz do Iguaçu-PR, 2015. Disponível em: <<https://anaiscbc.emnuvens.com.br/anais/article/view/3946/3947>>

SAHNEY, Sangeeta ; THAKKAR, Jitesh. *A comparative assessment of the performance of select higher education institutes in India*, Quality Assurance in Education, Vol. 24 No. 2, pp. 278-302, 2016. Disponível em: <<https://doi-org.ez2.periodicos.capes.gov.br/10.1108/QAE-02-2015-0006>>

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação. Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

SOLIMAN, Marlon et al. Uso da análise envoltória de dados para a avaliação da eficiência em cursos de graduação: Um estudo de caso em um Instituição de Ensino Superior brasileira. *Revista Espacios*. Vol. 38 (Nº 20), 2017. Disponível em: <<https://www.revistaespacios.com/a17v38n20/a17v38n20p17.pdf>>

TAVARES, Rafael S.; MEZA, Lidia A. Uso da análise envoltória de dados para a avaliação da eficiência em cursos de graduação: Um estudo de caso em uma Instituição de Ensino Superior brasileira. *Revista Espacios*. Vol. 38 (Nº 20), 2017.

VERGARA, Sylvia Constant. Métodos de Pesquisa em Administração, 6.a Ed, Atlas, 2015.

VISBAL-CADAVID, Delimiro; MARTÍNEZ-GÓMEZ, Mónica; GUIJARRO, Francisco. *Assessing the Efficiency of Public Universities through DEA. A Case Study. Sustainability*, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/su9081416>>

ZIROLDO, Lorena et al. Análise Envoltória de Dados (DEA) nas produções acadêmicas sobre Educação Superior. 2019. Disponível em: <<https://anaiscbc.emnuvens.com.br/anais/article/view/4708>>