

Análise Envoltória de Dados (DEA) nas produções acadêmicas sobre Educação Superior

Lorena Zirolto (UEM) - lorena_zirolto@hotmail.com

Fernanda Bueno Grizos de Carvalho (UEM) - fernanda.bgrizos@gmail.com

Katia Abbas (UEM) - katia_abbas@yahoo.com.br

Romildo de Oliveira Moraes (UEM) - romoraes@usp.br

Resumo:

O objetivo do estudo é realizar uma revisão sistemática sobre a Análise Envoltória de Dados (DEA) na educação superior no período de 2009 a 2018. O processo de coleta de dados consistiu-se da delimitação das bases de dados: Science Direct, Scopus, Emerald e Web of Science; e os anais dos congressos: Congresso USP de Controladoria e Contabilidade e Congresso Brasileiro de Custos (CBC). A amostra da pesquisa foi constituída por 30 artigos. Como resultado, verificou-se que dentre o período analisado, os anos de 2011 e 2018 foram o de maior quantidade de publicação (5 cada); o continente europeu é o que mais publicou (8); em relação ao objetivo mais comum entre as pesquisas está o subgrupo Eficiência nas IES (9); a autora que mais publicou na área foi a Joanna Wolszczak-Derlacz (3) e os periódicos com mais vinculação de artigos, ambos com 5 publicações, foram o Expert Systems With Applications e o Omega. Observou-se, também, que a categoria dos inputs mais utilizados pelos autores foi a Instituição e, em relação aos outputs, a categoria de maior destaque foi Aluno; quanto ao modelo, constatou-se que o BCC é o mais utilizado (aparecendo em 13 estudos) e a orientação mais comum foi ao output (presente em 15 artigos). Essa revisão sistemática contribui para literatura e pode proporcionar, por meio de seus resultados, identificação de lacunas de pesquisa a serem preenchidas sobre o tema.

Palavras-chave: DEA; Educação; Ensino Superior; Revisão Sistemática.

Área temática: Métodos quantitativos aplicados à gestão de custos

Análise Envoltória de Dados (DEA) nas produções acadêmicas sobre Educação Superior

Resumo

O objetivo do estudo é realizar uma revisão sistemática sobre a Análise Envoltória de Dados (DEA) na educação superior no período de 2009 a 2018. O processo de coleta de dados consistiu-se da delimitação das bases de dados: Science Direct, Scopus, Emerald e Web of Science; e os anais dos congressos: Congresso USP de Controladoria e Contabilidade e Congresso Brasileiro de Custos (CBC). A amostra da pesquisa foi constituída por 30 artigos. Como resultado, verificou-se que dentre o período analisado, os anos de 2011 e 2018 foram o de maior quantidade de publicação (5 cada); o continente europeu é o que mais publicou (8); em relação ao objetivo mais comum entre as pesquisas está o subgrupo Eficiência nas IES (9); a autora que mais publicou na área foi a Joanna Wolszczak-Derlacz (3) e os periódicos com mais vinculação de artigos, ambos com 5 publicações, foram o *Expert Systems With Applications* e o *Omega*. Observou-se, também, que a categoria dos *inputs* mais utilizados pelos autores foi a Instituição e, em relação aos *outputs*, a categoria de maior destaque foi Aluno; quanto ao modelo, constatou-se que o BCC é o mais utilizado (aparecendo em 13 estudos) e a orientação mais comum foi ao *output* (presente em 15 artigos). Essa revisão sistemática contribui para literatura e pode proporcionar, por meio de seus resultados, identificação de lacunas de pesquisa a serem preenchidas sobre o tema.

Palavras chave: DEA; Educação; Ensino Superior; Revisão Sistemática.

Área Temática: Método quantitativos aplicados à gestão de custos

1 Introdução

A educação é um tema relevante para a sociedade e para os indivíduos, e a eficiência na educação é uma questão de destaque nos debates sobre o assunto (JOHNES; PORTELA; THANASSOULIS, 2017; WITTE; LÓPEZ-TORRES, 2017). O sistema de educação, incluindo o ensino superior, em muitos países é financiado, pelo menos em parte, por recursos governamentais e, devido as altas demandas por financiamentos públicos é essencial que a educação seja ofertada de forma eficiente (JOHNES, 2006; JOHNES; PORTELA; THANASSOULIS, 2017; WITTE; LÓPEZ-TORRES, 2017).

O setor do ensino superior, muitas vezes caracterizado por ser sem fins lucrativos, pela ausência de preços de produtos e insumos e pela produção de múltiplas saídas de múltiplos insumos, características essas que dificultam medir a eficiência dessas instituições (JOHNES, 2006; WITTE; LÓPEZ-TORRES, 2017).

Conforme Cordero-Ferrera, Pedraja-Chaparro e Salinas-Jiménez (2008), métodos paramétricos e não paramétricos são empregados para medir a eficiência relativa na educação, entretanto, a maioria dos autores utilizam técnicas não paramétricas e, especificamente, a Análise Envoltória de Dados (DEA). Esta técnica pode ser aplicada a vários campos de pesquisa e a área da educação é uma das extensões de maior aplicação da DEA (EMROUZNEJAD; YANG, 2018; LIU et al. 2013).

A DEA é uma metodologia utilizada para aferir as eficiências relativas de unidades de tomada de decisão (DMUs) que convertem múltiplas entradas em múltiplas saídas (KUAH; WONG; WONG, 2012). Por isso, a DEA torna-se uma técnica viável para mensurar a eficiência de instituições do ensino superior (JOHNES, 2006).

Diante disto, este estudo busca responder o seguinte problema de pesquisa: Qual o perfil das publicações acadêmicas sobre educação superior que utilizam a metodologia Análise Envoltória de Dados (DEA)? Para responder o problema de pesquisa, o estudo delimitou como objetivo geral realizar uma revisão sistemática nos artigos que pesquisaram sobre educação superior e utilizaram a metodologia Análise Envoltória de Dados (DEA) no período de 2009 a 2018. Essa revisão sistemática contribui para a literatura e pode proporcionar, por meio de seus resultados, a identificação de lacunas de pesquisa sobre o tema a serem preenchidas.

A temática DEA no ensino superior já foi abordada em trabalhos anteriores como o de Casado (2007) que por meio de uma revisão de literatura analisou textos clássicos e atuais sobre a metodologia DEA com o objetivo de obter um referencial histórico da metodologia de avaliação da produtividade, eficiência e sua evolução para DEA como instrumento da avaliação da educação superior. Witte e López-Torres (2017) revisaram a literatura existente sobre eficiência na educação, abrangendo todos os artigos que aplicaram técnicas de medição de eficiência de fronteira, entre elas a DEA, até o ano de 2015. Em síntese, nenhum destes trabalhos analisaram estudos sobre DEA no ensino superior da forma como se propõe este artigo.

O presente estudo desdobra-se em 5 seções. Além desta introdução é apresentado o referencial teórico que discorre as temáticas: DEA e eficiência no ensino superior. Posteriormente, é descrita a metodologia utilizada neste trabalho. Na seção seguinte encontra-se a análise de dados. Por fim, a última seção, apresenta as considerações finais.

2 Referencial Teórico

2.1 Eficiência por meio da Análise Envoltória de Dados (DEA)

Quando se fala de apenas um insumo e um produto, torna-se fácil mensurar a produtividade (basta dividir um pelo outro). Porém, a conjuntura fica complexa quando há mais de um insumo e produto, e nesse contexto se faz necessária a criação de um índice de produtividade o qual emprega pesos a fim de ponderar a utilização desses insumos e produtos. A fim de resolver esse tipo de problema, surgiu a DEA (BOUERI; ROCHA; RODOPOULOS, 2015).

A utilização da *Data Envelopment Analysis* (Análise por Envoltória de Dados ou DEA) surgiu com a pesquisa de dissertação do Ph.D. Edwardo Rhodes, cuja supervisão foi feita por William W. Cooper, em 1978, e buscou comparar o desempenho de escolas públicas dos Estados Unidos da América, que participavam do Programa *Follow Through* e das escolas que não participavam do programa (CHARNES et al., 1994).

De maneira sintática, pode-se dizer que a DEA é um método não paramétrico de programação matemática, que visa estimar fronteiras de produção das melhores práticas e ainda, avaliar a eficiência relativa de diferentes entidades; na literatura essas entidades são chamadas de Unidades de Tomada de Decisão (DMUs) (BOGETOFT; OTTO, 2010).

Nos últimos anos houve uma grande diversidade quanto a aplicação da DEA, e uma razão para isso, é que esta técnica possibilita a relação entre múltiplos *inputs* e os múltiplos *outputs* (COOPER; SEIFORD; TONE, 2002). Por *inputs* entende-se os insumos e por *outputs* os produtos resultantes dos insumos obtidos pela DMU.

De acordo com Bogetoft e Otto (2010) existem dois modelos clássicos da DEA: Modelo CRS (*Constant Returns to Scale*) ou CCR, o qual leva as iniciais dos autores instituidores (Charnes, Cooper e Rhodes), criado em 1978, e Modelo VRS (*Variable Returns to Scale*) ou BCC (BANKER, CHARNES e COOPER), criado em 1984, também nomeado de acordo com as iniciais dos autores inventores.

O modelo CCR, como o próprio nome já diz, é um modelo que visa retorno constante de escala, o qual segundo Charnes et al (1994, p. 6) “generalizou a medida de eficiência de uma única relação de input/output para uma única DMU em termos de uma formulação de

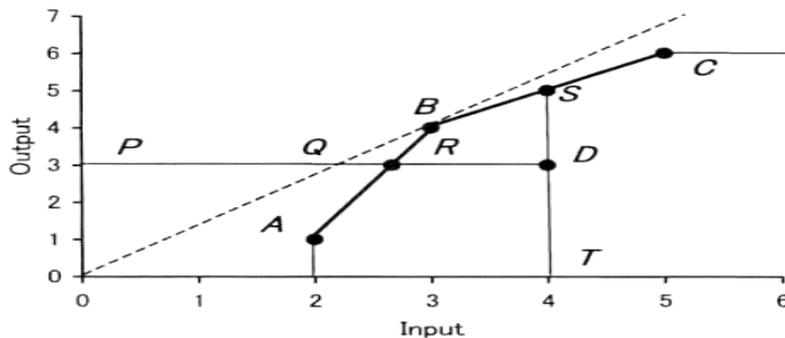
programação linear fracionária”. De acordo com Boueri, Rocha e Rodopoulos (2015) uma das mais importantes limitações deste modelo é o fato de não conseguir abranger situações onde as DMU estão passivas de variações na escala de produção.

O modelo BCC, por sua vez, veio suprir a limitação do anterior e, segundo Cooper, Seiford e Tone (2002), a fronteira de eficiência deste modelo, apresenta característica côncava, que para Muniz e Caldas (2019, p.7) permite que “baixos valores de inputs tenham retornos crescentes de escala e que as que operam com altos valores tenham retornos decrescentes de escala”.

Os dois modelos citados anteriormente aceitam duas possibilidades de orientação: ao *input* ou ao *output*. Quando a orientação é ao *input*, visa-se minimizar as entradas, mantendo o mesmo nível de saídas fornecidas; já quando se fala de orientação ao *output*, ocorre o inverso: com o mesmo nível de insumo, tende-se a maximizar as saídas (COOPER; SEIFORD; TONE, 2002).

A figura 1 apresenta a fronteira de eficiência do modelo CCR, por meio da linha pontilhada passando no ponto B, e a fronteira de eficiência do modelo BBC, pela linha contínua que liga os pontos A, B e C

Figura 1 - Fronteira de eficiência para os modelos CCR e BCC



Fonte: Cooper, Seiford e Tone (2002, p.87)

Tanto no modelo CCR, quanto no modelo BCC, segundo Charnes et al. (1994), uma DMU será eficiente quando o escore obtido for igual a 1 e não tenha folgas, caso fique a baixo, ela é considerada ineficiente. Ainda segundo os autores, uma DMU considerada ineficiente pode se tornar completamente eficiente por meio de projeção em um ponto na superfície envoltória; o ponto dessa projeção dependerá do modelo e orientação empregado.

2.2 Eficiência no contexto Ensino Superior

A Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), o Banco Mundial e o Banco Interamericano entraram num consenso que a educação está associada ao desenvolvimento econômico e ao aumento da produtividade de um país (PORTO; RÉGNIER, 2003). Carrilo e Iranzo (2000) corroboram com o que foi dito, ao dizer que apenas por meio da ascendência da qualificação de recursos humanos tornar-se-á capaz de acompanhar os aumentos na produtividade e competitividade das empresas, e consequentemente, aumentar a renda da população economicamente ativa.

Medir a eficiência na área educacional não é uma tarefa fácil, isso porque, segundo Johnes (2006), essa área tem peculiaridades que complexifica a mensuração da eficiência, como por exemplo o fato de que as instituições de ensino superior (IES) produzem múltiplos *inputs* e *outputs*, os quais muitas vezes são ausentes de preços e ainda, essas IES são (muitas vezes) sem fins lucrativos.

Nas palavras de Johnes, Portela e Thanassoulis et al. (2017, p.331) “a eficiência ocorre quando os resultados da educação (...) são produzidos no nível mais baixo de recursos (seja financeiro ou, por exemplo, a capacidade inata dos alunos)”. Schwartzman (1994) defende a ideia de que, não se trata de ineficiência, quando uma universidade gasta mais na produção de um artigo de melhor qualidade, outrossim, não é menos eficiente se gastar mais para formar um aluno de melhor qualidade.

No entanto, falar sobre eficiência na educação é assunto de acentuado debate entre professores, políticos e demais partes interessadas na educação, isto porque o custo na educação é crescente e ainda, pelo fato de haver um aumento na conscientização da importância da eficiência no setor público (WITTE; LÓPEZ-TORRES, 2017). Em muitos países, a educação é paga com dinheiro público, o que enfatiza a importância de uma instituição educacional ser eficiente (JOHNES; PORTELA; THANASSOULIS, 2017).

De acordo com dados divulgados pela *Organisation de coopération et de développement économiques* (OCDE, 2016), no que diz respeito a gastos públicos com terciário (ensino superior), de um total de 43 países analisados, no ano de 2015, o que menos gastou foi o Japão, com apenas 0,45% de seu PIB total e, em contrapartida, o país com maior gasto foi a Noruega, com o 1,67% de seu PIB. Nesta lista, o Brasil ocupa a 22^a (vigésima segunda) posição, em ordem crescente, com um gasto equivalente a 0,96% do PIB.

3 Design metodológico

O presente trabalho caracteriza-se como uma revisão sistemática da literatura. A revisão sistemática é uma metodologia utilizada para mapear, encontrar e avaliar criticamente estudos relevantes de uma área de interesse, proporcionando uma visão abrangente e robusta do tema (DRESCH; LACERDA; JÚNIOR ANTUNES, 2015).

Uma revisão sistemática envolve etapas de um processo e as diretrizes das revisões podem divergir em número e ordem (DRESCH et al., 2015; KITCHENHAM, 2004). Porém, algumas fases estão presentes em métodos descritos por diversos autores (KITCHENHAM, 2004). Nessa pesquisa foram considerados cinco passos: (i) o primeiro estágio está relacionado ao enquadramento de um problema ou questão para revisão; (ii) o segundo refere-se à identificação dos trabalhos relevantes através do processo de coleta de dados; (iii) o terceiro consiste na avaliação da qualidade dos estudos; (iv) o quarto diz respeito a resumir as evidências; e, (v) por fim, o último estágio objetiva a interpretação dos resultados (KHAN et al., 2003).

O estudo teve como enfoque analisar as publicações acadêmicas sobre educação superior que utilizaram a metodologia DEA no período de 2009 a 2018. O processo de coleta de dados consistiu-se da delimitação das bases de dados: Science Direct, Scopus, Emerald e Web of Science; e os anais do Congresso USP de Controladoria e Contabilidade e Congresso Brasileiro de Custos (CBC).

A seleção das publicações limitou-se a artigos, não sendo considerados livros e outros tipos de publicações. A busca pelos artigos foi realizada por meio de palavras-chave, títulos, resumo e conteúdo referentes as temáticas, destacando que foram selecionados apenas os artigos que estavam disponíveis por completo. As palavras-chaves utilizadas nas buscas foram: “análise por envoltória de dados”, “análise de envoltória de dados”, “DEA”, “*Data Envelopment Analysis*”, “ensino superior” e “*higher education*”. Palavras-chave foram combinadas, associando as palavras derivadas da expressão “análise de envoltória de dados” com o termo “ensino superior”. Algumas dessas palavras selecionadas para a busca são apontadas por Emrouznejad e Yang (2018) como as principais palavras-chave utilizadas nos estudos relacionados a DEA.

Em uma busca inicial foram selecionados 139 artigos, cuja coleta ocorreu em julho de 2019. Após a identificação dos periódicos de origem dos artigos, classificou-se os mesmos de

acordo com o conceito Qualis da Capes, no qual foram selecionados apenas os artigos A1 que eram oriundos de revistas que tinha a categoria administração pública e de empresas, ciências contábeis e Turismo como a área de avaliação. Também foram excluídos os artigos que não tinham como foco principal o ensino superior ou não utilizaram a DEA como metodologia. A amostragem final, após a seleção, é composta por 30 artigos distribuídos em: congressos (4) e periódicos (26).

Após a identificação dos artigos, foram elaboradas as análises das publicações por ano, palavras-chaves utilizadas, os continentes que mais contribuíram com estudos na área, os objetivos das pesquisas (divididos em subgrupos), autores, periódicos das publicações, a existência de outras técnicas de análise de dados primários, e, em uma análise mais aprofundada, também foram identificados os *inputs* e *outputs*, fatores também analisados por Johnes, Portela e Thanassoulis (2017) e Witte e López-Torres (2015), e ainda, o tipo e a orientação do modelo DEA utilizado nos estudos e os principais resultados.

A fim de facilitar a averiguação dos dados referentes aos *inputs* e aos *outputs* utilizados nos estudos analisados foram criadas categorias. No que se refere aos *inputs* tem-se as seguintes: (i) Instituição; (ii) Avaliação; (iii) Desembolso; (iv) Aluno; (v) Docente; e (vi) Monetário. Já, referente aos *outputs* foram criadas 8 categorias: (i) Aluno; (ii) Monetário; (iii) Docente; (iv) Avaliação; (v) Instituição; (vi) Produtividade; (vii) Consumo; e (viii) Outros. Categorizações semelhantes foram feitas no estudo de Witte e López-Torres (2017).

4 Análise dos resultados

Ao analisar as publicações por ano, pode-se notar que os anos com mais publicações, dentre as limitações impostas neste estudo, foi 2011 e 2018, ambos com 5 publicações, seguido de 2016 com 4; após vem os anos de 2012, 2014, 2015 e 2017 com 3, 2013 com 2 e, por fim, 2009 e 2010 com apenas uma publicação.

Buscou-se, também, identificar quais os termos mais utilizados pelos autores ao identificar as palavras-chaves em suas pesquisas. Dos 30 (trinta) artigos analisados por este estudo, foram identificadas 128 (cento e vinte e oito) palavras-chave ao todo. Ao desconsiderar as repetições, chegou-se a um total de 81 (oitenta e uma) palavras-chaves diferentes. O termo com maior aparição foi Análise envoltória de dados (em 19 artigos).

A fim de se descobrir qual continente mais produz estudos sobre DEA no ensino superior, foi feito um levantamento dos países onde estão as populações estudadas. Averiguou-se a presença de 4 continentes: América, Ásia, Europa e Oceania. No primeiro foram encontrados 3 países diferentes, sendo eles o Brasil, o México e os Estados Unidos. No segundo 4 países sendo a China, a Taiwan, a Malásia e a Rússia. O terceiro (Europa) foi o mais presente nos estudos, contemplando Itália, Polônia, Áustria, Finlândia, Reino Unido, Grécia, Espanha e Inglaterra. E por fim, a Oceania com apenas um país: Austrália.

Os artigos identificados na busca, conforme apresentado na tabela 1, foram agrupados de acordo com o objetivo de pesquisa e divididos em sete subgrupos: Produtividade das IES (3); Aspectos Financeiros (4); Eficiência nas IES (9); Mudanças de Diretrizes Educacionais (3); Novo Modelo de Análise (4); Desempenho das IES (2); e Outros (5).

O agrupamento Produtividade das IES refere-se as pesquisas que apresentaram como um dos seus principais objetivos analisar a produtividade das IES em relação as publicações científicas. Os estudos incluídos na categoria Aspectos Financeiros objetivavam avaliar a eficiência da IES sobre perspectivas de aplicação e consumo de recursos e realização de despesas. No subgrupo Eficiência nas IES os estudos consistiram em avaliar, analisar, medir ou comparar os aspectos gerais relacionados a eficiência das IES. A classificação Mudanças de Diretrizes Educacionais refere-se aos artigos que examinaram a eficiência das IES após mudanças nas políticas educacionais dos países de origem das instituições. Novo Modelo de Análise representam a categoria das pesquisas que se propuseram a criar modelos próprios de

análise de dados, assim como Amirteimoori, Emrouznejad e Khoshandam (2013) que propõem uma medida flexível baseada em folgas de eficiência. No subgrupo Desempenho das IES estão os estudos que medem ou avaliam o desempenho educacional das IES. A última categoria, Outros, engloba artigos diversos que não tiveram objetivos em comum, são estudos que objetivam, por exemplo, apresentar uma tipologia universitária pública no atual contexto russo (ABANKINA et al., 2016) ou desenvolver uma abordagem integrada combinando análise DEA e rede neural para avaliação e previsão de desempenho de instituições de ensino para tomada de decisão eficaz (SREEKUMAR; MAHAPATRA, 2011) entre outros.

Tabela 1 – Produções Acadêmicas sobre DEA na Educação Superior (período 2009-2018)

Objetivo de pesquisa	Autores/Ano	Título do artigo	Periodico	Técnica de análise
PRODUTIVIDADE DAS IES	Wolszczak-Derlacz; 2018	<i>Assessment of TFP in European and American higher education institutions (...)</i>	<i>Technological and Economic Development of Economy</i>	DEA+ Indices Malmquist
	Guironnet e Peypoch; 2018	<i>The geographical efficiency of education and research: The ranking of U.S. universities</i>	<i>Socio-Economic Planning Sciences</i>	DEA + Categórico hierárquico
	Sahoo, Singh, Mishra e Sankaran; 2017	<i>Research productivity in management schools of India during 1968-2015(...)</i>	<i>Omega</i>	DEA
ASPECTOS FINANCEIROS	Silva, Vicente, Rosa, Anzilago; 2017	Eficiência dos gastos com a Política de Assistência Estudantil e Taxa de Sucesso da Graduação (...)	Congresso Brasileiro de Custos	DEA + Dados em painel
	Nuintin, Benedicto, Calegário, Curi, Nogueira; 2014	Eficiência da aplicação de recursos públicos nas Universidades Federais	Congresso Brasileiro de Custos	DEA
	Curi, Benedicto, Carvalho, Nuintin, Nogueira; 2014	Eficiência das Universidades Federais quanto ao uso dos Recursos Renováveis	Congresso Brasileiro de Custos	DEA
	Thanassoulis, Sotiros, Koronakos e Despotis; 2018	<i>Assessing the cost-effectiveness of university academic recruitment and promotion policies</i>	<i>European Journal of Operational Research</i>	DEA modificado
EFICIÊNCIA NAS IES	Furtado e Campos; 2015	Eficiência Técnica dos Institutos Federais de Educação, Ciência E Tecnologia	Congresso USP	DEA + Índice Malmquist
	Agasisti, Wolszczak-Derlacz; 2016	<i>Exploring efficiency differentials between Italian and Polish universities, 2001-11</i>	<i>Science and Public Policy</i>	DEA
	Nazarko, Šaparauskas; 2014	<i>Application of dea method in efficiency evaluation of public higher education institutions</i>	<i>Technological and Economic Development of Economy</i>	DEA
	Wolszczak-Derlacz, Parteka; 2011	<i>Efficiency of European public higher education institutions: A two-stage multicountry approach</i>	<i>Scientometrics</i>	DEA + Regressão truncada bootstrap.

Continua (Tabela 1)

... Continuação (Tabela 1)

EFICIÊNCIA NAS IES	Barra, Lagravinese e Zotti; 2018	<i>Does econometric methodology matter to rank universities? An analysis of Italian (...)</i>	<i>Socio-Economic Planning Sciences</i>	DEA + bootstrap + Análise de Fronteira Estocástica.
	Fuentes, Fuster, Lillo-Bañuls; 2016	<i>A three-stage DEA model to evaluate learning-teaching technical efficiency (...)</i>	<i>Expert Systems With Applications</i>	DEA de múltiplos estágios com variáveis contextuais
	Berbegal-Mirabent, Lafuente e Solé; 2013	<i>The pursuit of knowledge transfer activities: An efficiency analysis of Spanish universities</i>	<i>Journal of Business Research</i>	DEA + análise de cluster
	Sacoto, Castorena, Cook, e Delgado; 2015	<i>Time-staged outputs in DEA</i>	<i>Omega</i>	DEA + Modelo de saídas com tempo estendido
	Thanassoulis, Kortelainen, Johnes, G., Johnes, J.; 2011	<i>Costs and efficiency of higher education institutions in England: a DEA analysis</i>	<i>Journal of the Operational Research Society</i>	DEA + Índice Malmquist
MUDANÇAS DE DIRETRIZES EDUCACIONAIS	Sagarra, Mar-Molinero e Agasisti; 2017	<i>Exploring the efficiency of Mexican universities: Integrating Data Envelopment Analysis (...)</i>	<i>Omega</i>	DEA + análise estatística multivariada + dados em painel.
	Herrero e Algarrada; 2010	<i>Is the new ECTS system better than the traditional one? An application to the ECTS (...)</i>	<i>European Journal of Operational Research</i>	DEA modificado
	Berbegal-Mirabent; 2018	<i>The influence of regulatory frameworks on research and knowledge transfer outputs (...)</i>	<i>Journal of Engineering and Technology Management</i>	DEA + índice de Malmquist + Análise de regressão
NOVO MODELO DE ANÁLISE	Amirteimoori, Emrouznejad e Khoshandam; 2013	<i>Classifying flexible measures in data envelopment analysis: A slack-based measure</i>	<i>Measurement</i>	DEA + SBM model of Tone
	Kuah, Wong e Wong; 2012	<i>Monte Carlo Data Envelopment Analysis with Genetic Algorithm for Knowledge Management (...)</i>	<i>Expert Systems with Applications</i>	DEA + simulação de Monte Carlo + Algoritmo Genético (GA)
	Kong e Fu; 2012	<i>Assessing the performance of business colleges in Taiwan using data envelopment analysis (...)</i>	<i>Omega</i>	DEA + AR-DEA
	Lee e Worthington; 2016	<i>A network DEA quantity and quality-orientated production model (...)</i>	<i>Omega</i>	DEA + DEA de rede (NDEA)
DESEMPENHO DAS IES	Lu; 2012	<i>Intellectual capital and university performance in Taiwan</i>	<i>Economic Modelling</i>	DEA de dados em duas etapas + regressão truncada
	Ruiz, Segura e Sirvent; 2015	<i>Benchmarking and target setting with expert preferences: An application to the evaluation (...)</i>	<i>European Journal of Operational Research</i>	DEA + benchmarking

Continua (Tabela 1)

... Continuação (Tabela 1)

OUTROS	Sreekumar e Mahapatra; 2011	<i>Performance modeling of Indian business schools: a DEA-neural network approach</i>	<i>Benchmarking: An International Journal</i>	DEA + Neural network + benchmarking
	Chen e Chen; 2011	<i>Inno-Qual efficiency of higher education: Empirical testing using data envelopment analysis</i>	<i>Expert Systems with Applications</i>	DEA
	Abankina et. al, 2016	<i>From equality to diversity: Classifying Russian universities in a performance oriented system</i>	<i>Technological Forecasting & Social Change</i>	DEA + Análise de Cluster
	Lin; 2009	<i>Efficiency measurement and ranking of the tutorial system using IDEA</i>	<i>Expert Systems with Applications</i>	DEA imprecisa (IDEA).
	Montoneri, Lee, Lin, Huang; 2011	<i>A learning performance evaluation with benchmarking concept for English (...)</i>	<i>Expert Systems with Applications</i>	DEA + Pearson correlation

Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

Na análise dos autores das publicações é possível identificar que a autora que mais publicou artigos foi a Joanna Wolszczak-Derlacz. Seus artigos apresentaram como objetivo avaliar e comparar a produtividade de 500 universidades em 10 países europeus e os Estados Unidos da América, utilizando a metodologia de Malmquist, baseada na estimativa de medidas de distância através da DEA (WOLSZCZAK-DERLACZ, 2018); avaliar a eficiência relativa de uma amostra de 54 universidades estaduais italianas e 30 polonesas no período 2001 a 2011, usando a DEA como metodologia de análise (AGASISTI; WOLSZCZAK-DERLACZ, 2016); e analisar a eficiência e seus determinantes em um conjunto de IES de vários países europeus por meio de técnicas de DEA e Regressão truncada bootstrap (WOLSZCZAK-DERLACZ; PARTEKA, 2011).

Os periódicos que vincularam o maior número de artigos foram o *Expert Systems With Applications* (5) e o *Omega* (5). As publicações do primeiro periódico estão distribuídas entre os subgrupos Eficiência das IES (1 estudo), com o objetivo avaliar a eficiência técnica do processo de ensino-aprendizagem no ensino superior (FUENTES; FUSTER; LILLO-BAÑULS, 2016); Novo Modelo de Análise (1), dedicado a conceber um genuíno modelo de mensuração do desempenho do gerenciamento do conhecimento (KUAH; WONG; WONG, 2012); e Outros (3), com os artigos que focaram em avaliar a eficiência Inno-Qual de 99 universidades taiwanesas (CHEN; CHEN, 2011), em desenvolver uma abordagem de avaliação eficaz para medir e classificar as eficiências dos tutores (LIN, 2009) e em explorar os principais indicadores que contribuem para o desempenho e aprendizagem da língua inglesa dos calouros de uma universidade de Taiwan (MONTONERI et al., 2011).

Os artigos do periódico *Omega* estão divididos em Produtividade das IES (1 estudo), estudo que examinou a produtividade geral da pesquisa das escolas de administração (SAHOO; et al., 2017); Eficiência das IES (1), objetivou examinar um conjunto de dados envolvendo a avaliação da eficiência das escolas de negócios (SACOTO et al., 2015); Mudanças de Diretrizes Educacionais (1), analisou como o “Programa de Modernização Educacional” do México afetou a eficiência no ensino (SAGARRA; MAR-MOLINERO; AGASISTI, 2017); e Novo Modelo de Análise (2), com artigos que objetivaram construir um modelo de avaliação de desempenho baseado em estudantes (KONG; FU, 2012) e desenvolveram um modelo de produção adequado que represente melhor a atividade de pesquisa das universidades (LEE; WORTHINGTON, 2016).

Em relação a técnica de análise dos dados, todos os estudos utilizaram a metodologia DEA ou outros métodos combinados com a DEA. No total 6 artigos apresentaram apenas a

DEA como técnica de análise, os demais combinaram a DEA com outras técnicas não paramétricas e/ou técnicas paramétricas de análise. E 2 artigos utilizaram o modelo DEA, porém fizeram modificações no modelo tradicional. A técnica que mais foi combinada com a DEA foi o Índice de Malmquist (4 estudos), usado, por exemplo, para avaliar a mudança de produtividade no ensino superior no Reino Unido (THANASSOULIS et al., 2011).

No que tange a análise dos *inputs*, pode-se notar que, das categorias apresentadas, a Instituição foi a de maior utilização entre os autores (com 29 menções). Nesta categoria, tem destaque o número de funcionários da instituição no geral, sem divisão de cargos, presente em 10 estudos diferentes. A categoria Docente foi utilizada por 17 vezes nos estudos, seguida por Aluno (13 estudos), Desembolso (11), Monetário (8) e por fim, indicadores relacionados a Avaliação (4).

De maneira individual, além de número de funcionários, outros *inputs* que foram amplamente utilizados foram o número de docentes, empregado por 8 estudos, e o número de alunos, sejam eles de graduação ou pós-graduação, com 7 citações por autores diferentes. Os demais, apareceram 1, 2, 3 ou 4 vezes nos estudos.

Quanto aos *outputs*, a categoria mais utilizada pelos autores foi a Alunos, apresenta 24 vezes nos estudos. Nesta categoria, destaca-se a utilização do número de alunos concluintes (em 10 estudos diferentes) e número de alunos no geral (em 8). A segunda categoria mais expressiva é a Produtividade, mencionada em 13 artigos; logo após vem a categoria monetário (11), Instituição (10), Avaliação (7), Docente (2), Consumo e Outros com 1 estudo para cada.

Analisando de maneira individual, o *output* que foi amplamente utilizado foi publicações/artigo/pesquisa/citações (categoria Produtividade), presente em 13 estudos diferentes, seguido por Alunos concluintes (já citado) e número de aluno no geral (8). Assim como nos *inputs*, os demais foram usados em 1, 2, 3 ou 4 estudos diferentes.

Realizou-se, também, um levantamento dos modelos (CCR ou BCC) e orientações (ao *input* ou *output*) utilizados pelos autores em seus estudos, a fim de responder a seus problemas de pesquisa. Percebeu-se que o modelo mais utilizado foi o BCC, presente em 13 estudos, em seguida o CCR, com 8, um modelo modificado a partir destes, em 5 estudos e, por fim, BCC e CCR juntos, em 4 estudos. O modelo BCC foi utilizado pelos seguinte autores: Furtado e Campos (2015); Silva, Vicente, Rosa e Anzilago (2017); Nuintin et al. (2014); Curi et al. (2014); Agasisti e Wolszczak-Derlacz (2016); Barra, Lagravinese e Zotti (2018); Sagarra, Mar-Moliner e Agasisti (2017); Berbegal-Mirabent, Lafuente e Solé (2013); Lin (2009); Sacoto et al., (2015); Berbegal-Mirabent (2018); Sahoo et al., (2017) e Lu (2012).

Quanto a orientação, o mais utilizado foi o *output* (o qual maximiza as saídas mantendo o mesmo nível de insumo), presente em 15 estudos. Após, aparecem os estudos onde não foram utilizados nenhuma das orientações ou não foram informadas (em 9), em seguida a orientação ao *input* (em 5) e para finalizar, a utilização de ambas as orientações estiveram presentes apenas um estudo. Nota-se a utilização da orientação ao *output* nos estudos de Furtado e Campos (2015); Nuintin et al., (2014); Sreekumar e Mahapatra (2014); Wolszczak-Derlacz (2018); Agasisti e Wolszczak-Derlacz (2016); Nazarko e Šaparauskas (2014); Wolszczak-Derlacz e Parteka (2011); Chen e Chen (2011); Fuentes, Fuster e Lillo-Bañuls (2016); Berbegal-Mirabent, Lafuente e Solé (2013); Sacoto et al., (2015); Berbegal-Mirabent (2018); Sahoo et al., (2017); Montoneri et al., (2011); e Lee e Worthington (2016).

Nos artigos agrupados em Produtividade das IES, os resultados encontrados foram diversos. Na amostra europeia do estudo de Wolszczak-Derlacz (2018) foi constatado que o crescimento da produtividade está negativamente associado ao tamanho da instituição e às receitas do governo e positivamente ao desenvolvimento regional, enquanto o crescimento da produtividade da IES americana é caracterizado por uma associação negativa com o PIB e uma positiva com a parcela de recursos do governo da receita total. Guironnet e Peypoch (2018) concluíram em seu estudo que em relação a distribuição geográfica das instituições a difusão

do conhecimento parece ser homogênea no território americano, enquanto a produtividade da pesquisa é mais heterogênea e que as universidades públicas apresentam maior eficiência educacional, favorecendo a qualidade educacional em relação à produtividade da pesquisa. Sahoo et al. (2017) descobriram que as escolas públicas e privadas eram aparentemente semelhantes na produtividade da pesquisa e que os membros do corpo docente que tinham doutorado em escolas estrangeiras eram mais produtivos do que aqueles que tinham diplomas semelhantes nas escolas indianas.

Os resultados das pesquisas do subgrupo Aspectos Financeiros apontam que não há relação entre os índices de taxa de sucesso com as *proxies* de eficiência das despesas de assistência estudantil (SILVA et al., 2017), que o uso racional de recurso renováveis é pouco incentivado e o número de IES eficientes nesse sentido é pouco expressivo (CURI et al., 2014). Nuintin et al. (2014) concluem em seu estudo que as variáveis com maior peso na composição do nível de eficiência foram a Taxa de Sucesso na Graduação e o resultado do *Ranking* internacional Quacquarelli Symonds (que classifica as mil melhores universidades do mundo). Thanassoulis et al. (2018) desenvolveram uma abordagem que pode ser aplicada por uma instituição acadêmica onde a pesquisa é um critério-chave para o recrutamento, mas os dados de entrada e saída utilizados na pesquisa foram estimados e, portanto, as descobertas não refletem necessariamente o real estado da instituição estudadas.

Entre as pesquisas que objetivaram estudar a Eficiência nas IES alguns dos resultados encontrados foram: que a obtenção de resultado pelos institutos não está condicionado a maiores gastos (FURTADO; CAMPOS, 2015); que há uma forte heterogeneidade nos escores de eficiência das universidades italianas e polonesas (AGASISTI; WOLSZCZAK-DERLACZ, 2016); universidades polonesas de tecnologia são diversificadas quanto à eficiência de seu desempenho (NAZARKO; SAPARAUSKAS, 2014); que fatores regionais relacionados ao desenvolvimento tecnológico e à cultura empreendedora influenciam fortemente a eficiência das universidades e seu envolvimento em atividades de transferência de conhecimento (BERBEGAL-MIRABENT et al., 2013).

Sagarra et al. (2017), Herrero e Algarrada (2010) e Berbegal-Mirabent (2018) pesquisaram as Mudanças de Diretrizes Educacionais, estudando respectivamente universidades mexicanas, estudantes de uma universidade espanhola e o ensino superior público espanhol. Herrero e Algarrada (2010) e Berbegal-Mirabent (2018), em seus resultados, demonstram que houve uma melhora em termos de eficiência após as mudanças no sistema educacional. Já, Sagarra et al. (2017) ressaltam a evolução da eficiência de algumas das universidades pesquisadas.

Entre os autores que desenvolveram um Novo Modelo de Análise utilizando a DEA, Amirteimoori, Emrouznejad e Khoshandam (2013) concluíram que a abordagem desenvolvida no artigo faz uma discriminação relativamente melhor nas DMUs; Kuah, Wong e Wong (2012) compararam o modelo desenvolvido com o tradicional e apontaram que os resultados do modelo proposto na pesquisa seriam mais úteis para os gestores determinarem estratégias de gerenciamento do conhecimento; Kong e Fu (2012) estabeleceram que, em relação a alguns fatores, a análise por envoltória de dados da região de garantia (AR-DEA) proposta é melhor do que o DEA na medição do desempenho das faculdades de negócios em Taiwan; Lee e Worthington (2016) tiveram como principal descoberta que os modelos padrão DEA tendem a exagerar a eficiência da pesquisa da maioria das universidades australianas.

Na categoria Desempenho das IES, os resultados da pesquisa de Lu (2012) apontam que as 40 universidades públicas de Taiwan estudadas são melhores em lidar com eficiências de custo do que as eficiências de ensino e pesquisa. Enquanto o estudo de Ruiz et al. (2015), sobre o desempenho educacional das universidades públicas espanholas, constatou que apesar do uso de modelos que minimizam a distância até a fronteira, os resultados mostraram que, em

alguns casos, as metas de eficiência são difíceis de alcançar, se for levado em conta o ponto de partida da universidade que está sendo avaliada.

Por fim, na subseção Outros, os achados foram que as características de *benchmarking* do modelo DEA podem segmentar automaticamente todas as DMUs em diferentes níveis com base nos indicadores inseridos no mecanismo de avaliação de desempenho (MONTONERI et al., 2011); que o modelo rede neural (NN) pode propiciar que as escolas individuais gerem cenários com os dados sob seu controle e testem seu próprio desempenho (SREEKUMAR; MAHAPATRA, 2011); que mais da metade (73%) das 99 universidades de Taiwan pesquisadas são altamente ineficientes para melhorar o desempenho da Inno-Qual (CHEN; CHEN, 2011); que ao examinar os dados empíricos das universidades estaduais russas as classificaram em vários tipos, incluindo universidades de nicho, líderes de mercado, líderes de P & D, universidades de boa reputação e entre outros (Abankina et al. 2016); que a abordagem proposta no estudo pode ser usado facilmente como uma técnica de administração eficaz para determinar a classificação final das principais DMUs (LIN, 2009).

Quanto a possíveis lacunas de pesquisa, verifica-se a escassez de estudos que utilizam como amostra IES de cunho privado e não há, também, muitos estudos que fazem comparações entre estados do mesmo país. A fim de preencher essas lacunas, pode-se realizar estudos que façam, portanto, comparações entre universidades estaduais, privadas e entre estados, afim de verificar se aquele (a) que dispõe de maior investimento em educação é também, aquele (a) mais eficiente em relação a formação de alunos, publicações, notas em exames que medem qualidade e entre outras variáveis. É viável, também, desenvolver estudos que possam identificar novas variáveis, financeiras ou não, para diversificar os *inputs* e *outputs* utilizados no cálculo da DEA.

5 Conclusão

Este estudo buscou realizar uma revisão sistemática nos artigos que pesquisaram sobre educação superior e utilizaram a metodologia DEA no período de 2009 a 2018. A revisão apresentou dados de artigos publicados em periódicos cujo Qualis CAPES é A1 e cuja área de avaliação seja administração pública e de empresas, ciências contábeis e Turismo. Os dados analisados se referem ao ano de publicação, autores, objetivos, *inputs* e *outputs*, modelo e orientação, palavras-chave e países analisados nos estudos da amostra.

Como resultados, verificou-se que no período analisado, os anos de 2011 e 2018 foram o de maior quantidade de publicação; quanto as palavras chaves, o termo “análise envoltória de dados” aparece no topo das mais utilizadas; verificou-se também que o continente que mais contribuiu com estudos foi o Europeu; os objetivos mais citados são os que buscam estudar a eficiência das IES; a autora que veiculou o mais artigos foi a Joanna Wolszczak-Derlacz e os periódicos que mais publicaram na área foram o *Expert Systems With Applications* e o *Omega*.

Ao examinar as técnicas de análise utilizadas pelas pesquisas é possível constatar que a DEA pode ser utilizada tanto sozinha como combinada com outras metodologias de análise, o que potencializa e amplia a sua operacionalidade. Assim, a DEA é um método não paramétrico de análise que pode ser empregado com outras técnicas de análise paramétricas ou não paramétricas. No que tange os *inputs* e *outputs*, a categoria dos *inputs* mais utilizados pelos autores foi a Instituição e em relação aos *outputs*, a categoria de maior destaque foi Aluno; quanto ao modelo, constatou-se que o BCC é o mais utilizado e a orientação mais comum foi ao *output*;

Com base no que foi apresentado, pode-se dizer que o perfil das publicações, a fim de medir eficiência no ensino superior, está voltado a descobrir como as IES podem maximizar seus *outputs* (produtos finais) com um nível estável de insumos (*inputs*). Uma possível

explicação, é o que a literatura abordou, quanto a escassez de recursos financeiros e o fato, de muitas dependerem de órgãos públicos, desta forma não podendo alterar com facilidade os *inputs*.

Como limitação, este estudo traz o fato de serem encontrados, numa primeira busca, muitos artigos que abordavam sobre DEA no ensino superior, sendo preciso, por tanto, limitar nos artigos de periódicos cuja Qualis CAPES é A1 e área de avaliação seja administração pública e de empresas, ciências contábeis e Turismo. Desta forma, não se pode generalizar os resultados encontrados nesta pesquisa, isso porque podem ser encontrados outros objetivos, bem como mudança de autores, *inputs* e *outputs*, modelo e orientação do DEA e demais pontos investigados por esse estudo que não permitem generalizações a outras áreas.

Referências

ABANKINA, I. et al. **From equality to diversity: Classifying Russian universities in a performance oriented system.** Technological Forecasting and Social Change, 2016. p. 228–239.

AGASISTI, T.; WOLSZCZAK-DERLACZ, J. **Exploring efficiency differentials between Italian and Polish universities, 2001-11.** Science and Public Policy, 43(1), 2016. p. 128–142.

AMIRTEIMOORI, A.; EMROUZNEJAD, A.; KHOSHANDAM, L. **Classifying flexible measures in data envelopment analysis: A slack-based measure.** Measurement: Journal of the International Measurement Confederation, 46(10). 2013. p. 4100–4107.

BARRA, C.; LAGRAVINESE, R.; ZOTTI, R. **Does econometric methodology matter to rank universities? An analysis of Italian higher education system.** Socio-Economic Planning Sciences, 62. 2018. p. 104–120.

BERBEGAL-MIRABENT, J. **The influence of regulatory frameworks on research and knowledge transfer outputs: An efficiency analysis of Spanish public universities.** Journal of Engineering and Technology Management - JET-M, 47. 2018. p. 68–80.

BERBEGAL-MIRABENT, J.; LAFUENTE, E.; SOLÉ, F. **The pursuit of knowledge transfer activities: An efficiency analysis of Spanish universities.** Journal of Business Research, 66(10). 2013. p. 2051–2059.

BOGETOFT, P.; OTTO, L. **Benchmarking with DEA, SFA, and R.** Copenhagen: Springer. 2010.

BOUERI, R.; ROCHA, F. F.; RODOPOULOS, F. M. A. **Avaliação da qualidade do gasto público e mensuração da eficiência.** Brasília: Secretaria do Tesouro Nacional. 2015.

CARRILO, J.; IRANZO, C. Calificación y Competencias Laborales en la América Latina. 2000. Disponível em: <http://sgpwe.izt.uam.mx/pages/egt/Cursos/ProcesodeTrabajo/Sesion%207/Carrillo_Iranzo_Calificacionycompetencias.pdf>. Acesso em: 23 de jul. 2019.

CASADO, F. L. **Análise envoltória de dados: conceitos, metodologia e estudo da arte na educação superior.** Revista Sociais e Humanas, 20(1).2007. p. 59–71.

CHARNES, A. et al. **Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology, and Application.** New York: Springer. 1994.

CHEN, J. K.; CHEN, I. S. **Inno-Qual efficiency of higher education: Empirical testing using data envelopment analysis.** *Expert Systems with Applications*, 38(3). 2010. p. 1823–1834.

COOPER, W. W.; SEIFORD, L. M; TONE, K. **Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software.** Kluwer Academic Publishers. 2002.

CORDERO-FERRERA, J. M.; PEDRAJA-CHAPARRO, F.; SALINAS-JIMÉNEZ, J. **Measuring efficiency in education: an analysis of different approaches for incorporating non- discretionary inputs.** *Applied Economics*, 40. 2008.

CURI, M. A. et al. Eficiência das Universidades Federais quanto ao uso dos Recursos Renováveis. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS, 11, 2014, Rio Grande no Norte. **Anais...** Natal: CBC, 2014.

DRESCH, A.; LACERDA, D. P.; JÚNIOR ANTUNES, J. A. V. **Design science research: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia.** Bookman Editora. 2015.

EMROUZNEJAD, A.; YANG, G. L. **A survey and analysis of the first 40 years of scholarly literature in DEA: 1978–2016.** *Socio-Economic Planning Sciences*.2018. p. 4–8.

FUENTES, R.; FUSTER, B.; LILLO-BAÑULS, A. **A three-stage DEA model to evaluate learning-teaching technical efficiency: Key performance indicators and contextual variables.** *Expert Systems with Applications*, 48.2016. p. 89–99.

FURTADO, L.; CAMPOS, G. M. **Eficiência técnica dos institutos federais de educação, ciência e tecnologia.** In: Congresso USP Controladoria e Contabilidade, 15., 2015, São Paulo. **Anais...** São Paulo: USP, 2015. p. 1–15.

GUIRONNET, J.; PEYPOCH, N. **The geographical efficiency of education and research: The ranking of US universities.** *Socio-Economic Planning Sciences*, v. 62, p. 44-55, 2018.

HERRERO, I.; ALGARRADA, I. **Is the new ECTS system better than the traditional one? An application to the ECTS pilot-project at the University Pablo de Olavide.** *European Journal of Operational Research*, v. 204, n. 1, p. 164-172, 2010.

JOHNES, J. **Data envelopment analysis and its application to the measurement of efficiency in higher education.** *Economics of Education Review*, 25(3). 2006. p. 273–288.

JOHNES, J.; PORTELA, M.; THANASSOULIS, E. **Efficiency in education.** *Journal of the Operational Research Society*, 68(4). 2017. p. 331–338.

KHAN, K. S. et al. **Five steps to conducting a systematic review.** *Journal of the royal society of medicine*, 96(3) 2003. p. 118–121.

KITCHENHAM, B. **Procedures for Performing Systematic Literature Reviews.** Keele

University. 2004. p. 1–28.

KONG, W. H.; FU, T. T. **Assessing the performance of business colleges in Taiwan using data envelopment analysis and student based value-added performance indicators.** Omega (United Kingdom), 40(5). 2012. p. 541–549.

KUAH, C. T.; WONG, K. Y.; WONG, W. P. **Monte Carlo Data Envelopment Analysis with Genetic Algorithm for Knowledge Management performance measurement.** Expert Systems with Applications, 39(10). 2012. p. 9348–9358.

LEE, B. L.; WORTHINGTON, A. C. **A network DEA quantity and quality-orientated production model: An application to Australian university research services.** Omega (United Kingdom), 60. 2016. p. 26–33.

LIN, H. T. **Efficiency measurement and ranking of the tutorial system using IDEA.** Expert Systems with Applications, 36(8). 2009. p. 11233–11239.

LIU, J. S. et al. **A survey of DEA applications.** Omega (United Kingdom), 41(5). 2013. p. 893–902.

LU, W. M. **Intellectual capital and university performance in Taiwan.** Economic Modelling, 29(4). 2012. p. 1081–1089.

MONTONERI, B. et al. **A learning performance evaluation with benchmarking concept for English writing courses.** Expert Systems with Applications, 38(12). 2011. p. 14542–14549.

MUNIZ, R. A.; CALDAS, O. V. **Eficiência Técnica Relativa das Instituições Federais de Ensino Superior (IFES) Brasileira: Um Estudo a Partir da Análise Envoltória de Dados (DEA).** In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS CONTÁBEIS, 13., 2019, São Paulo. **Anais...**São Paulo: ANPCONT, 2019.

NAZARKO, J.; ŠAPARAUSKAS, J. **Application of DEA method in efficiency evaluation of public higher education institutions.** Technological and Economic development of Economy, 20(1). 2014. p. 25–44.

NUINTIN, A. A. et al. **Eficiência da aplicação de recursos públicos nas universidades federais.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS, 11, 2014, Rio Grande no Norte. **Anais...** Natal: CBC, 2014.

OCDE - Organisation de coopération et de développement économiques. **Nível de educação de adultos.** 2017. Disponível em: < <https://data.oecd.org/eduatt/adult-education-level.htm>>. Acesso em: 23 jul. 2019

OCDE - Organisation de coopération et de développement économiques. **Gasto público com educação.** 2016. Disponível em: < <https://data.oecd.org/eduresource/public-spending-on-education.htm#indicator-chart>>. Acesso em: 23 jul. 2019.

PORTO, C.; RÉGNIER, K. **O ensino superior no mundo e no Brasil: condicionantes, tendências e cenários para o horizonte 2003-2025: uma abordagem exploratória.** Brasília, DF, Brasil. 2003. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/sesu/arquivos/pdf/ensinosuperiormundobrasiltendenciascenarios2003-2025.pdf>>. Acesso em: 22 jul. 2019.

RUIZ, J. L.; SEGURA, J. V.; SIRVENT, I. **Benchmarking and target setting with expert preferences: An application to the evaluation of educational performance of Spanish universities.** European Journal of Operational Research, v. 242, n. 2, p. 594-605, 2015.

SACOTO, S. A. et al. **Time-staged outputs in DEA.** Omega (United Kingdom), 55. 2015. p. 1–9.

SAGARRA, M.; MAR-MOLINERO, C.; AGASISTI, T. **Exploring the efficiency of Mexican universities: Integrating Data Envelopment Analysis and Multidimensional Scaling.** Omega (United Kingdom), 67. 2017. p. 123–133.

SAHOO, B. K. et al. **Research productivity in management schools of India during 1968-2015: A directional benefit-of-doubt model analysis.** Omega (United Kingdom), 66. 2017. p. 118–139.

SCHWARTZMAN, J. **Um sistema de indicadores para as universidades brasileiras.** Núcleo de Pesquisas sobre Ensino Superior da Universidade de São Paulo (NUPES), Minas gerais, Brasil. 1994.

SILVA, C. A. et al. **Eficiência dos Gastos com a Política de Assistência Estudantil e taxa de Sucesso da Graduação: Uma análise nas Universidades Públicas Federais Brasileiras.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS, X, 2017, Santa Catarina. **Anais...** Florianópolis: CBC, 2017.

SREEKUMAR, S.; MAHAPATRA, S. S. **Performance modeling of Indian business schools: A DEA-neural network approach.** Benchmarking: An International Journal, 18(2). 2011. p. 221–239.

THANASSOULIS, E. et al. **Costs and efficiency of higher education institutions in England: A DEA analysis.** Journal of the Operational Research Society, 62(7). 2011. p. 1282–1297.

WITTE, K.; LÓPEZ-TORRES, L. **Efficiency in education: a review of literature and a way forward.** Journal of the Operational Research Society, 68(4). 2017. p. 339–363.

WOLSZCZAK-DERLACZ, J. (2018). Assessment of TFP in European and American Higher Education Institutions – Application of Malmquist Indices. Technological and Economic Development of Economy, 24(2), 467–488.

WOLSZCZAK-DERLACZ, J.; PARTEKA, A. **Efficiency of European public higher education institutions: A two-stage multicountry approach.** Scientometrics, 89(3). 2011. p. 887–917.