

REDES DE COAUTORIAS COMO INSUMO E PRODUTO EM ANÁLISE DE ENVOLTÓRIA DE DADOS

DOI: <https://doi.org/10.35700/2317-1839.2024.v12.5011>

77

THIAGO RAFAEL NOGUEIRA CARDOSO, Msc

Mestre em Administração – CEFET - MG
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – CEFET- MG
e-mail: thiagocardoso@yahoo.com.br
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8514-6102>

LÍVIA MARIA DE PÁDUA RIBEIRO, Dra.

Doutora em Administração - UFLA
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – CEFET- MG
e-mail: livia.padua2014@gmail.com
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5271-9397>

RITA DE CÁSSIA LEAL CAMPOS, Dra

Doutora em Administração - UFLA
Universidade Federal de Lavras - UFLA
e-mail: rita.campos.adm@gmail.com
ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6092-8810>

UAJARÁ PESSOA ARAÚJO, Dr.

Doutor em Administração UFLA
Doutor em Engenharia de Produção - USP
Instituição de Ensino vinculado
e-mail: uajara@cefetmg.br
ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1288-1514>

RESUMO

A Análise de Envoltória de Dados (DEA) evidencia a relação entre recursos (insumos) e resultados (produto) quando ambos são de natureza variada. As redes de parcerias facilitam as pesquisas e são construídas ao longo do processo, constituindo-se assim em insumo e produto, que devem ser considerados na análise de eficiência. Esta proposição foi testada, comparando modelos tradicionais de DEA com e sem a incorporação de indicador de redes, usando como objeto seis programas de pós-graduação de diferentes áreas em uma Instituição Federal de Ensino Superior. Tratou-se de uma pesquisa documental, transversal, com abordagem tipicamente objetivista, com aplicação de modelos de supereficiência. Como resultado, aponta-se a Educação Tecnológica como o programa mais eficiente e a Engenharia de Materiais como menos eficiente no modelo tradicional. Ao incorporar o elemento de redes, todavia, a Modelagem Matemática e Computacional assume o lugar de menos eficiente e ganha destaque positivo o programa de Engenharia Civil.

Palavras-chave: DEA; Ferramenta de apoio a decisão; Pós-graduação.

CO-AUTHORSHIP NETWORKS AS INPUTS AND PRODUCT IN DATA ENVELOPMENT ANALYSIS

ABSTRACT

Data Envelopment Analysis (DEA) highlights the relationship between resources (inputs) and results (output) when both are of varied nature. Partnership networks facilitate research and are built throughout the process, thus constituting an input and output, which must be considered in the efficiency analysis. This proposition was tested, comparing traditional DEA models with and without the incorporation of a network indicator, using as object six graduate programs from different areas in a Federal Institution of Higher Education. It was a cross-sectional documentary research, with a typically objectivist approach, with the application of super-efficiency models. As a result, Technological Education is pointed out as the most efficient program and Materials Engineering as the least efficient in the traditional model. By incorporating the element of networks, however, Mathematical and Computational Modeling takes the place of being less efficient and the Civil Engineering program gains positive prominence.

Keywords: DEA; Decision support tool; Postgraduate studies.

1 INTRODUÇÃO

A sociedade brasileira canaliza recursos significativos – na sua maior parte, públicos – para a manutenção de um Sistema de Pós-Graduação de porte: em 2021, eram 110,1 mil professores para 405,2 mil discentes, distribuídos em 4,7 mil Programas (CAPES, 2023). Esse Sistema é dirigido pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) que desenvolve e aplica métricas próprias para avaliar periodicamente cada Programa, considerando recursos (como professores e estrutura), processos (como planejamento, autoavaliação, acompanhamento de egressos, internacionalização) e produção (titulados, teses, dissertação, artigos, patentes, impacto na sociedade). Em função dos resultados da avaliação, os Programas são autorizados ou descontinuados. A avaliação CAPES não faz uso da Análise de Envoltória de Dados (Data Envelopment Analysis – DEA), mas ela pode ser útil para a administração de cada Programa e Instituição de Ensino Superior (IES) nas suas decisões internas que, em última consideração, visam um conceito mínimo ou superior na avaliação CAPES.

A DEA (Análise Envoltória de Dados) é uma técnica não paramétrica utilizada para avaliar o desempenho de unidades tomadoras de decisão (DMU) em um conjunto de atividades (FERREIRA; GOMES, 2020). Essa técnica é utilizada para medir a eficiência de unidades produtivas em cenários nos quais o aspecto financeiro não é o único fator considerado. Dessa maneira, a DEA busca monitorar a produtividade, permitindo a comparação entre diferentes fatores, expressos em diversas unidades de medida (MELLO *et al.*, 2003).

No presente caso, a técnica foi aplicada a um Programa de Pós-Graduação, visando fornecer subsídios aos coordenadores de cursos e pró-reitores. A DEA pode permitir a avaliação da eficiência dos programas e a identificação de melhores práticas. Com os dados disponíveis, os coordenadores podem realizar uma análise detalhada da produtividade, alocação de recursos e desempenho acadêmico de cada programa. Através da DEA, é possível comparar os programas, identificar os mais eficientes e entender quais fatores contribuem para o seu sucesso. Essas informações possibilitam tomar decisões mais embasadas para otimizar recursos,

promover a colaboração entre programas e direcionar esforços para melhorar o desempenho geral da instituição de ensino.

A aplicabilidade da DEA na área da educação foi submetida à prova em algumas oportunidades, como no ensino fundamental por Moita (1995) e Hung (2016); no ensino superior por Alencastro (2006); em instituições federais por Belloni (2000) e Melo (2019); e, especificamente, na pós-graduação por Paiva (2000), Marcelice (2006) e Oliveira (2011).

No entanto, os modelos de DEA, como prática, dispensam de maiores cuidados em relação às redes de parcerias em pesquisas, que explicam e são explicadas, em parte, pela conduta estratégica dos professores e alunos que se procuram para combinar esforços, conhecimentos, equipamentos e insumos com o propósito de concluir uma dissertação ou tese, publicar artigos ou patentear alguma invenção. Nessa construção, uma rede anterior à iniciativa, com ligações já estabelecidas, é ativada, agrega novos agentes, reforça laços, abandona outros e assim é transformada em uma nova rede disponível para outra ativação, em um ciclo que se pretende virtuoso para o desenvolvimento do Programa. A rede anterior seria um insumo do processo e a rede transformada seria um subproduto, tanto quanto as teses e as dissertações.

Frente ao exposto chegou-se ao seguinte problema de pesquisa: Como avaliar o desempenho dos programas de pós-graduação de uma instituição de ensino superior, fazendo uso da junção de ferramentas de redes e análise envoltória de dados (DEA) para apoio a tomada de decisão? Admitindo a significância das redes na pós-graduação e amparado em estudos como de Araújo et al (2017), o propósito desta investigação é verificar as indicações da DEA quando ao incorporar redes como insumo e produto nos modelos estabelecidos. Para tanto, usou-se como objeto de teste seis Programas do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, com espelhamentos de pesquisas de DEA com objetos semelhantes. A relevância do trabalho está em reafirmar ou refinar modelos de DEA, eventualmente, tornando-a mais eficaz como ferramenta de apoio às decisões.

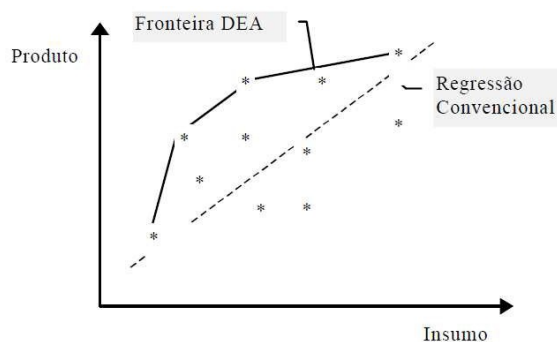
2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 DEA e sua utilização

Diversas ferramentas de apoio à tomada de decisão estão disponíveis aos gestores. As principais são: Processo Analítico Hierárquico (AHP); Fronteira de Produção Estocástica (SFA); Multicritério de Apoio à Decisão Construtivista (MCDA-C) e a DEA, que há algum tempo é destacada tanto das áreas de Engenharia como de Administração (NASCIMENTO, 2010).

A DEA mensura e compara eficiências de unidades tomadoras de decisão (DMU), que apresentam entre si características semelhantes, de forma multiobjetiva: com múltiplos *inputs* utilizados e *outputs* produzidos (SOUZA; WILHELM, 2009). Diferente das abordagens paramétricas, que têm como objetivo estimar uma reta de regressão através dos dados, a DEA é não-paramétrica, otimizando cada observação individual com o foco em calcular uma fronteira discreta formada pelas unidades através de programação matemática (CHARNES *et al.*, 1994; CASADO, 2007).

Diferenciação da abordagem paramétrica de Análise de Regressão pela fronteira não paramétrica gerada pelo DEA.



Fonte: Charnes et al. (1994)

O conceito do método de análise envoltória de dados derivou do conceito de eficiência proposto por Farrel (1957) através das razões ponderadas de produtos e recursos expressos na equação:

$$0_k = \frac{\sum_j u_j y_{jk}}{\sum_i v_i x_{ik}}$$

Nessa expressão, o índice de eficiência representado por 0_k está em função de entradas e saídas múltiplos. Os termos u_j representam o peso de cada output e v_i o peso de cada input. Os termos y_{jk} representam os resultados em comparação com termos x_{ik} , que representam os insumos. A DEA determina uma condição ótima de operação para cada uma das unidades produtivas de forma separada como forma de maximizar sua eficiência (SAURIN et al., 2013).

A DEA é utilizada há décadas em diversas áreas e teve sua origem na avaliação de programas escolares nos EUA no estado do Texas através do trabalho seminal que gerou o modelo CCR, iniciais de seus propositores (CHARNES; COOPER; RHODES, 1978). Trata-se de um modelo de retornos constantes de escala (CRS), ou seja, as mudanças nos valores de entrada geram alterações proporcionais nas saídas (MARIANO; ALMEIDA; REBELATTO, 2005).

O modelo BCC (BANKER; CHARNES; COOPER, 1984), escolhido para este trabalho, foi desenvolvido em 1984. Nele, incorporaram-se os conceitos de retornos variáveis de escala, VRS (Variable Returns to Scale). Ser um modelo VRS significa que mudanças nos valores das entradas podem gerar alterações maiores, menores ou constantes nas saídas, sendo estas não necessariamente proporcionais (MELO, 2019). Esses modelos podem ser orientados à diminuição de insumos ou ao aumento de produtos.

Charnes *et al* (1994) apontaram algumas das vantagens da utilização da DEA como: (i) possuir um foco nas observações individuais, antes que em médias populacionais; (ii) poder utilizar múltiplos insumos e múltiplos produtos simultaneamente; (iii) trabalhar com diferentes tipos de unidades de medidas para *inputs* e/ou *outputs*; (iv) possibilitar a utilização de variáveis categóricas tipo “dummy”; e (v) dispensar o conhecimento prévio dos pesos para os insumos e produtos.

Cabe observar que a aplicação da ferramenta CCR e BBC requer que número de unidades tomadora de decisão possa ser, pelo menos, o quádruplo ou quádruplo do número de variáveis (GONZALEZ-ARAYA, 2002).

O presente trabalho não observou essa diretriz e apoiou-se no complemento da supereficiência seguindo Leta *et al.*, 2005. A ideia desse método é comparar a unidade que é avaliada com uma combinação linear de todas as outras unidades da amostra, excluindo as observações da DMU em avaliação (ANGULO- MEZA; LINS, 2002). Assim, dado que a unidade que em avaliação é expulsa do conjunto das unidades de comparação, a eficiência obtida pode ser maior que 100%, desempatando assim unidades eficientes (LETA *et al.*, 2005). Ao retirar-se a DMU C da análise, sua comparação passa a ser feita com o alvo C'. Uma vez que parte da fronteira foi eliminada, quando a DMU C é comparada com o seu alvo, ela é mais do que eficiente, isto é, supereficiente em comparação a C' (LETA *et al.*, 2005). Para o teste de supereficiência, nesta pesquisa, foram utilizados modelos CCR, já que modelos com retornos variáveis de escala apresentam problemas de inviabilidade no momento de classificar DMUs com supereficiência (ZHU, 1996).

O detalhamento da aplicação da DEA foi remetido à seção de Resultados, na expectativa que a exemplificação prática seja suficiente e interessante para a compreensão da técnica. Entrementes, apresentou-se como necessário indicar aqui a sua adoção na academia. Já em 2016, estudo bibliométrico apontou o aumento da utilização DEA no Brasil (ARAÚJO *et al.*, 2016a). Na oportunidade, foram identificados 487 artigos, 240 dissertações, 75 teses e 1 pesquisa de livre docência, concentrados nas áreas de Economia, Engenharia de Produção e Administração.

Alguns desses trabalhos foram dedicados à área da educação, como Moreira (2008). O autor buscou avaliar a eficiência relativa dos Programas de Pós-Graduação (PPG) em Administração, Contabilidade e Turismo utilizando análise envoltória de dados de retorno constantes de escala para o triênio 2004 a 2006. Oliveira (2011) fez estudo complementar e buscou avaliar a eficiência relativa de PPG em Administração, Contabilidade e Turismo utilizando DEA de retorno variáveis de escala para o triênio 2004 a 2006 e 2007 a 2009. Já Sampaio e Guimarães (2009) tiveram como objetivo comparar desempenhos de instituições de ensino básico entre público e privado. Giacomello e Oliveira (2014) apresentaram uma aplicação de DEA para avaliar as unidades de ensino da Universidade de Caxias do Sul. A DEA foi também utilizada para cálculo de eficiência ao longo do tempo como em universidades federais brasileiras no ano de 2004 a 2008 (COSTA *et al.*, 2015).

Cohen (2019), em um estudo mais recente, buscou avaliar a eficiência produtiva no ensino superior comparando 56 universidades brasileiras e 31 universidades colombianas. Uma das indicações apontadas no trabalho foi que a principal causa dos baixos scores era o uso ineficiente dos docentes e dos recursos financeiros. Já Melo (2019) utilizou o modelo DEA para comparar as unidades acadêmicas das Universidade Federal de Goiás no ano de 2017 e encontrou que, das 27 unidades, apenas duas seriam eficientes.

Brasil não é caso isolado: a DEA tem ocupado um importante espaço nos estudos comparativos de eficiência em unidades de ensino superior no mundo todo (NADERI, 2019). Alguns estudos estão em comparações dentro do mesmo país (PIETRZAK M.; PIETRZAK P.; BARAN *et al.*, 2016) e comparações entre países (WOLSZCZAK-DERLACZ; PARTEKA, 2011; WOLSZCZAK-DERLACZ, 2017), avaliando faculdades, universidades e departamentos acadêmicos (ERKOC, 2015; NADERI, 2019).

2.2 Redes

Entende-se redes sociais como um conjunto de participantes autônomos, unidos por ideias e recursos, em torno de valores e interesses compartilhados através dos contatos que se relacionam (MARTELETO, 2001), criando laços fortes ou fracos (GRANOVETTER, 1973) em função do tempo, intensidade e intimidade.

Os laços facilitam a obtenção de recursos, entre eles a informação (COLEMAN, 1988). Quanto mais recursos perpassam uma rede, mais qualificada ela se torna. Para Bourdieu (1998), esses recursos reais ou potenciais ligados à posse de uma rede ajudam na explicação do conceito de capital social. A premissa por trás do conceito de capital social é bastante simples e direta: investimento nas relações sociais com retornos esperados (LIN, 2017).

A busca do capital social pode ser observada em diversas áreas da sociedade, inclusive na academia. Uma das aplicações que reúne esses conceitos é o estudo de redes de coautoria, que são um tipo de rede social baseada na investigação de colaboração entre unidades de pesquisa. Esta pode ser construída a partir de indivíduos (autores) ou instituições participantes na elaboração de artigos (LIU *et al.*, 2005).

Uma vez estabelecidas tais parcerias colaborativas, elas são, muitas vezes, firmadas na comunicação de seus resultados a partir da produção de artigos científicos produzidos pelos colaboradores (LOPEZ-LOPEZ *et al.*, 2015). Através da publicação, ocorre a legitimação da ciência pelos pares, podendo a mesma ser representada nas etapas: a pesquisa, os resultados da pesquisa, os resultados da pesquisa escritos em texto, os textos submetidos a publicações, os textos candidatos à publicação submetidos à avaliação por pares, a publicação dos resultados e a finalmente a legitimação como ciência (HOPPEN, 2014).

O estudo de redes colaborativas já possui certa tradição na academia brasileira, sendo usualmente empregada a análise sociométrica das ligações estabelecidas por coautoria ou parceria em projetos para traçar a estrutura do arranjo, discutir a sua dinâmica e revelar a lógica e o impacto das ligações (ARAÚJO *et al.*, 2016b). A análise de redes é uma ferramenta para o estudo da ação social aplicável em níveis estrutural, individual e relacional, aplicando métricas para a investigação das relações sociais. No nível estrutural, a conectividade define os componentes de rede, com propriedades específicas de coesão, como a densidade. No nível do indivíduo, o principal conceito é a centralidade, relacionado à importância estrutural e proeminência de um indivíduo na rede. E ainda no nível relacional, que diz respeito à forma na qual os atores ocupam papéis nas redes (BARBOZA; LARUCCIA, 2016).

Vários programas de pós-graduação foram estudados no Brasil sob a perspectiva de redes. Como exemplo, ciências da informação (SANTOS *et al.*, 2012); educação (CUSTÓDIO, 2012); fonoaudiologia (DANUELLO; OLIVEIRA, 2012); contabilidade (GOMES; OLIVEIRA; VIEIRA, 2012); economia (HADDAD; MENA-CHALCO; SIDONE, 2017), ciências do movimento (JOB; IRIZAGA, 2010), computação (DIGIAMPIETRI; LINDEN; BARBOSA, 2019), geociências (LIMA, 2011), administração (MELLO; CRUBELLATE; ROSSONI, 2010), psicologia (NEIVA; CORRADI, 2010), comunicação (NUNEZ; MOURA, 2013) e medicina (SOBRAL *et al.*, 2016).

3 MÉTODO

A pesquisa teve uma abordagem quanti-qualitativa sob um prisma funcionalista. Utilizou-se de sociobibliometria para seus fins descritivos. O trabalho teve como unidade de análise o Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG), uma

autarquia federal brasileira, vinculada ao Ministério de Educação, que oferece ensino técnico, médio, superior, pós-graduação *stricto sensu* e *lato sensu*.

Quando da coleta de dados, o CEFET-MG contava com 14 PPG. No entanto, foram tratados os dados de apenas seis: aqueles mais consolidados e ofertados exclusivamente pelo CEFET-MG (dispensando aqueles oferecidos com o concurso de outras instituições e/ou mais recentes). A amostra foi composta dos PPG de Administração, Educação Tecnológica, Engenharia de Materiais, todos com conceito Capes 3 e que ofereciam exclusivamente o nível de Mestrado; e Engenharia Civil, Estudos de Linguagem e Modelagem Matemática e Computacional, os três com conceito Capes 4 e que ofereciam Mestrado e Doutorado.

Segundo Moreira (1996), cada PPG foi visto como um processo produtivo no qual a partir dos insumos (professores, laboratórios, bibliotecas) realizam suas atividades, gerando *outputs* na educação (ensino, pesquisa e extensão). Assim, cada PPG selecionado é uma unidade tomadora de decisão, responsável pela conversão das entradas em saídas.

Para determinar os *inputs* e *outputs* a serem utilizados na DEA foi feita uma pesquisa em 17 trabalhos disponíveis na literatura. Encontrou-se que a maioria dos trabalhos tem “docente” como *input* (como quantitativo ou como custo do docente ou relação entre aluno/docente). Mas há alguma variação, como a utilização de área construída em metro quadrado por departamento em Rosano-Peña (2012). Para os *outputs*, encontrou-se: alunos (total, mestrandos, doutorandos) e número de artigos publicados pelo PPG. Tais dados foram coletados dos seis PPG selecionados tomando como fonte a plataforma Sucupira da CAPES.

Uma vez identificados os possíveis fatores educacionais, foram escolhidos os softwares a serem utilizados. O Excel 2019 foi utilizado para consolidação dos anos de 2013 a 2018. Foram realizadas análises descritivas das publicações através de gráficos e tabelas dinâmicas de consolidação. O software R (R CORE TEAM, 2018) foi utilizado para tratamento dos dados provenientes da CAPES. Para gerar os indicadores sociométricos dos artigos publicados foi utilizado o Ucinet (BORGATTI; EVERETT; FREEMAN, 2002). O software Pajek (NOOY; MRVAR; BATAGELJ, 2018) foi utilizado para a criação das redes dos pesquisadores nos programas de pós-graduação estudados.

Foi realizada uma pesquisa em plataforma de dados abertos da CAPES referente aos programas de pós-graduação do CEFET-MG. As bases selecionadas na plataforma foram: [2013 a 2016] Autor da Produção Intelectual de Programas de Pós-Graduação *Stricto Sensu* no Brasil e [2017 a 2020] Autor da Produção Intelectual de Programas de Pós-Graduação *Stricto Sensu* no Brasil, contendo nesta última as informações do ano de 2017 e 2018. Nestas bases, foram retirados todos os programas de pós-graduação que não sejam pertencentes aos 6 programas do CEFETMG através do software R. Os dados foram utilizados com o propósito de construção das redes dos pesquisadores.

Nestas bases anteriores, não havia as informações mais detalhadas sobre a publicação, sendo necessário utilizar outras bases para, a partir do ID de produção intelectual, coletar os títulos dos artigos de cada programa. As novas bases coletadas foram: [2013 a 2016] Produção Intelectual de Pós-Graduação *stricto sensu* no Brasil e [2017 a 2020] Produção Intelectual de Pós-Graduação *stricto sensu* no Brasil. No que tange às redes, por mais que as relações possam ser representadas por diversas formas de contato formais ou informais, para o trabalho foi considerada exclusivamente a interação entre os pesquisadores através dos artigos publicados em conjunto, já consolidada por análises de coautoria desde Smith (1958). Pode-se assumir que em um laço (se A publica com B, então B publica com A) demonstrando a existência de ligação (ARAÚJO *et al.*, 2017). Nos sociogramas, figura típicas dos estudos de redes, os círculos

representam os vértices indicando os autores das publicações; e as linhas entre os vértices retratam a relação de coautoria.

Para verificar o comportamento das redes ao longo do tempo e a DEA resultante, apurou-se, para cada PPG, o período móvel de 4 anos (período de avaliação dos programas pela CAPES), seguindo recomendação da Araújo *et al.* (2017). Neste caso foram avaliados, além do período geral, o período 2013 a 2016; 2014 a 2017; 2015 a 2018.

Foram realizadas comparações entre os programas através dos ranqueamentos das eficiências pelo método Belloni (2000), Belloni (2000) + Indicador Sociométrico, Brito (2003) e Brito (2003) + Indicador Sociométrico. Foi verificado se ocorre o ganho ao associar os indicadores de redes junto a DEA.

4 ANÁLISE DOS DADOS

4.1 Produção acadêmica dos PPG

Os PPG selecionados publicaram 982 artigos científicos no período de 2013 a 2018. O ano de 2018 foi o ano de maior publicação do período com 245 artigos publicados. Em média, os artigos publicados por pesquisadores vinculados ao CEFET-MG no período de 2013 a 2018 apresentam 3 autores por publicação com as seguintes quantidades de publicações: artigos de apenas um autor no trabalho (261), dois autores (197), três autores (194), quatro autores (171), cinco autores (85) e seis ou mais autores (74). O curso de Modelagem e Matemática e Computacional respondeu por 29% das publicações, seguidos por Estudos de Linguagens com 22% e Engenharia Civil com 15%. O curso de menor produção foi o curso de Engenharia de Materiais, com 8% do total de artigos publicados.

Modelagem Matemática e Computacional e Estudos de Linguagem foram os PPG que alcançaram a maior pontuação de produção acadêmica. Essa produção foi obtida considerando a avaliação Qualis da CAPES da revista que publicou o artigo, onde A1: 100 pontos, A2: 80, B1: 60, B2: 50, B3: 30, B4: 20, B5:10, C e D: zero. Ao se comparar o percentual de produção qualificada (A1, A2 e B1) pelo total de produção do programa tem-se novamente em destaque a Modelagem em Matemática Computacional, com 54% de suas publicações qualificadas, seguido por Engenharia Civil, com 51% das publicações qualificadas e Educação Tecnológica, com 46% das publicações qualificadas.

O curso de Engenharia de Materiais apresentou a menor quantidade de publicação no período, com 75 artigos. Ao comparar percentualmente, obteve também o menor percentual de produção qualificada entre os programas (24%). Essa observação também foi notada pelos avaliadores CAPES em sua ficha de avaliação do Programa no quadriênio 2013 a 2016 que deram uma nota “Regular” no item 4.2. Distribuição de publicações qualificadas em relação ao corpo docente permanente do Programa.

4.2 Redes

Para a Administração, encontrou-se que o tamanho da rede (número de autores) aumentou ao longo dos anos; mais que duplica ao observar o quadriênio 2013 a 2016 se comparado ao de 2015 a 2018. Além do número de autores, verifica-se um crescimento ainda maior do número de laços. O aumento do número de laços indica um aumento da cooperação no programa (ROSSONI; MACHADO-DA-SILVA, 2008). No quadriênio 2013 a 2016 havia

2,11 laços por autor, sendo o último quadriênio avaliado como 2,40.

A rede de Educação Tecnológica, no período de 2013 a 2018, apresentou uma densidade baixa de 0,022, o que significa que apenas 2,2% das relações possíveis estão presentes. Diferente do programa de Administração, o número de autores reduziu de 91, 94 para 86 autores no último quadriênio. Verifica-se que o diâmetro vem aumentando, deixando de ser uma rede centralizada em alguns autores. A centralização vem diminuindo de 0,29; 0,27 para 0,15 no último quadriênio. A quantidade de laços apresentou seu menor número no quadriênio 2015 a 2018. O tamanho da rede também diminuiu de 91 no primeiro quadriênio para 86 no último quadriênio.

O PPG de Engenharia Civil apresentou um aumento do número de componentes com o passar do tempo e uma diminuição na cooperação dentro do programa, com a média de laços por autor caindo de 3,17 para 2,98. O programa também vem perdendo centralização em sua rede. Esse afastamento da rede é um indicativo de aumento de vazios estruturais. Em paralelo, encontrou-se que o programa vem aumentando o número de autores e de laços ao longo dos quadriênios. A média de laços por autor chegou a 3,13 no quadriênio 2015 a 2018. O programa possui as maiores densidades entre os outros programas do CEFET-MG. Recuperando Mello, Crubellate e Rossoni (2010), aponta-se que os PPG que apresentam maior densidade tenderiam a formar redes mais robustas com maior capacidade de responder rapidamente e efetivamente as avaliações institucionais da CAPES.

O PPG de Estudos De Linguagem apresentou a rede mais dispersa entre os programas, com 54 componentes no período de 2013 a 2018. Muito desse número de componentes é dado pela quantidade de publicações unitárias serem 24% do total de autores. Verifica-se que alunos, principalmente do doutorado, publicam por si só. O número de autores vem aumentando de 62, 91 para 119, no último quadriênio. O tamanho do maior componente permanece próximo de 10 autores ao longo do tempo, sendo também o menor entre os programas. Verificou-se uma rede fragmentada e concentrada em alguns grupos. A rede apresentou os menores valores de densidade, com 0,01, observando o período geral 2013 a 2018.

O PPG de Modelagem Matemática e Computacional está entre os programas com o maior número de autores e o maior número de laços. O número de autores no programa vem aumentando de 222, 264 e 293 ao longo dos quadriênios. O programa não obteve nenhuma nota regular no parecer final da comissão de área sobre o mérito do programa de acordo com a Ficha de Avaliação Quadrienal 2013 a 2016 do curso. Além disso, foi o curso com a maior quantidade de “muito bom” pela CAPES.

4.3 APLICAÇÃO DA DEA

Apresenta-se em sequência, os modelos e resultados da aplicação de DEA (convencional) e com a incorporação de elemento de rede sempre aplicando a DEA-BCC.

4.3.1 Indicação de Belloni, de supereficiência e com a incorporação de elemento de redes

Primeiramente, DEA através de indicação de Belloni (2000). Para as variáveis de entrada, foi considerado o número total professores e para variáveis de saída, o número total de alunos formados, o total de artigos publicados e o indicador de qualidade.

Aplicando-se o Modelo BCC Orientado a Output, encontrou-se o resultado apresentado na Tabela 1, por ano, e na última coluna, a mediana (MED), escolhida para indicar a tendência

central, de 2013 a 2018. Nas tabelas a seguir, a porcentagem indica a relação da eficiência da unidade considerada, frente a referência, que pode ser: a unidade de maior eficiência ou a eficiência média linear das unidades, excluindo a unidade em consideração. Da última forma, a eficiência pode ser superior à 100%.

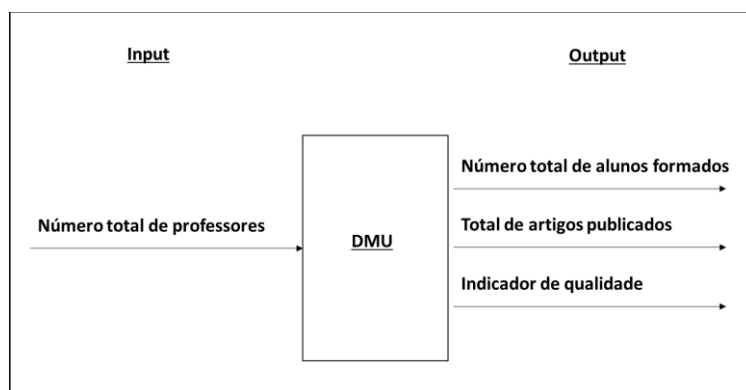


Tabela 1 – Modelo BCC – Orientado a output

DMU	2013	2014	2015	2016	2017	2018	MED
ADMINISTRAÇÃO	-		100%	100%	75%	100%	100%
EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA	100%	100%	100%	98%	100%	100%	100%
ENGENHARIA CIVIL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
ENGENHARIA DE MATERIAIS	75%	92%	92%	100%	75%	89%	90%
ESTUDOS DE LINGUAGENS	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
MODELAGEM MATEMÁTICA	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Fonte: Elaborado pelos autores

Pela Tabela anterior, é razoável apontar que, dado a quantidade pequena de DMU's em relação as variáveis, o modelo BCC orientado a *output* não se mostrou suficiente para discriminação dos PPG, o que tornou necessário aplicar a técnica de supereficiência seguindo a recomendação de Leta *et al.* (2005). Assim, quando se aplicou o Modelo Supereficiência - Orientado a Output, o resultado foi tal como na Tabela 2:

Tabela 2 – Modelo de Supereficiência – orientado a output

DMU	2013	2014	2015	2016	2017	2018	MED
ADMINISTRAÇÃO	-	-	135%	86%	71%	112%	99%
EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA	98%	120%	153%	92%	281%	156%	136%
ENGENHARIA CIVIL	74%	109%	80%	155%	125%	152%	117%
ENGENHARIA DE MATERIAIS	68%	99%	84%	74%	63%	69%	72%
ESTUDOS DE LINGUAGENS	144%	92%	74%	106%	73%	107%	99%
MODELAGEM MATEMÁTICA	153%	121%	133%	118%	97%	92%	120%

DMU 2013 2014 2015 2016 2017 2018 MED

Fonte: Elaborado pelos autores

Daí, a DEA apontou como o PPG mais eficiente pelo modelo a Educação Tecnológica. Apesar da série histórica das avaliações da CAPES indicarem notas 3 ao longo dos anos de existência do programa, percebe-se uma melhora nos anos de 2017 e 2018. O segundo melhor PPG apontado foi o de Modelagem Matemática e Computacional, que teve as melhores pontuações nos anos 2013 e 2014, observando uma queda de eficiência nos anos posteriores. Estando próximo a Modelagem Matemática e Computacional, o PPG de Engenharia Civil foi o terceiro em eficiência. O programa apresentou notas menores de 2013 a 2015. Em último lugar, encontrou-se o PPG de Engenharia de Materiais, no qual apresentou a menor média, com 76%.

Como refinamento, às indicações de Belloni (2000), acrescentaram-se indicadores sociométricos. Para as variáveis de entrada, foi considerado o número total professores e laços por autor no ano anterior. Para variáveis de saída, o número total de alunos formados, total de artigos publicados, indicador de qualidade, laços por autor no ano corrente e indicador de qualidade.

Novamente verificou-se insuficiência para a discriminação dos PPG, o que implicou recorrer ao Modelo da Supereficiência, também com laços por autor, conforme a Tabela 3.

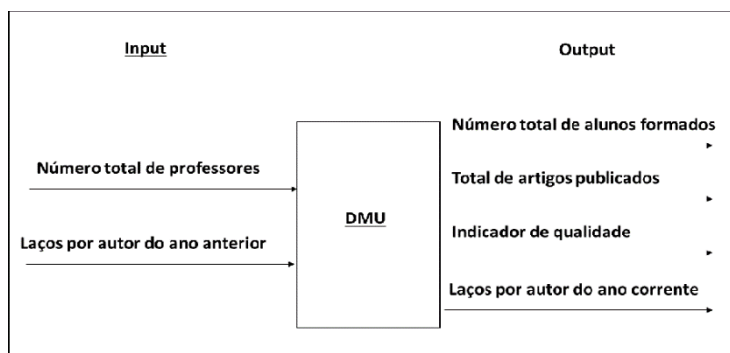


Tabela 3 – Modelo Supereficiência + Indicadores sociométricos – Orientado a output

DMU	2013	2014	2015	2016	2017	2018	MED
ADMINISTRAÇÃO			136%	111%	87%	117%	114%
EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA	153%	185%	157%	95%	330%	161%	159%
ENGENHARIA CIVIL	147%	151%	182%	125%	443%	161%	156%
ENGENHARIA DE MATERIAIS	96%	125%	98%	131%	107%	121%	114%
ESTUDOS DE LINGUAGENS	107%	109%	80%	630%	73%	476%	108%
MODELAGEM MATEMÁTICA	76%	99%	84%	128%	97%	128%	98%

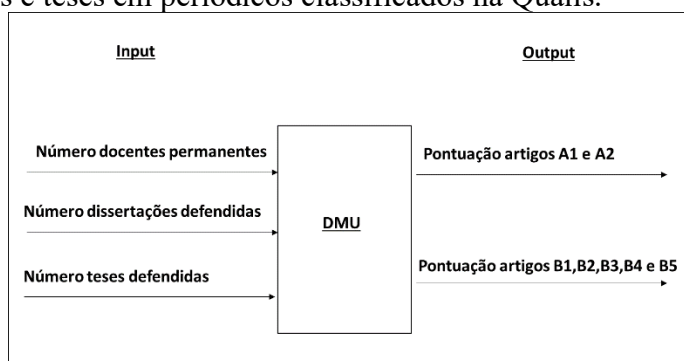
Fonte: Elaborado pelos autores

O Programa mais eficiente continuou sendo Educação Tecnológica, com uma mediana de 159%. A utilização de indicadores sociométricos não gerou alteração no melhor programa apontado, no entanto modificou as ordens posteriores: o segundo melhor Programa foi de

Engenharia Civil com mediana de 156%, bem próximo à Educação Tecnológica, ultrapassando a Modelagem Matemática. O Programa de Engenharia de Materiais teve uma mediana de 114,2%, ficando pouco acima do programa de Administração. Os Programas de Administração e Estudos de Linguagem mantiveram a posição de quarto e quinto lugar em relação à aplicação do modelo sem a variável sociométrica aplicada.

4.4 Indicação de Oliveira e com a incorporação de elemento de redes

Seguindo o modelo escolhido de Oliveira (2011), as variáveis de entrada foram o número total de professores permanentes, número de dissertações defendidas e número de teses defendidas; já para variáveis de saída, a pontuação de artigos A1 e A2 e a pontuação de artigos B1 a B5. Para Oliveira (2011), essas variáveis representam a capacidade dos programas em transformar dissertações e teses em periódicos classificados na Qualis.



Novamente, houve a necessidade de usar o modelo da Supereficiência em virtude da baixa discriminação da aplicação convencional. Dessa forma, o resultado encontrado está como na Tabela 4:

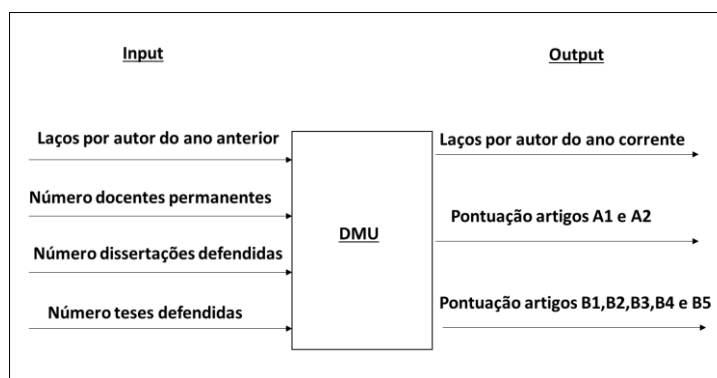
Tabela 4 – Modelo de Supereficiência – Orientado a output

DMU	2013	2014	2015	2016	2017	2018	MED
ADMINISTRAÇÃO			-	-	-	-	-
EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA	167%	74%	106%	36%	112%	63%	90%
ENGENHARIA CIVIL	296%	311%	68%	140%	121%	72%	130%
ENGENHARIA DE MATERIAIS	31%	41%	16%	67%	31%	33%	32%
ESTUDOS DE LINGUAGENS	57%	78%	101%	266%	243%	69%	90%
MODELAGEM MATEMÁTICA	155%	143%	191%	133%	180%	100%	149%

Fonte: Elaborado pelos autores

Nesse caso, cabe observar que as indicações de Oliveira não são adequadas para Programas incipientes, como é o caso da Administração, pois há produção de artigos sem ainda haver defesas de dissertações (e ou teses), comprometendo a apuração.

As posições relativas serão percorridas após figura síntese ao final da apresentação dos resultados. Incorporando as indicações de Oliveira (2011), o indicador de rede, a representação assume a forma:



O resultado, também com o modelo da Superficiência, foi, como mostra a Tabela 5:

Tabela 5 – Modelo Superficiência + Indicadores sociométricos – Orientado a output

DMU	2013	2014	2015	2016	2017	2018	MED
ADMINISTRAÇÃO	-	-	-	-	-	-	-
EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA	167%	110%	106%	68%	158%	130%	120
ENGENHARIA CIVIL	362%	356%	183%	122%	470%	96%	270
ENGENHARIA DE MATERIAIS	96%	92%	75%	105%	101%	98%	97
ESTUDOS DE LINGUAGENS	77%	78%	113%	574%	243%	421%	178
MODELAGEM MATEMÁTICA	155%	170%	191%	234%	184%	129%	177

Fonte: Elaborado pelos autores

4.5 Comparativo entre as Indicações

A Tabela 6 faz uma síntese do já foi apresentado, onde B: Indicação de Benolli; B + R: Indicação de Benolli acrescida de variáveis de rede; O: Indicação de Oliveira; O + R: Indicação de Oliveira acrescida de variáveis de rede; MED: mediana dos resultados; CAPES: conceito recebido pelo PPG da CAPES e na última coluna, se o PPG oferecia só Mestrado ou Mestrado e Doutorado. As cores verdes e amarelo das células foram reservadas para os destaques positivos e negativos creditados aos PPG.

Tabela 6 – Síntese

PPG	INDICAÇÃO					
	B	B + R	O	O + R	CAPES	M ou MD
ADMINISTRAÇÃO	99%	114%	-		3	M
EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA	136%	159%	90%	120	3	M

ENGENHARIA CIVIL	117%	156%	130%	270	4	MD
ENGENHARIA DE MATERIAIS	72%	114%	32%	97	3	M
ESTUDOS DE LINGUAGENS	99%	108%	90%	178	4	MD
MODELAGEM MATEMÁTICA	120%	98%	149%	177	4	MD

Fonte: Elaborado pelos autores

5 ANÁLISE E CONCLUSÃO

A Tabela Síntese sugere alguns pontos merecedores de atenção. O principal deles, em concordância com a literatura citada e voltada para a aplicação da DEA (por exemplo, Alencastro, 2006 e Moreira, 2008), é que o ranqueamento das DMU (no caso, PPG) é fortemente impactado pelas variáveis escolhidas para abastecer a ferramenta: PPG da Educação Tecnológica é destaque positivo nas colunas B e B+R, mas negativo na coluna O. Portanto, a DEA é tão boa quanto o suporte teórico da escolha das variáveis.

Tanto foi encontrado como verdadeiro que a introdução da variável de rede foi suficiente para retirar o destaque negativo da Engenharia de Materiais e remetê-lo para a Modelagem Matemática e Computacional bem como conferir destaque positivo à Engenharia Civil – na apuração conforme Benolli. Da mesma forma, quando se usa as indicações de Oliveira, a Engenharia Civil passa a receber o destaque positivo, “herdado” da Modelagem Matemática e Computacional (mas não suficiente para retirar a Engenharia de Materiais do destaque negativo) quando combinada com a variável de rede.

Eventualmente explicado pela pequena quantidade (seis) de DMU examinadas, não foi encontrada evidência que as notas da CAPES e o fato de oferecer também o Doutorado estão relacionadas com as medidas de eficiência da DEA, como é o caso evidente da Educação Tecnológica: PPG com nota 3 que oferece apenas Mestrado como destaque positivo na apuração segundo Benolli. Isso diverge de Oliveira (2011), em que os PPG que ofereciam também o doutorado obtiveram escores maiores do que PPG que tinham apenas Mestrado.

A consequência prática dessas duas constatações é que, se a direção da Instituição de Ensino pretender usar a DEA para alocar recursos, ela deve escolher e comunicar de forma eficaz as variáveis que entrarão no modelo para buscar alguma legitimação junto as DMU/PPG, minimizando as reclamações daquelas menos atendidas – mas ainda preparados para não haver correspondência no conceito CAPES.

Por sinal, a mudança do período de avaliação CAPES, de trienal para quadrienal encontra justificativa nas Tabelas apresentadas: há uma significativa variação ano a ano, independente das variáveis escolhidas. Um período maior de tempo, desde que não exagerado para se medir o passado distante, apresenta-se como razoável para acomodar essas flutuações.

Voltando ao objetivo de pesquisa, de testar as indicações da DEA quando ela incorpora redes como insumo e produto nos modelos estabelecidos, comprovou-se que há impacto. Se isso deve ou não deve ser feito merece uma maior exploração em trabalho posterior, mas não há impeditivo e a pesquisa contribui apontando no seu método como fazê-lo.

O trabalho contribui para o processo decisório dos gestores educacionais. Em especial para o diretor de pós-graduação, sendo criada uma ferramenta que ordena os cursos pela sua eficiência. Uma vez ordenado, o gestor tem acesso a informações relevantes para a distribuição

de recursos financeiros, comparações de benchmark e identificação de gargalos na instituição.

Algumas recomendações de pesquisas futuras incluem análises e aplicações do método em outras instituições de ensino superior pública ou particular, utilização de outros indicadores de redes, aplicação do modelo comparando antes e após as mudanças de regras pela CAPES e até outros modelos DEA nesse mesmo contexto.

Como limitação a ser considerada, o trabalho utilizou dados secundários para sua elaboração. Assume-se que as informações coletadas disponibilizadas pelos relatórios da CAPES são confiáveis e seguras para utilização. Além disso, os modelos gerados, de forma alguma, substituem a avaliação atual existente. No entanto, podem ser utilizados de modo complementar, principalmente em casos de comparações inter-áreas.

REFERÊNCIAS

ALENCASTRO, L. D. **Eficiência na gestão de recursos em instituições privadas de ensino superior**. 2006. 107 f. Dissertação (Mestrado em Economia do Desenvolvimento) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

ARAÚJO, U. P. *et al.* Metainterpretação: quinze anos de pesquisa com o Relatório da Administração. **Revista Contabilidade & Finanças**, São Paulo, v. 27, n. 71, p. 217-231, 2016.

ARAÚJO, U. P. *et al.* Dinâmica da assimilação de métodos analíticos pela ciência no Brasil. **REAd-Revista Eletrônica de Administração**, Porto Alegre, v. 22, n. 2, p. 307-332, 2016b.

BANKER, R. D.; CHARNES, A.; COOPER, W. W. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. **Management science**, v. 30, n. 9, p. 1078-1092, 1984.

BARBOZA, A. P. C.; LARUCCIA, M. M. Redes de Inovação: os efeitos da colaboração em indústrias de petróleo e gás. **Revista de Administração da Unimep**, Piracicaba, v. 14, n. 1, p. 220-241, 2016.

BELLONI, J. A. **Uma metodologia de avaliação da eficiência produtiva de universidades federais brasileiras**. 2000. 246f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

BORGATTI, S. P.; EVERETT, M. G.; JOHNSON, J. C. *Analyzing social networks*. Thousand Oaks: Sage Publications, 2018.

BOURDIEU, P. O Capital Social: notas provisórias. *In*: NOGUEIRA, M. A.; CATANI, A. (org.). **Escritos de Educação**. Petrópolis, Vozes, 1998.

BRITO, S. G. D. **Medidas completas de eficiência técnica**. 90f. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção) – Faculdade de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

CASADO, F. L. Análise Envoltória de Dados: conceitos, metodologia e estudo da arte na Educação Superior. **Revista do Centro de Ciências Sociais**, Santa Maria, v. 20, n. 1, p. 17, 2007.

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

CHARNES, A *et al.* **Data Envelopment Analysis**. [S.l.]: Kluwer Academic Publishers, 1994.

COHEN, M. L. A. M. **Eficiência produtiva no ensino superior**. 2019. 82f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional) – Universidade Federal do Tocantins, 2019.

COLEMAN, J. S. Social capital in the creation of human capital. **American journal of sociology**, Chicago, v. 94, p. S95-S120, 1988.

COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR. **Avaliação da Pós-graduação**. Brasília: Ministério da Educação, 2023.

COSTA, E. M. *et al.* Dinâmica da eficiência produtiva das instituições federais de ensino superior. **Planejamento e Políticas Pública**, n. 44, p. 51-84, jan./jun. 2015.

CRUBELLATE, J. M. **Parâmetros de qualidade de ensino superior**. 2004. 359f. Tese (Doutorado em Administração de Empresas) - Escola de Administração de Empresas de São Paulo, Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 2004.

CUNHA, L. A. C. R. A pós-graduação no Brasil: função técnica e função social. **Revista de Administração de Empresas**, v. 14, n. 5, p. 66-70, Oct. 1974.

CUSTÓDIO, P. A. G. R. C. Um estudo da mediação da informação na produção científica da pós-graduação em educação da unesp/campus de marília: análise das citações e cocitações. **Nuances: estudos sobre educação**, v. 23, n. 24, p. 200-223, 2012.

DIGIAMPIETRI, L. A.; LINDEN, R.; BARBOSA, L. Caracterizando departamentos e programas de computação utilizando análise de redes sociais e bibliometria. *In: Anais do V BRAZILIAN WORKSHOP ON SOCIAL NETWORK ANALYSIS AND MINING*, 5., 2016. Porto Alegre. **Anais [...]**. Porto Alegre: SBC, 2016. p. 49-60.

ERKOC, T. E. Assessing the research performance in higher education with stochastic distance function approach. **International Journal of Education Economics and Development**, v. 6, n. 4, p. 366-380, 2015.

FARREL, M. J. The measurement of productive efficiency. **Journal of Royal Statistical Society Series A**, v. 120, n. 3, p. 253-290, 1957.

FERREIRA, C. M. C.; GOMES, A. P. Introdução à Análise Envoltória de Dados: teoria, modelos e aplicações. 2. ed. Viçosa: Editora UFV, 2020.

GOMES, J. S.; OLIVEIRA, R. R.; VIEIRA, S. S. C. Inserção do tema internacionalização de empresas em artigos produzidos no programa de mestrado em ciências contábeis da UERJ. **Sistemas & Gestão**, v. 6, n. 4, p. 508-520, 2012.

GIACOMELLO, C. P.; OLIVEIRA, R. L. Análise Envoltória de Dados (DEA): uma proposta para avaliação de desempenho de unidades acadêmicas de uma universidade. **Revista Gestão Universitária na América Latina**, v. 7, n. 2, p. 130-151, 2014.

HADDAD, E. A.; MENA-CHALCO, J. P.; SIDONE, O. Produção científica e redes de colaboração dos docentes vinculados aos programas de pós-graduação em Economia no Brasil. **Estudos Econômicos**, São Paulo, v. 47, n. 4, p. 617-679, 2017.

HOPPEN, N. H. F. **A Neurociências no Brasil de 2006 a 2013, indexada na Web of Science: produção científica, colaboração e impacto**. 163f. 2014. Dissertação (Mestrado em Comunicação e Informação) – Faculdade de biblioteconomia e Comunicação, Universidade do Rio de Janeiro, 2014.

HUNG, A. **Análise de qualidade do ensino nas escolas públicas do Distrito Federal utilizando prova Brasil: uma aplicação de análise por envoltória de dados**. 2016. 80f. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática) - Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

JOB, I.; IRIZAGA, K. R. F. A colaboração na produção de artigos dos professores do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Movimento Humano da ESEF, da UFRGS, entre 2007 e 2009: análise de rede social. **Movimento**, v. 16, n. esp, p. 155-188, 2010.

LETA, F. R. *et al.* Métodos de melhora de ordenação em DEA aplicados à avaliação estática de tornos mecânicos. **Investigação Operacional**, v. 25, n. 2, p. 229-242, 2005.

LÓPEZ-LÓPEZ, W. *et al.* Psychological research collaboration and visibility in Iberoamerica. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, v. 28, p. 72-81, 2015.

MACHADO-DA-SILVA, C. L.; ROSSONI, L. Persistência e mudança de temas na estruturação do campo científico da estratégia em organizações no Brasil. **Revista de Administração Contemporânea**, Maringá, v. 11, n. 4, p. 33-58, 2008.

MARCELICE, H. J. G. **Applying DEA to academic performance evaluation: a study on mechanical and production engineering graduate programs in Brazil**. 120f. 2006. Dissertação (Mestrado em Estratégia; Qualidade; Gestão Ambiental; Gestão da Produção e Operações) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2006.

MARTELETO, R. M. Análise de redes sociais: aplicação nos estudos de transferência da informação. **Ciência da informação**, Brasília, v. 30, n. 1, p. 71-81, 2001.

MELLO, J. C. C. B. S.; MEZA, A. L.; GOMES, SERAPIÃO, B. P.; LINS, M. P. E. Análise de envoltória de dados no estudo da eficiência e dos benchmarks para companhias aéreas brasileiras. *Pesquisa Operacional*, n. 23, p. 325-345.

MELLO, C. M.; CRUBELLATE, J. M.; ROSSONI, L. Dinâmica de relacionamento e prováveis respostas estratégicas de programas brasileiros de pós-graduação em administração à avaliação da CAPES. *Revista de Administração Contemporânea*, Maringá, v. 14, n. 3, p. 434-457, 2010.

MELO, H. M. **Aplicação da Análise Envoltória de Dados (DEA) para avaliação de desempenho das unidades acadêmicas de uma universidade federal**. 93f. 2019. Dissertação (Mestrado em Administração Pública) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2019.

MOITA, M. H. V. Medindo a eficiência relativa de escolas municipais da cidade do Rio Grande-RS usando a abordagem DEA 105f. 1995. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1995.

MOREIRA, D. A. **Dimensões do desempenho em manufatura e serviços**. São Paulo: Pioneira, 1996.

MOREIRA, N. P. Análise da eficiência relativa dos programas de pós-graduação acadêmicos em Administração, Contabilidade e Turismo. 130f. 2008. Dissertação (Mestrado em Administração). Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2008.

NADERI, A. Data envelopment analysis of the efficiency of academic departments at a public university in Iran. *International Journal of Education Economics and Development*, v. 10, n. 1, p. 57-75, 2019.

NASCIMENTO, S. Investigação da produção científica. *Revista de Contabilidade do Mestrado em Ciências Contábeis da UERJ*, v. 15, n. 3, p. 78-92, 2010.

NEIVA, E. R.; CORRADI, A. A. A Psicologia organizacional e do trabalho no Brasil: uma análise a partir das redes sociais de pesquisadores da pós-graduação. *Revista Psicologia: Organizações e Trabalho*, v. 10, n. 2, p. 67-84, 2010.

NOOY, W.; MRVAR, A.; BATAGELJ, V. Exploratory social network analysis with Pajek: revised and expanded edition for updated software. Cambridge: Cambridge University Press, 2018.

NUNEZ, Z. A. G.; MOURA, A. A. M. Análise de citações na área de Comunicação e Informação: o caso de um programa de pós-graduação. *Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação*, Campinas, v. 11, n. 2, p. 40-60, 2013.

OLIVEIRA, F. V. **Avaliação da eficiência dos programas de pós-graduação acadêmicos em Administração, Contabilidade e Turismo**. 78f. 2011. Dissertação (Mestrado em Políticas

e Gestão Públicas; Gestão Organizacional) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2011.

PAIVA, F. C. **Eficiência produtiva de programas de ensino de pós-graduação em engenharias**: uma aplicação do método análise envoltória de dados – DEA. 72f. 2000. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

PIETRZAK, M.; PIETRZAK, P.; BARAN, J. Efficiency assessment of public higher education with the application of Data Envelopment Analysis: The evidence from Poland. **Online Journal of Applied Knowledge Management**, v. 4, n. 2, p. 59-73, 2016.

ROSANO-PEÑA, C. Eficiência e impacto do contexto na gestão através do DEA **Production**, v. 22, n. 4, p. 778-787, set./dez. 2012.

ROSSONI, L. A dinâmica de relações no campo da pesquisa em organizações e estratégia no Brasil: uma análise institucional. 296f. 2006. Dissertação (Mestrado em Administração) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

ROSSONI, L.; MACHADO-DA-SILVA, C. L. Análise institucional da construção do conhecimento científico em mundos pequenos. **Revista de Administração FACES**, v. 7, n. 1, 2008.

SAMPAIO, B.; GUIMARÃES, J. Diferenças de eficiência entre ensino público e privado no Brasil. **Economia Aplicada**, v. 13, n. 1, p. 45-68, 2009.

SAURIN, V. *et al.* Medidas de eficiência e retorno de Investimento: um estudo nas distribuidoras de energia elétrica brasileiras com base em Data Envelopment Analysis, Índice de Malmquist e ROI. **Revista de Administração da Universidade Federal de Santa Maria**, Santa Maria, v. 6, n. 1, p. 25-38, 2013.

SMITH, M. The trend toward multiple authorship in psychology. **American Psychologist**, v. 13, p. 596-599, 1958.

SOBRAL, N. V. *et al.* Produção científica colaborativa na área da saúde tropical. **RECIIS**, v. 10, n. 1, p. 1-15, 2016.

SOUZA, P. C. T.; WILHELM, V. E. Uma introdução aos modelos DEA de eficiência técnica. **Tuiuti: Ciência e Cultura**, n. 42, p. 121-139, 2009.

SPAGNOLO, F.; SOUZA, V. C. O que mudar na avaliação da CAPES? **Revista Brasileira de Pós-Graduação**, v. 1, n. 2, 2004.

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

WOLSZCZAK-DERLACZ, J. An evaluation and explanation of (in) efficiency in higher education institutions in Europe and the US with the application of two-stage semi-parametric DEA. **Research Policy**, v. 46, n. 9, p. 1595-1605, 2017.

ZHU, J. Robustness of the efficient DMUs in data envelopment analysis. **European Journal of operational research**, [S.l.], v. 90, n. 3, p. 451-460, 1996.