

Pesquisa sobre estudos sobre a Análise Envoltória de Dados (DEA): uma análise nos artigos apresentados no Semead.

SAMUEL LEITE CASTELO

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ (UECE)

ALINE DUARTE MORAES CASTELO

FACULDADE DE ECONOMIA DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA - FEUC

Pesquisa sobre estudos sobre a Análise Envoltória de Dados (DEA): uma análise nos artigos apresentados no Semead.

Resumo:

A Análise Envoltória de Dados (DEA) tem se consolidado como uma ferramenta essencial para a avaliação da eficiência em diversos setores. O Seminário em Administração (Semead) da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo (FEA-USP) é um evento científico anual que desempenha um papel crucial na disseminação e discussão de pesquisas sobre administração no Brasil. Este estudo explora como a DEA tem sido aplicada na avaliação da eficiência, com foco nos artigos apresentados no Semead ao longo dos últimos dez anos. O objetivo principal desta pesquisa foi descrever e analisar os artigos apresentados no Semead que utilizaram a DEA na avaliação da eficiência. A Metodologia Aplicada envolveu a análise de 37 artigos apresentados no Semead. Foi realizada uma categorização dos principais autores, áreas temáticas abordadas, variáveis de *input* e *output* utilizadas. Os resultados indicam que a DEA tem sido amplamente utilizada para avaliar a eficiência em setores como saúde, educação, gestão pública, saneamento e setor financeiro. A principal contribuição deste artigo é fornecer uma visão abrangente e sistemática sobre a aplicação da DEA na avaliação da eficiência nas organizações, especialmente nas áreas de saúde, gestão pública e educação. Ao identificar as variáveis mais comuns de *input* e *output*, esta pesquisa oferece uma base sólida para a melhoria das práticas de gestão e para a realização de futuras pesquisas. Os insights obtidos são valiosos para formuladores de políticas e gestores, auxiliando na implementação de estratégias que possam aumentar a eficiência e a qualidade dos serviços.

Palavras-chave: Análise Envoltória de Dados (DEA); Eficiência; SEMEAD.

1. INTRODUÇÃO:

A Análise Envoltória de Dados (DEA) tem se mostrado uma ferramenta poderosa na avaliação da eficiência em diversos setores, permitindo uma análise comparativa entre unidades de produção, identificando as melhores práticas e áreas que necessitam de melhorias (Albuquerque, 2019; Sobrinho, 2018). Nos últimos anos, o interesse pela aplicação da DEA em estudos de eficiência governamental, saúde e educacional cresceu significativamente, refletido nas várias pesquisas apresentadas no Seminário em Administração (Semead). Este evento tem sido um fórum importante para a disseminação de conhecimento e práticas inovadoras na área das organizações.

Diversos autores têm contribuído para essa área de estudo. Por exemplo, Amudsen da Silveira Bonifácio (2022) investigou a eficiência judiciária, enquanto Carvalho, Sampaio e Sampaio (2016) exploraram a regulação na eficiência do saneamento básico. Outros pesquisadores como Cavinato e Capitani (2021) e Chiareto, Correa e Souza (2019) têm focado na eficiência financeira e social em cooperativas de crédito e hospitais, respectivamente. Essas contribuições refletem a diversidade e a importância dos estudos de eficiência no contexto brasileiro.

Apesar do crescente uso da DEA na análise de eficiência, ainda existem lacunas significativas na compreensão das variáveis determinantes da eficiência em setores específicos, como na controladoria governamental e a arrecadação tributária. A variabilidade nos resultados e nas metodologias aplicadas torna desafiador identificar padrões consistentes e formular recomendações práticas para líderes, gestores e políticos. Assim, a questão central desta pesquisa é: Como a DEA tem sido aplicada na avaliação da eficiência das organizações nos

artigos apresentados no Semead? O objetivo geral da pesquisa é: analisar os artigos apresentados no Semead que aplicaram a Análise Envoltória de Dados (DEA) na avaliação da eficiência das organizações. No que se refere aos objetivos específicos são: i) identificar os principais autores e instituições de ensino vinculadas aos estudos sobre DEA apresentados no Semead; ii) categorizar as áreas temáticas abordadas nos estudos e a frequência de publicações em cada área, e iii) descrever as variáveis de *input* e *output* utilizadas nos estudos sobre eficiência relativa nas organizações.

Este estudo é relevante por várias razões. Primeiramente, oferece uma visão abrangente sobre a aplicação da DEA na avaliação de eficiência nas organizações, contribuindo para o avanço do conhecimento na área de gestão. Em segundo lugar, os resultados deste estudo podem fornecer *insights* valiosos para gestores, educadores e formuladores de políticas, ajudando-os a identificar práticas eficientes e áreas que necessitam de melhorias.

A relevância do estudo é corroborada pelas contribuições de diversos autores. Por exemplo, Ermel, Neto e Araujo (2014) demonstraram a aplicação da DEA no setor de energia elétrica, enquanto Vasconcelos e Silva (2017) analisaram a eficiência no Sistema Único de Saúde. Estas pesquisas destacam como a DEA pode ser utilizada para melhorar a alocação de recursos e a qualidade dos serviços.

Esta pesquisa está delimitada aos artigos apresentados no Semead ao longo dos últimos dez anos que aplicaram a Análise Envoltória de Dados (DEA) na avaliação da eficiência nas organizações. O foco principal será nas áreas temáticas, analisando os autores, os enfoques, as variáveis de *input* e *output* utilizadas apontadas pelos pesquisadores.

O artigo está organizado da seguinte forma: a Introdução que apresenta as considerações iniciais, o problema de pesquisa, os objetivos, as questões de estudo, a relevância, a delimitação da pesquisa e a organização do artigo. Seguida da revisão de Literatura, que explora os conceitos fundamentais e a aplicação da DEA. Logo em seguida, evidenciou o Seminário em Administração - Semead. Depois, apresentamos a metodologia, que descreve os métodos utilizados para coletar e analisar os dados dos artigos do Semead, incluindo os critérios de seleção dos estudos. Em seguida, os resultados e discussão, onde apresentamos os resultados da análise dos artigos, incluindo a identificação dos principais autores, áreas temáticas, variáveis de *input* e *output*, e a análise dos setores mais e menos eficientes. Por fim, as considerações finais, que evidencia as principais conclusões do estudo, as limitações identificadas e oferece recomendações para pesquisas futuras com a aplicação do DEA.

2. REFERENCIAL TEÓRICO:

2.1. Análise Envoltória de Dados:

A definição de eficiência é relativa, pois pode-se comparar o que foi produzido, dado os recursos disponíveis, com o que poderia ter sido produzido com os mesmos recursos (Fernandes, 2017; Meza, Gomes & Neto, 2005).

A teoria econômica da análise de eficiência é baseada no trabalho de Koopmans (1951) e Debreu (1951) sobre análise de produtividade. Farrel (1957) aprofundou o estudo dos dois autores com a finalidade de conceituar uma medida de eficiência da empresa que poderia englobar múltiplos *inputs* (COELLI *et. al.*, 1998).

A eficiência de uma organização pode ser dividida em dois componentes: eficiência técnica e eficiência alocativa. A primeira reflete a habilidade de uma organização obter *output* máximo dado um conjunto de *inputs*, já a segunda, refere-se à capacidade de a organização usar os *inputs* em proporção ótima, considerando os seus preços e a tecnologia de produção. A combinação das duas medidas fornece a medida de eficiência econômica total, a qual reflete a

capacidade de uma entidade obter máximos *outputs* ao menor custo (Fernandes, 2017; Varela, Martins e Fávero, 2008).

Assim, a Análise Envoltória de Dados - DEA é uma técnica matemática, com enfoque não-paramétrico, desenvolvida por Rhodes (1978) que a utilizou para averiguar a eficiência de escolas públicas (Faria; Jannuzzi; Silva, 2008; TCU, 2018).

Portanto, essa técnica permite avaliar a eficiência relativa entre um grupo de unidades tomadoras de decisão, tais como organizações, empresas ou municípios. Ela constrói uma fronteira de eficiência com as unidades mais eficientes na transformação de insumos em produtos. A técnica também demonstra quais as unidades podem ser consideradas como *benchmark* para a melhoria das que não estão funcionando de forma eficiente (TCU, 2018).

Zhu (2014) apresenta, que a DEA pode ser vista como uma metodologia de avaliação de múltiplos critérios, onde as *Decision Making Units* – DMUs são alternativas e as entradas e saídas da DEA são dois conjuntos de critérios de desempenho onde um conjunto (entradas) deve ser minimizado e as outras (saídas) devem ser maximizadas.

A eficiência então pode ser vista por dois enfoques: orientada aos insumos ou orientada aos produtos. A primeira visão considera mais eficiente a unidade que produz uma determinada quantidade de produtos a um menor custo. A outra visão considera mais eficiente a unidade que produz mais com uma determinada quantidade de insumos (ALBUQUERQUE, 2019; TCU, 2018).

Zhu (2014) diferencia o conceito de eficiência total do de eficiência relativa. Eficiência: a eficiência total (100%) é atingida por qualquer DMU, se, e somente se, nenhuma de suas métricas puder ser melhorada sem piorar algumas de suas outras métricas. Eficiência relativa: uma DMU deve ser avaliada como totalmente (100%) eficiente com base nas evidências disponíveis, se, e somente se, os desempenhos de outras DMUs não mostrarem que algumas de suas métricas podem ser melhoradas sem piorar algumas de suas outras métricas.

A eficiência mensurada pela DEA compara o desempenho das DMUs, visto pela relação resultado-insumo (output-input), com o desempenho das outras DMUs da amostra (Faria; Jannuzzi; Silva, 2008; TCU, 2018). Para tanto, se faz necessário que as DMUs utilizem insumos similares com a finalidade de obter resultados semelhantes (Costa, 2011).

Assim, a DEA permite que se calcule a eficiência de cada DMU, ao realizar comparações entre as unidades do grupo analisado, no intuito de destacar as melhores dentro dele. Além disso, essa técnica possibilita a identificação das causas e dimensões da ineficiência relativa de cada unidade avaliada (Faria; Jannuzzi; Silva, 2008).

A DEA conta com dois modelos clássicos: o primeiro modelo ficou conhecido como CCR por ter sido desenvolvido pelos teóricos Charnes, Cooper & Rhodes (1978) ou também é chamado de modelo de Escala de Retornos Constantes (CRS - Constant Returns to Scale), e pressupõe que quanto maior o investimento em entradas, o retorno, ou as saídas, devem seguir a mesma proporção (Macêdo; Starosky-Filho; Rodrigues-Junior, 2012; TCU, 2018).

O segundo modelo clássico foi desenvolvido por Banker, Cooper & Charnes (1986) e ficou conhecido como BCC ou modelo de Escala de Retornos Variáveis (Macêdo; Starosky-Filho; Rodrigues-Junior, 2012). Complementarmente, utilizando de Ferreira & Gomes (2009), Costa (2011) expõe que o BCC substitui a questão da proporcionalidade entre inputs e outputs defendida pelo CCR pela questão da convexidade, onde se assume que ao multiplicar os insumos por um fator t pode-se obter uma produção de mais de t vezes (retornos crescentes de escala) ou uma produção de menos de t vezes (retornos decrescentes de escala) (COSTA, 2011; TCU, 2018).

Os produtos e insumos podem ser variáveis contínuas, ordinais ou categóricas. Igualmente podem ser medidas em diferentes unidades (reais, números de alunos, metros quadrados, tempo médio de formação etc.). A estimação de uma função de produção dada a junção de seus insumos destinados à produção de bens e/ou serviços, essa função de produção

apresenta a relação que há entre os insumos do processo e o produto resultante (Sobrinho, 2018).

Nesse sentido, pode-se obter a máxima produção empregando-se uma determinada combinação eficiente de fatores. Através desse tipo de análise, pode-se descrever a produtividade e a eficiência técnica de um determinado sistema de produção de algum bem ou serviço (produto). Logo, tem-se que, quanto mais próximo da fronteira estiver um produtor, maior será sua eficiência técnica (Sobrinho, 2018).

A fronteira de eficiência representa o máximo de produtos (y), no caso a escola ou hospital que se obtém com um determinado nível de insumos (x), ou seja, ela representa o atual estágio tecnológico de determinada organização. As DMUs eficientes são aquelas que se posicionam sobre a fronteira (“A” e “C”). Porém, é preciso destacar que isso não significa que elas sejam perfeitas, sem desperdícios, mas, sim, que conseguem realizar o máximo possível, dadas suas restrições. As outras DMUs que estão abaixo da fronteira (“B”) são ineficientes.

Caso a AT “B” deseje alcançar a fronteira de eficiência, ela pode reduzir seus custos até se igualar à DMU “A” aumentando sua eficiência orientada aos insumos; ou, então, aumentar sua produção, mantendo os custos, se equiparando à DMU “C”, aumentando sua eficiência orientada aos produtos.

Por isso, deve-se atentar à seleção das DMUs, pois a DEA é sensível a valores extremos, o que configura, ao mesmo tempo, uma limitação (se os dados forem imprecisos) e uma potencialidade dessa técnica (se os dados denotam uma situação de boas práticas)" (Faria; Jannuzzi; Silva, 2008).

Também é importante frisar que tal método de análise considera apenas a eficiência do ponto de vista técnico, economicista. No entanto, e não menos importante, sabe-se que outros fatores e outros tipos de eficiência, como a social, a ecológica e ambiental (Sachs, 2009), também devem ser levados em conta, principalmente por se tratar do setor público.

Ainda nesse sentido, segundo Zhu (2014), ela também pode ser usada para *benchmarking*, utilizando-se medidas de desempenho para estimar não uma fronteira de produção, mas uma fronteira de melhores práticas. Portanto, ao invés de uma categoria de insumos e uma categoria de produtos, mede-se a razão entre duas categorias com indicadores de desempenho.

Por fim, segundo Zhu (2014), em geral, a DEA minimiza ‘entradas’ e maximiza ‘saídas’; em outras palavras, níveis menores do primeiro e níveis maiores do último representam melhor desempenho ou eficiência.

2.2. Seminário em Administração – Semead:

O Seminário em Administração (Semead) da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo (FEA-USP) é um evento científico anual de grande relevância no campo da administração no Brasil. Criado em 1996, o Semead se consolidou como uma plataforma de intercâmbio acadêmico e discussão de pesquisas de alta qualidade, contribuindo significativamente para o avanço do conhecimento científico e prático na área.

Desde sua criação, o Semead tem mostrado um crescimento contínuo em termos de participação e qualidade dos trabalhos apresentados. O evento começou como uma iniciativa para compartilhar pesquisas internas da FEA-USP, mas rapidamente se expandiu para incluir participantes de outras instituições e regiões.

Quadro 1 - Marcos Históricos do Semead

Ano	Evento
1996	Primeira edição focada em pesquisas dos professores e alunos do Programa de Pós-Graduação em Administração da USP.
2005	Abertura do evento à comunidade acadêmica em geral, fortalecendo a difusão do conhecimento.
2012	Inclusão de Keynote Speakers internacionais, ampliando a relevância e alcance do evento.
2015	Introdução do Consórcio Doutoral, fomentando a formação de doutorandos.
2017	Celebração dos 20 anos com várias atividades novas, incluindo oficinas metodológicas e Business Cases.
2020	Ocorreu, em novembro de 2020, onde nessa edição, discutiu-se sobre o COVID-19 e seus impactos aos modelos de gestão.
2023	O Semead 2023 foi realizado com o formato híbrido. Tal decisão foi balizada pelas experiências anteriores do evento presencial, virtual e híbrido. O Semead proporcionou uma experiência única aos congressistas, pois possibilitou opções pelas atividades virtuais e presenciais.

Fonte: Elaboração própria.

O Semead abrange uma ampla variedade de áreas temáticas, refletindo a diversidade e a complexidade da administração contemporânea. As principais áreas temáticas incluem: 1. Administração Pública; 2. Agronegócios; 3. Empreendedorismo; 4. Ensino e Pesquisa; 5. Estratégia em Organizações; 6. Estudos Organizacionais; 7. Finanças; 8. Gestão da Inovação; 9. Gestão de Pessoas; 10. Gestão Socioambiental; 11. Marketing; 12. Operações; 13. Tecnologia da Informação; e 14. Turismo e Hospitalidade.

Essas áreas temáticas são coordenadas por professores renomados e experientes, garantindo a qualidade e a relevância das discussões e apresentações.

Os Pontos Fortes do Semead são: o intercâmbio acadêmico, pois o evento proporciona uma plataforma robusta para o intercâmbio de ideias e experiências entre acadêmicos e profissionais; a qualidade dos trabalhos, onde a avaliação rigorosa por pares assegura a alta qualidade dos trabalhos apresentados; oportunidades de publicação, pois há parcerias com periódicos científicos permitem a publicação dos melhores trabalhos, aumentando a visibilidade das pesquisas; o desenvolvimento de networking, pois o evento facilita o networking entre pesquisadores, promovendo colaborações futuras; e a inovação, pois de forma contínua introduz novas atividades e formatos, mantendo o evento relevante e atrativo.

O Semead se consolidou como um evento de destaque na área de administração, contribuindo significativamente para o avanço do conhecimento científico e prático. Seu crescimento em número de participantes e artigos submetidos e apresentados reflete a importância e a qualidade do evento, que continua a evoluir e se adaptar às necessidades da comunidade acadêmica e profissional.

3. METODOLOGIA:

O presente trabalho é caracterizado como uma pesquisa exploratória com abordagem qualitativa. A metodologia adotada se pautou na pesquisa qualitativa e se utilizou a técnica de pesquisa de análise documental a partir de artigos já publicados oriundos dos anais do Semead entre os anos de 2014 e 2023.

A escolha desta revisão sistemática de literatura baseada nos artigos apresentados no Seminário em Administração – Semead foi intencional e por conveniência. A realização de um estudo sobre os artigos apresentados no Seminário de Administração com foco na Análise Envoltória de Dados (DEA) é justificada por diversas razões estratégicas e acadêmicas: i) preenchimento de lacunas na literatura, onde o Semead é um fórum significativo para a disseminação de pesquisas em administração, incluindo estudos sobre eficiência organizacional. Um estudo concentrado nos trabalhos que utilizam DEA ajudará a identificar as contribuições principais e direções futuras para estudos sobre eficiência; ii) consolidação do

conhecimento, a DEA tem sido aplicada em diversas áreas, desde a educação até a saúde e serviços públicos, refletindo sua versatilidade e relevância. Avaliar como essa técnica tem sido utilizada nos estudos do Semead contribuirá para uma melhor compreensão de sua aplicação prática e teórica em contextos variados; iii) benchmarking acadêmico, pois ao analisar os artigos que empregam a DEA pode revelar padrões de qualidade e inovação nas metodologias de pesquisa. Essa análise oferece uma oportunidade para benchmarking acadêmico, onde outras pesquisas podem ser avaliadas em relação às melhores práticas identificadas; iv) aprimoramento de práticas de gestão, porque ao entender como a DEA é aplicada para avaliar a eficiência em diferentes setores, gestores e decisores podem utilizar essas informações para otimizar operações, alocar recursos de maneira mais eficiente e melhorar a prestação de serviços; e v) desenvolvimento teórico, o estudo proporcionará um entendimento mais aprofundado dos fundamentos teóricos da DEA e de como esses princípios são adaptados e aplicados em diferentes contextos de pesquisa apresentados no Semead.

Portanto, a análise dos artigos utilizando DEA é crucial para a avaliação contínua da própria técnica, suas limitações, potencialidades e áreas de aplicação, garantindo sua relevância e precisão ao longo do tempo.

Ao focar nos artigos do Semead que utilizam a DEA, o estudo proposto não só contribuirá para a literatura acadêmica, mas também para a prática administrativa e política, fortalecendo a capacidade de análise e decisão baseada em evidências em diversos campos da administração pública e privada.

No levantamento dos estudos sobre Análise Envoltória de Dados os seguintes descritores foram utilizados: “DEA”; “Análise Envoltória de Dados”. A coleta de dados ocorreu no mês de maio de 2024, no sítio eletrônico – Anais do Semead, onde foram coletados e analisados 37 (trinta e sete) artigos. Estes artigos foram escolhidos, pelo fato de adotarem a DEA nos seus estudos. A escolha por todas as sessões foi motivada porque os trabalhos cujo foco de estudo é análise envoltoria de dados.

Após levantados, os dados foram tabulados em planilhas de *Excel*®. Realizado este procedimento, foram organizadas as seguintes variáveis por artigo: ano do evento, título; autores, gênero, objetivo geral, unidade federativa, Instituição de Ensino Superior, área temática, *inputs e outputs*, resultados e limitações.

4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DE DADOS:

A seguir será feita uma descrição da análise realizada em cada um dos artigos pesquisados. Para facilitar o entendimento, os artigos foram separados por ano. Segundo a tabela 1, classificamos as pesquisas por ano de evento;

Tabela 1 – Classificação das Pesquisas

Ano do evento	Quantidade de artigos
2014	4
2015	2
2016	3
2017	6
2018	0
2019	8
2020	0
2021	4
2022	6
2023	2
Total	37

Fonte: Elaboração própria.

Analisando a Tabela 1, ocorreu flutuações na quantidade de artigos. Em 2014-2017, observa-se um crescimento geral na quantidade de artigos, começando com 4 artigos em 2014 e atingindo 6 artigos em 2017. Esse aumento pode ser atribuído ao amadurecimento do evento e ao aumento do interesse e participação da comunidade acadêmica sobre este método.

Em 2019, foi ano com a maior quantidade de artigos apresentados foi 2019, com um total de 8 artigos. Esse pico pode indicar uma fase de maior produção científica e interesse em temas relacionados à eficiência, e especificamente relacionados aos serviços públicos.

Nos anos de 2018, 2020 e 2023, nessas edições, não houve artigos apresentados. A ausência de artigos nesses anos pode ser influenciada por diversos fatores, como mudanças na organização do evento, crises econômicas, ou a pandemia de COVID-19, que afetou significativamente a realização de eventos acadêmicos em 2020 e 2023.

Impacto da Pandemia: A ausência de artigos em 2020 e 2023 pode ser diretamente atribuída à pandemia de COVID-19, que interrompeu muitas atividades acadêmicas e científicas. Eventos presenciais foram cancelados ou adiados, e a transição para formatos online pode ter apresentado desafios iniciais.

Nos anos 2021 e 2022, após o impacto da pandemia, houve uma recuperação na quantidade de artigos apresentados, com 6 artigos tanto em 2021 quanto em 2022. Isso reflete uma adaptação da comunidade acadêmica e do evento às novas condições, incluindo a possível adoção de formatos virtuais ou híbridos.

Percebe-se um crescimento contínuo, apesar das flutuações, o crescimento contínuo até 2017 e a recuperação em 2021 e 2022 mostram a resiliência e a importância do Semead como um fórum para discussão científica. O aumento no número de artigos reflete uma comunidade acadêmica ativa e engajada. Constatou-se a recuperação após a pandemia, infere-se que o Semead continue a crescer em número de participações e artigos apresentados.

Contatou-se uma predominância de estudos voltados para o setor público 27 (vinte e sete) (73%), seguida do enfoque privado com 9 estudos (24%) e uma pesquisa voltada para o 3º setor (3%).

O total de autores dos 37 artigos foram 110 (cento e dez), sendo 69 (sessenta e nove) homens, representando 63% e 41 (quarenta e uma) mulheres, representando 37%. Em relação de números de autores por artigo, a Tabela 2 apresenta uma predominância de 2 autores por artigo, representando 38%, seguida de 3 autores (27%) e de 4 autores (24%).

Tabela 2 – Número de autores por artigo

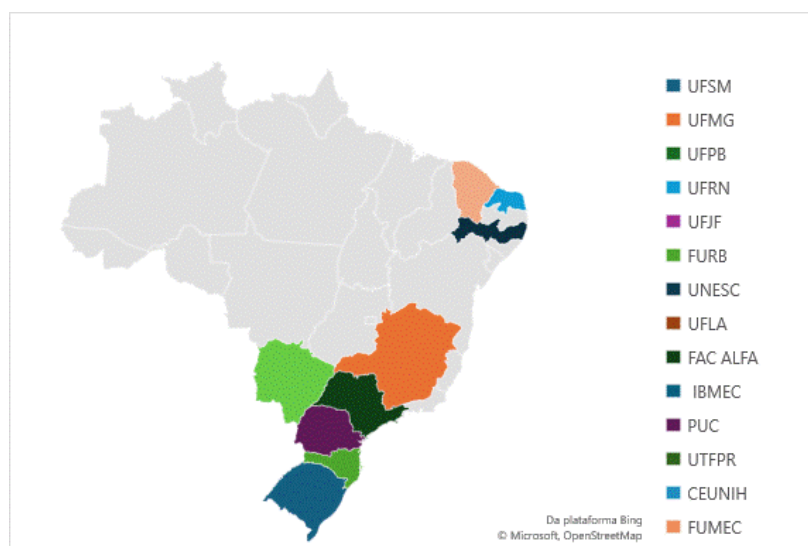
Número de autores	Quantidade	Percentual
1	2	5%
2	14	38%
3	10	27%
4	9	24%
5	2	5%
Total	37	100%

Fonte: elaboração própria.

A distribuição dos trabalhos por Unidade Federativa, demonstra que somente a região Norte não participou de apresentações sobre o DEA no Semead. Destaca-se a região do Nordeste com 41 autores (37%); seguida da região Sudeste com 37 dos autores (34%); em terceiro vem a região Sul com 27 autores (25%); 1 autor internacional (Universidade do Minho – Portugal); e, por fim, com 4 autores (0,5%) o Centro oeste.

Em relação ao número de Instituições de Ensino Superior – IES, destaca-se a região Sudeste com 13 IES (42%); seguida da região Sul com 10 IES (32%); em terceiro vem a região do Nordeste com 7 IES (23%); e, por fim, o Centro-oeste, com uma única IES, conforme Mapa abaixo:

Mapa 1 – Distribuição territorial dos autores por Unidade Federativa



Fonte: Elaboração própria.

Em relação a frequência das áreas temáticas, evidencia uma diversidade de temas abordados com o método DEA, a Tabela 3 revela 14 enfoques diferentes;

Tabela 3 - Frequência das Áreas Temáticas

Área Temática	Frequência
Educação	7
Energia	1
Ensino Superior	4
Esporte	1
Gestão Pública	5
Justiça	1
Parceria Público e Privado	1
Política	1
Saneamento e Resíduos Sólidos	4
Saúde	7
Segurança	1
Setor Financeiro e Bancário	2
Social	1
Varejo / Supermercado	1
Total	37

Fonte: Elaboração própria

Ambas as áreas de Educação e Saúde possuem 7 estudos cada, destacando-se como as temáticas mais investigadas nos artigos do Semead. Os estudos na área de Educação focam principalmente na eficiência dos investimentos educacionais, gestão dos recursos e impacto na qualidade do ensino, tais como: a Eficiência dos municípios em relação aos objetivos educacionais Euclides, (2017); a Eficiência dos gastos municipais em educação Gresele e Cunico, (2021); e a Qualidade da educação nos municípios cearenses Martins e Da Silva, (2019).

Em relação a Saúde, essa temática abordaram a eficiência na alocação e utilização de recursos públicos em saúde, especialmente no contexto da pandemia de COVID-19 e em sistemas de saúde pública, tais como: a Eficiência dos gastos em saúde na Zona da Mata Mineira Lemos e Junior, (2015); a Eficiência dos gastos públicos em saúde durante a pandemia Lima e Pontes, (2022); a Eficiência no gerenciamento de serviços de saúde Vasconcelos et al., (2021).

Assim, as áreas de Educação e Saúde foram áreas mais relevantes. Esses temas são cruciais para o desenvolvimento social e econômico, justificando o foco significativo dos pesquisadores. Estudos futuros podem continuar a explorar esses campos, utilizando metodologias avançadas e dados longitudinais para aprofundar a compreensão sobre a eficiência e a eficácia dos serviços públicos nestas áreas.

A área da Gestão pública abrangeu 5 estudos no Semead. A análise do setor de Gestão Pública revela um foco significativo em Administração Pública, com um número notável de publicações nos anos 2017 e 2019. As instituições mais ativas incluem UFC, UFSM, UFRN, PUC/PR, UTFPR e UFPE. Destaca-se os enfoques sobre o desempenho de políticas públicas de saúde utilizando a metodologia DEA para comparar diferentes regiões. Assim como, avaliação da eficiência do gasto público nos municípios, utilizando indicadores socioeconômicos e de infraestrutura. E por fim, a avaliação e comparação da performance de diferentes instituições e políticas públicas.

Já nas áreas temáticas de resíduos sólidos e ensino superior abrangem 4 estudos cada, no Semead. A área de resíduos sólidos tem se tornado cada vez mais relevante devido ao aumento da produção de resíduos e à necessidade de práticas sustentáveis de gestão ambiental. O estudo de Carvalho, Sampaio, Sampaio (2016) trata sobre a regulação na eficiência das prestadoras de serviço de saneamento no Brasil; Soares, Alves, Soares, Valença, (2021) desenvolveram uma análise bibliométrica da eficiência na gestão de resíduos sólidos urbanos partir da análise envoltória de dados (DEA); Soares, Alves, Soares, Valença (2022) estudaram a Eficiência no gerenciamento de resíduos sólidos urbanos em municípios de Pernambuco; Vasconcelos, (2017) estudou o consórcio intermunicipal de resíduos sólidos urbanos de Curitiba;

Os estudos sobre resíduos sólidos demonstraram a aplicação eficaz da DEA para avaliar e melhorar a eficiência na gestão de resíduos. Esses artigos destacam a importância da regulação, práticas eficientes e políticas públicas adequadas para a gestão sustentável dos resíduos sólidos.

Na área temática de ensino superior também foram analisados, refletindo a crescente preocupação com a eficiência das instituições de ensino superior no Brasil. O estudo de Meireles, Soares, Ceretta, (2014) trata sobre a eficiência das instituições federais de ensino superior brasileiras, identificando as melhores práticas e áreas que necessitam de melhorias; Portacio, Correa, (2019) estuda a eficiência relativa do desempenho econômico-financeiro das universidades federais nordestinas; Ritta, Sorato, Hein, (2015) aborda sobre a avaliação da eficiência financeira dos cursos de graduação de uma IES comunitária, identificando os cursos eficientes e ineficientes.

Os estudos sobre ensino superior no Semead mostram como a DEA pode ser utilizada para avaliar a eficiência destas instituições, identificando áreas de excelência e aquelas que necessitam de melhorias. Esses artigos fornecem *insights* valiosos para a formulação de políticas e a gestão das instituições de ensino superior, destacando a importância de práticas eficientes e sustentáveis.

Ao analisar as variáveis utilizadas nos modelos DEA, a eficiência é medida pelos insumos e produtos. O Quadro 2 apresenta uma visão detalhada dos *inputs* e *outputs* utilizados para avaliar a eficiência em diferentes setores, destacando as variáveis específicas aplicadas em cada contexto:

Quadro 2 – Variáveis com Inputs e Outputs por Setor

Setor	Inputs	Outputs
Ensino Superior	Custo corrente do aluno equivalente, Professor equivalente, Funcionários equivalentes.	Taxa de sucesso de graduação Conceito CAPES
Social	Número de beneficiados pelo Bolsa Família, Valores repassados aos beneficiados pelo Bolsa Família (em reais) Infraestrutura tecnológica Mobiliário e diversos outros itens de acessibilidade Manutenção e identidade visual Funcionários	Renda média familiar (em reais) Número de livros por aluno Taxa de aprovação dos alunos Prova Brasil Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) do município
Energia Elétrica	Custo do Produto Vendido Ativo Total	Receita
Saúde	Despesas per capita com saúde e saneamento Número de leitos hospitalares Média de permanência	Cobertura vacinal Inverso da taxa de mortalidade infantil Produção ambulatorial per capita
Educação	Despesas com Pessoal por aluno; Despesas Administrativas por aluno Despesas com Filantropia por aluno, Outras Despesas por aluno, Proporção aluno/professor, Média de alunos por sala, Porcentagem de professores com ensino superior na escola, Índice de infraestrutura escolar, Índice socioeconômico	Índice de Efetividade da Gestão Municipal - Indicador Saúde, Taxa de alta e taxa de sobrevida infantil, Número de pacientes internados pela média de recursos previstos, Expectativa de vida ao nascer e mortalidade infantil/1000, Taxa de sobrevida infantil, Taxa de sobrevida maternal, Anos de vida baseado em NCD's Qualidade do atendimento e satisfação do paciente

Fonte: Elaboração própria.

Os setores analisados abrangem diversos campos de atuação, cada um utilizando um conjunto específico de variáveis (*inputs e outputs*) para medir a eficiência e o desempenho. Vamos analisar cada setor com base nos *inputs e outputs* destacados.

O setor de Ensino Superior foca principalmente em variáveis relacionadas aos custos e recursos humanos (professores e funcionários) como *inputs*, enquanto os *outputs* são orientados ao sucesso acadêmico dos alunos e à avaliação institucional (Conceito CAPES). Isso reflete uma preocupação com a eficiência operacional e a qualidade educacional.

Em relação ao setor social, utiliza-se uma combinação de variáveis financeiras e de infraestrutura como *inputs*, e mede os *outputs* em termos de melhoria nas condições de vida e educação. A ênfase está em aumentar a renda familiar, a saúde e a educação da população beneficiada.

No que se refere ao de Energia, os estudos voltaram se para medir a eficiência financeira. Os custos diretos e o valor dos ativos são comparados à receita gerada, destacando a relação direta entre investimento e retorno financeiro.

Já o setor de Saúde, as pesquisas utilizaram as despesas em saúde e saneamento como *inputs* e mede a eficiência em termos de cobertura de serviços essenciais e redução da mortalidade infantil. Isso evidencia uma preocupação com a saúde pública e a infraestrutura de saneamento.

Por fim, o setor de Educação apresentou uma variedade de *inputs* relacionados a despesas e infraestrutura educacional, enquanto os *outputs* medem o desempenho acadêmico e

a receita líquida por aluno. Isso demonstra um enfoque na eficiência operacional e nos resultados educacionais.

Identificamos uma variabilidade de *inputs*, onde cada setor utiliza diferentes tipos de *inputs* que são relevantes para suas operações específicas. Constatamos que os Setores como Ensino Superior e Educação utilizam mais variáveis relacionadas a recursos humanos e despesas, enquanto o setor de Energia Elétrica foca em custos diretos e ativos.

Em relação aos *outputs*, estes variam significativamente, desde indicadores financeiros (como receita) até medidas de bem-estar social (como renda média familiar e esperança de vida). Isso reflete os diferentes objetivos de desempenho e eficiência de cada setor.

Já os setores como Saúde e Educação, há um claro foco na melhoria da qualidade dos serviços e no desempenho dos alunos, respectivamente. Isso indica uma preocupação com a eficiência na utilização dos recursos para obter melhores resultados. Portanto, as análises realizadas ajudam a entender como diferentes setores avaliam sua eficiência e desempenho, e fornecem insights sobre as áreas que podem ser otimizadas para melhorar os resultados.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS:

O objetivo principal deste estudo foi analisar os artigos apresentados no Semead que aplicaram a Análise Envoltória de Dados (DEA) na avaliação da eficiência nas organizações. Esse objetivo foi plenamente alcançado, uma vez que conseguimos identificar e categorizar os principais autores, áreas temáticas, variáveis de *input* e *output* utilizadas.

A questão de pesquisa central foi respondida. A análise dos 37 artigos revelou que a DEA tem sido amplamente utilizada para avaliar a eficiência em diversos setores, incluindo saúde, educação, gestão pública, saneamento e setor financeiro. Identificamos que as principais variáveis de *input* e *outputs*.

Apesar do sucesso em atingir os objetivos propostos, este estudo apresenta algumas limitações que devem ser consideradas: a generalização dos resultados, pois a variabilidade nas metodologias e contextos dos estudos limita a generalização dos resultados para outras regiões ou setores. Portanto, os resultados são específicos aos estudos analisados e podem não ser aplicáveis a todos os contextos.

Para aprofundar a compreensão da aplicação da DEA na avaliação de eficiência e superar as limitações deste estudo, sugerimos as seguintes direções para pesquisas futuras: i) ampliação do escopo de pesquisa, pois investigar a aplicação da DEA em outros eventos acadêmicos; ii) análise longitudinal, pois realizar estudos longitudinais para avaliar a evolução da eficiência ao longo do tempo, permitindo uma análise mais robusta das tendências e impactos; iii) integração de dados qualitativos e quantitativos, pois combinar métodos qualitativos com a DEA para fornecer uma compreensão mais rica e detalhada das práticas e desafios de eficiência nas organizações; e iv) comparações internacionais, onde a expansão da análise para incluir estudos internacionais, permite comparações entre diferentes países e contextos, o que pode fornecer insights valiosos para a melhoria das práticas de gestão.

Por fim, a principal contribuição deste artigo foi fornecer uma visão abrangente e sistemática sobre a aplicação da DEA. Ao identificar as variáveis de *input* e *output* mais comuns; analisar os enfoques e setores dos estudos existentes, oferece uma base sólida para a melhoria das práticas de gestão e para a realização de futuras pesquisas.

Além disso, a análise detalhada dos setores mais e menos eficientes proporciona insights valiosos para políticos, formuladores de políticas e gestores públicos, auxiliando na implementação de estratégias que possam melhorar a eficiência e a qualidade dos serviços públicos.

REFERÊNCIAS:

- ALBUQUERQUE, Rafael Menezes. Análise da Eficiência da Arrecadação do Imposto sobre serviços de qualquer natureza – ISSQN. Orientador: Guilherme Diniz Irffi. 2019. 23p. artigo científico – Curso de Especialização em “Fronteiras do Conhecimento em Auditoria Governamental”, Universidade de São Paulo - USP, Fortaleza, 2019.
- AMUNDSEN DA SILVEIRA BONIFÁCIO. Modelo para medição da eficiência judiciária: sua relação com indutores orçamentários e a justiça gratuita. SEMEAD - Seminário em Administração, 2022, p. 1–17.
- BRASIL. Tribunal de Contas da União. Análise Envolvória de Dados em Auditoria. 2018.
- CARVALHO, A. E. C.; SAMPAIO, R.; SAMPAIO, L. M. B. O impacto da regulação na eficiência das prestadoras de serviço de saneamento no Brasil: uma aplicação do modelo dinâmico de redes de análise envoltória de dados. SEMEAD - Seminário em Administração, 2016, p. 1–16.
- CAVINATO, N. R.; CAPITANI, D. H. D. Cooperativas de crédito rural: uma análise acerca da eficiência financeira e social. SEMEAD - Seminário em Administração, 2021, p. 1–17.
- CHIARETO, J.; CORREA, H. L.; SOUZA, R. D. F. Desempenho financeiro e operacional em hospitais sem fins lucrativos brasileiros. SEMEAD - Seminário em Administração, 2019, p. 1–16.
- COELLI, Tim; RAO, D. S. Prasada; BATTESE, George E. An Introduction to efficiency and productivity analysis. Boston: Kluber Academic Publishers, 1998.
- COSTA, I. S. (2011). Eficiência Técnica Municipal na Alocação dos Gastos Públicos no Estado do Paraná. Xxxv Encontro da Anpad. Rio de Janeiro.
- ERMEL, M. D. A.; NETO, R. M. D. F.; ARAUJO, A. O. O mercado percebe a eficiência? Uma avaliação no setor de distribuidoras de energia elétrica por meio do Q de Tobin análise envoltória de dados. SEMEAD - Seminário em Administração, 2014, p. 1–16.
- EUCLYDES, F. M. A eficiência dos municípios do Vale do Jequitinhonha em relação a dois objetivos constantes no Plano Decenal de Educação de Minas Gerais. SEMEAD - Seminário em Administração, 2017, p. 1–17.
- FARIA, F.P., Jannuzzi, P.M., & Silva, S.J. Eficiência dos gastos municipais em saúde e educação: uma investigação através da análise envoltória no Estado do Rio de Janeiro. Revista De Administração Pública. Rio de Janeiro. v.42(1). pp.155-177. Jan./Fev.2008.
- FERNANDES, Luiz Henrique dos Santos. Eficiência tributária municipal e seus determinantes: uma abordagem semi-paramétrica via regressão beta. 2017.
- GRESELE, W. D.; CUNICO, E. A eficiência dos gastos municipais em educação no estado do Paraná no ano de 2017. SEMEAD - Seminário em Administração, 2021, p. 1–17.
- JARBAS, M.; CHAGAS, R.; MOTA, S. C. Gestão de desempenho dos municípios do cariri cearense na pandemia de covid-19: um estudo baseado na análise envoltória de dados (DEA). SEMEAD - Seminário em Administração, 2022, p. 1–17.
- LEMO, T. B. D. O.; JUNIOR, C. S. D. M. Avaliação da eficiência dos gastos em saúde na Zona da Mata Mineira pelo método da análise envoltória de dados. SEMEAD - Seminário em Administração, 2015, p. 1–16.
- LEAL SOBRINHO, Antonio. Esforço fiscal na arrecadação do IPTU: Uma análise empírica para os municípios do Estado do Ceará de 2008 a 2016 utilizando modelo de fronteira estocástica. 2018.

- LIMA, W. L. DE; PONTES, T. T. E. S. Eficiência dos gastos públicos em saúde durante a pandemia da COVID-19: um estudo das unidades federativas do Brasil. SEMEAD - Seminário em Administração, 2022, p. 1–17.
- LOPES, L. F. R.; PAIVA, D. A. DE. Eficiência das parcerias público-privada: uma análise comparativa do caso das unidades de atendimento integrado (UAI) de Minas Gerais. SEMEAD - Seminário em Administração, 2014, p. 1–17.
- MACÊDO, F.F.R.R., STAROSKY-FILHO, L., & RODRIGUES-JUNIOR, M.M. (2012). análise da eficiência dos recursos públicos direcionados à educação: estudo nos municípios do Estado de Santa Catarina. XXXVI Enanpad. Rio de Janeiro.
- MARTINS, S. DE S.; DA SILVA, C. R. M. Eficiência do investimento em educação e a qualidade da educação nos municípios cearenses. SEMEAD - Seminário em Administração, 2019, p. 1–16.
- MEIRELES, V. D. G.; SOARES, J. C.; CERETTA, P. S. Eficiência das instituições federais de ensino superior brasileiras. SEMEAD - Seminário em Administração, 2014, p. 1–16.
- MENDONÇA, D. J.; SOUZA, J. A. E.; BENEDICTO, G. C. DE; SILVA, S. N. A. DA. Relação entre eficiência econômico-financeira e lucratividade em instituições bancárias brasileiras. SEMEAD - Seminário em Administração, 2016, p. 1–16.
- MEZA, Lidia Angulo; GOMES, Eliane Gonçalves; NETO, Luiz Biondi. Curso de análise de envoltória de dados. XXXVII Simpósio brasileiro de pesquisa operacional, p. 20520-2547, 2005.
- MORAES, J. P. S. C.; DIB, L. D. A. L.; FREITAS, K. S.; FORTI, C. A. B. Rentabilidade das cooperativas de crédito brasileiras: um mapeamento dos determinantes. SEMEAD - Seminário em Administração, 2019, p. 1–17.
- MORAES, V. S. DE; CROZATTI, J.; MACHADO, G. S. O novo FUNDEB, a eficiência do gasto público e desigualdades: conectando os anseios equalizadores por meio de uma tipologia de municípios. SEMEAD - Seminário em Administração, 2021, p. 1–16.
- MOURA, D. K. R.; NETO, A. R.; DA SILVA, M. C.; CAMPELO FILHO, E. G. Estudos sobre eficiência na saúde com aplicação do método DEA entre 2015 e 2019. SEMEAD - Seminário em Administração, 2022, p. 1–16.
- NODARI, D.; JUNIOR, J. C. A. DA S.; CAVALHEIRO, M. DE O.; VICTOR, F. G. Análise de eficiência de supermercados de pequeno porte do Oeste de SC: uma abordagem por data envelopment analysis. SEMEAD - Seminário em Administração, 2017, p. 1–16.
- NOGUEIRA, D.; MARZZONI, S.; BATTESINI, M. Segurança pública dos estados no período 2011-2020: análise da eficiência técnica por meio de DEA e índice de Malmquist. SEMEAD - Seminário em Administração, 2022, p. 1–17.
- PINTO, N. G. M.; CORONEL, D. A.; FILHO, R. B. Eficiência no desenvolvimento regional resultantes do programa Bolsa Família: aplicação da análise envoltória de dados (DEA) nos estados e regiões brasileiras de 2004 a 2010. SEMEAD - Seminário em Administração, 2014, p. 1–16.
- PORTACIO, L. M.; CORREA, D. M. M. C. A eficiência relativa do desempenho econômico-financeiro das universidades federais nordestinas. SEMEAD - Seminário em Administração, 2019, p. 1–16.
- QUEIROZ, M. V. A. B.; SAMPAIO, L. M. B.; SAMPAIO, R. Eficiência escolar no ensino fundamental do Rio Grande do Norte: uma aplicação do método de análise envoltória de dados não discricionário. SEMEAD - Seminário em Administração, 2016, p. 1–17.
- RITTA, C. D. O.; SORATO, K. A. D. L.; HEIN, N. Análise envoltória de dados para avaliação da eficiência financeira dos cursos de graduação de uma IES comunitária. SEMEAD - Seminário em Administração, 2015, p. 1–16.

- RODRIGUES, W. O. P.; EDUARDO, A. S.; FRAINER, D. M.; MOREIRA, M. G. Eficiência dos gastos públicos e desenvolvimento municipal no Mato Grosso do Sul: uma análise do IFDM a partir da metodologia DEA. SEMEAD - Seminário em Administração, 2019, p. 1–17.
- RODRIGUES, A. D. C.; MUYLDER, C. F. DE; GONTIJO, T. S. Incorporando preferências gerenciais na avaliação da eficiência de organizações públicas: uma abordagem DEA. SEMEAD - Seminário em Administração, 2017, p. 1–17.
- ROSA, F. DE; BRAGA, F. G. Modelo de análise de eficiência aplicado aos municípios do estado de Goiás utilizando análise envoltória de dados (DEA). SEMEAD - Seminário em Administração, 2017, p. 1–16.
- SILVA, E. E. DA; SANTOS, A. A. DOS; LIMA, E. O.; SILVEIRA, M. A. P. DA; MOURÃO, P. J. R. Utilização de recursos de eficiência técnica em clubes de futebol: um estudo das equipes semifinalistas do Campeonato Paulista de 2017. SEMEAD - Seminário em Administração, 2019, p. 1–17.
- SILVA, V. D. S. DA; SILVA, M. D. N. R. M. D. O.; JUNIOR, J. H. P. A gestão dos gastos públicos em saúde influencia aspectos de educação e renda no desenvolvimento humano? SEMEAD - Seminário em Administração, 2019, p. 1–17.
- SOARES, I. T. DA S.; ALVES, J. L.; SOARES, I. C. DA S.; VALENÇA, S. Análise bibliométrica da eficiência na gestão de resíduos sólidos urbanos partir da análise envoltória de dados (DEA). SEMEAD - Seminário em Administração, 2021, p. 1–17.
- VARELA, Patrícia Siqueira; MARTINS, Gilberto de Andrade; FÁVERO, Luiz Paulo Lopes. Eficiência econômica de municípios paulistas na área da saúde e o perfil dos financiamentos dos gastos públicos: uma abordagem com o uso de Data Envelopment Analysis (DEA) e Regressão Tobit. Anais, 2008.
- ZHU, Joe. Data Envelopment Analysis: let the data speak for themselves. Middletown: CreateSpace Independent Publishing Platform, 2014.