



**UMA REVISÃO DA LITERATURA SOBRE A APLICAÇÃO DA ANÁLISE
ENVOLTÓRIA DE DADOS (DEA) NA AVALIAÇÃO DE EFICIÊNCIA EM
SERVIÇOS DE SAÚDE PÚBLICOS (2015-2025)**

**A LITERATURE REVIEW ON THE APPLICATION OF DATA ENVELOPMENT
ANALYSIS (DEA) IN EFFICIENCY ASSESSMENT OF PUBLIC HEALTH
SERVICES (2015-2025)**

**UNA REVISIÓN DE LA LITERATURA SOBRE LA APLICACIÓN DEL ANÁLISIS
ENVOLVENTE DE DATOS (DEA) EN LA EVALUACIÓN DE EFICIENCIA EN
SERVICIOS DE SALUD PÚBLICOS (2015-2025)**

Caio Bruno Cruz¹

Naja Brandão Santana²

Jaime Crozatti³

RESUMO

Este artigo apresenta uma revisão sistemática da literatura sobre a aplicação da Análise Envoltória de Dados (DEA) para a avaliação da eficiência no setor de saúde pública, cobrindo publicações de 2015 a 2025 indexadas na base Scopus. A partir de 37 artigos selecionados, identificaram-se cinco principais focos de aplicação: (1) avaliação de sistemas de saúde em nível nacional e regional; (2) eficiência de hospitais e unidades específicas; (3) fatores determinantes da eficiência — qualidade, recursos humanos e gestão; (4) acesso a tratamentos e desigualdades geográficas; e (5) impacto da pandemia de COVID-19. Em termos de modelos DEA

¹ Mestrando em Administração pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). Bacharel em Administração Pública pela Fundação Getúlio Vargas (FGV EAESP).

² Doutora e Pós-Doutora em Engenharia de Produção (EESC/USP). Professora Adjunta da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar).

³ Livre-Docente em Ciências Sociais Aplicadas (EACH/USP). Doutor e Mestre em Controladoria e Contabilidade (FEA/USP). Professor Livre-Docente da Universidade de São Paulo (USP).

mais empregados, destaca-se a predominância dos modelos CCR e BCC para análises estáticas, do Índice de Malmquist para avaliações dinâmicas de produtividade, e da DEA em dois estágios combinada a regressões Tobit para controle de fatores exógenos. O modelo SBM (Slack-Based Measure) emerge como alternativa de crescente adoção. Quanto às variáveis mais selecionadas, os insumos (inputs) incluem, sistematicamente, recursos humanos (médicos, enfermeiros), infraestrutura (leitos, número de unidades) e gastos públicos; os produtos (outputs) variam entre métricas de atividade operacional — consultas, internações, cirurgias — em estudos de nível micro, e indicadores de saúde populacional — expectativa de vida, taxas de mortalidade — em estudos de escopo macro. As principais tendências de pesquisa apontam para a combinação de DEA com análise espacial e econometria, a incorporação da qualidade como variável indesejável, a crescente atenção ao trade-off entre eficiência e resiliência sistêmica, e a necessidade de modelos hierárquicos e escaláveis que integrem os diferentes níveis de governança do setor público.

Palavras-chave: Análise Envoltória de Dados; DEA; Eficiência Técnica; Saúde Pública; Revisão Sistemática da Literatura.

ABSTRACT

This article presents a systematic literature review on the application of Data Envelopment Analysis (DEA) for efficiency assessment in the public health sector, covering publications from 2015 to 2025 indexed in the Scopus database. Based on 37 selected articles, five main application focuses were identified: (1) national and regional health system evaluation; (2) hospital and unit efficiency; (3) determinants of efficiency — quality, human resources, and management; (4) access to treatments and geographic inequalities; and (5) the COVID-19 pandemic impact. Among the most frequently used DEA models, the CCR and BCC models predominate for static analyses, the Malmquist Index for dynamic productivity assessments, and two-stage DEA combined with Tobit regressions for controlling exogenous factors. The SBM (Slack-Based Measure) model shows growing adoption. Regarding variable selection patterns, inputs systematically include human resources (physicians, nurses), infrastructure (beds), and public expenditures; outputs range from operational metrics (consultations, admissions) at the micro level to population health indicators (life expectancy, mortality rates) at the macro level. Key research trends include combining DEA with spatial econometrics, incorporating quality as an undesirable

output, increasing attention to the efficiency-resilience trade-off, and the need for hierarchical models that integrate multiple governance levels.

Keywords: Data Envelopment Analysis; DEA; Technical Efficiency; Public Health; Systematic Literature Review.

RESUMEN

Este artículo presenta una revisión sistemática de la literatura sobre la aplicación del Análisis Envolvente de Datos (DEA) para la evaluación de la eficiencia en el sector de salud pública, cubriendo publicaciones de 2015 a 2025 indexadas en la base Scopus. A partir de 37 artículos seleccionados, se identificaron cinco focos principales de aplicación: (1) evaluación de sistemas de salud nacionales y regionales; (2) eficiencia de hospitales y unidades específicas; (3) factores determinantes de la eficiencia; (4) acceso a tratamientos y desigualdades geográficas; y (5) impacto de la pandemia de COVID-19. Entre los modelos DEA más utilizados, predominan los modelos CCR y BCC para análisis estáticos, el Índice de Malmquist para evaluaciones dinámicas y el DEA en dos etapas con regresión Tobit para el control de factores exógenos. Las variables de entrada (inputs) incluyen recursos humanos, infraestructura y gastos; los productos (outputs) varían entre métricas operacionales en el nivel micro e indicadores de salud poblacional en el nivel macro. Las tendencias apuntan hacia la integración de DEA con análisis espacial y la necesidad de modelos jerárquicos y escalables.

Palabras clave: Análisis Envolvente de Datos; DEA; Eficiencia Técnica; Salud Pública; Revisión Sistemática de la Literatura.

1. INTRODUÇÃO

A busca por maior eficiência na alocação e na gestão dos recursos públicos em saúde constitui um desafio permanente para os governos, especialmente em contextos de restrições fiscais (Zucchi, Del Nero & Malik, 2000). Esse desafio se intensificou a partir da década de 1980 com o advento da Nova Gestão Pública (New Public Management — NPM), movimento reformador que introduziu princípios de mercado, orientação para resultados e controle de desempenho na administração pública, impulsionando a busca sistemática por eficiência nas organizações estatais (Hood, 1991). Mais recentemente, a perspectiva de criação de valor público (Moore,

1995) reforça que o Estado deve ir além da simples contenção de custos, buscando maximizar os resultados de saúde para a sociedade a partir dos recursos disponíveis.

Esse desafio é ainda mais premente dado a crescente demanda por serviços de saúde, os custos cada vez mais elevados e a responsabilidade de garantir o bem-estar e a saúde da população. Nesse contexto, a avaliação de desempenho das unidades prestadoras de serviços e dos sistemas de saúde configura-se como uma importante ferramenta de gestão, permitindo a identificação de boas práticas, a otimização do uso de recursos e a contribuição efetiva para o aprimoramento da gestão em saúde.

A Análise Envoltória de Dados, ou *Data Envelopment Analysis* (DEA), surge como uma das metodologias mais proeminentes para essa finalidade. Proposta originalmente por Charnes, Cooper e Rhodes em 1978, a DEA é uma técnica não paramétrica que avalia a eficiência relativa de um conjunto de unidades tomadoras de decisão (DMUs — Decision Making Units). A sua principal vantagem reside na capacidade de lidar com múltiplos insumos (inputs) e múltiplos produtos (outputs) simultaneamente, sem a necessidade de pré-definição de pesos para as variáveis ou uma forma funcional para a fronteira de produção, o que a torna particularmente adequada à complexidade do setor de saúde.

Apesar da vasta aplicabilidade, a literatura sobre o tema é dispersa e abrange diferentes contextos nacionais e modelos de aplicação. Portanto, uma revisão sistemática se faz necessária para consolidar o conhecimento existente, identificar as tendências metodológicas e temáticas, e apontar caminhos para futuras investigações. Este artigo busca mapear a produção científica sobre a aplicação da DEA na saúde pública, com o objetivo de responder às seguintes questões de pesquisa:

(1) Quais são os principais focos de aplicação da DEA no setor da saúde pública?

(2) Quais modelos DEA e variáveis são mais frequentemente utilizados?

(3) Quais são as principais conclusões e limitações apontadas nos estudos?

Para responder a estas questões, o artigo está estruturado nos seguintes capítulos: esta introdução, que contextualiza o tema; a metodologia, que detalha os procedimentos da revisão; a revisão da literatura, que situa teoricamente a noção de eficiência em saúde; os resultados, que apresentam o mapeamento e a síntese da literatura selecionada; a discussão, que analisa criticamente os achados em relação às questões de pesquisa; e a conclusão, que sintetiza o estudo e aponta direções futuras.

2. METODOLOGIA DA PESQUISA

Para atingir os objetivos propostos, este estudo utilizou o método de Revisão Sistemática da Literatura (RSL), que permite a identificação, seleção, avaliação e síntese das evidências relevantes sobre um tópico de pesquisa específico, seguindo um protocolo claro e estruturado. A busca pelos artigos foi realizada utilizando a base de dados Scopus como fonte única. A base Scopus foi escolhida devido à sua relevância internacional e abrangência multidisciplinar. Conforme Visser et al. (2021), a Scopus oferece ampla cobertura multidisciplinar e filtros para a seleção da literatura. Como destacam Aghaei Chadegani et al. (2013), caso seja necessário escolher apenas uma base, a Scopus demonstra excelência tanto em quantidade quanto em qualidade de dados.

A estratégia de busca envolveu a aplicação de uma query (Tabela I) que resultou na identificação inicial de 594 artigos. Em seguida, os artigos foram submetidos a um processo de triagem em duas etapas: (i) leitura dos títulos e resumos, seguida da (ii) análise do texto completo. Os critérios de inclusão final dos estudos foram: (i) aplicação empírica da DEA como método principal de análise; (ii) foco em entidades pertencentes ao setor público de saúde. Foram excluídos os trabalhos que apenas mencionam a DEA sem aplicá-la, bem como revisões de literatura, editoriais, anais de conferência, capítulos de livros, estudos voltados exclusivamente ao setor privado da saúde e artigos indisponíveis na íntegra.

Tabela I - Síntese do Protocolo da RSL

Etapas do Protocolo	Descrição
Fonte de Dados	Utilização exclusiva da base de dados Scopus, devido à sua relevância internacional, ampla cobertura multidisciplinar, e para garantir a coerência metodológica e padrões de indexação.
Estratégia de Busca	TITLE-ABS-KEY (("Data Envelopment Analysis" OR "DEA" OR "technical efficiency" OR "efficiency models")) AND TITLE-ABS-KEY (("public health" OR "health services" OR "health sector" OR "health care")) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE, "ar")) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE, "English") OR LIMIT-TO (LANGUAGE, "Spanish") OR LIMIT-TO (LANGUAGE, "Portuguese")) AND (LIMIT-TO (OA, "all")).
Seleção dos Estudos	Fase 1 — Triagem Inicial: dos 594 artigos, 348 mencionavam DEA; destes, 148 focavam em saúde. Fase 2 —

	Leitura Completa: 39 artigos selecionados; 37 considerados na análise final.
Critérios de Inclusão	1. Aplicação empírica da DEA como método principal. 2. Foco em entidades do setor público de saúde.
Critérios de Exclusão	1. Artigos que apenas mencionam DEA sem aplicá-la. 2. Revisões, editoriais, anais, capítulos de livros. 3. Estudos do setor privado. 4. Artigos indisponíveis na íntegra.
Extração de Dados	Autores, ano, país, tipo de serviço (DMUs), modelo DEA, orientação (input/output), variáveis de entrada e saída, e principais conclusões.
Análise dos Dados	Síntese quantitativa e qualitativa das informações para identificar padrões, tendências e lacunas, respondendo às questões de pesquisa.

Fonte: elaborado pelos autores.

As informações coletadas incluíram: autores, ano de publicação, país de origem do estudo, tipo de serviço de saúde analisado (DMUs), modelo DEA utilizado (ex: CCR, BCC, SBM), orientação do modelo (input ou output), variáveis de entrada e saída (inputs e outputs) e principais conclusões. A análise subsequente buscou sintetizar essas informações de forma a identificar padrões, tendências e lacunas na literatura, respondendo às questões de pesquisa delineadas na introdução.

3. REVISÃO DA LITERATURA: EFICIÊNCIA EM SAÚDE PÚBLICA

A busca por eficiência nos sistemas de saúde pública tornou-se um imperativo global, impulsionada pelo envelhecimento populacional, pelo aumento dos custos assistenciais e pela crescente demanda por serviços de qualidade. No contexto da Nova Gestão Pública, a mensuração da eficiência emergiu como ferramenta diagnóstica fundamental para gestores e formuladores de políticas.

A análise da eficiência em nível de sistemas de saúde nacionais e regionais revela uma dinâmica complexa e heterogênea, fortemente influenciada por políticas governamentais, condições socioeconômicas e alocação de recursos (Farantos & Koutsoukis, 2023; Lee et al., 2024). Estudos em diversos contextos indicam que, embora o volume de recursos na saúde tenha aumentado, a eficiência nem sempre acompanha esse crescimento. Políticas governamentais podem apresentar efeito duplo: melhorar a eficiência por meio da redução de custos ou prejudicá-la ao

priorizar a equidade (Farantos & Koutsoukis, 2023; Zhao & Chen, 2023). Persistem profundas desigualdades na distribuição de recursos entre áreas urbanas e rurais, e a produtividade em muitos sistemas, especialmente na Europa Central e Oriental (Lacko et al., 2023) e na África Subsaariana (Arhin & Asante-Darko, 2023), tem estagnado, principalmente por déficit em progresso tecnológico e inovação.

Em nível de hospitais e unidades de saúde específicas, a gestão interna, as características operacionais e os modelos de propriedade emergem como fatores determinantes da eficiência. Pesquisas na Hungria, Espanha e China mostram que há espaço considerável para otimização de processos, com muitas instituições operando abaixo do potencial. Reformas estruturais, como a introdução da competição no mercado holandês (Dohmen et al., 2023) ou mudanças no modelo de gestão no Equador (Piedra-Peña & Prior, 2023) e na Espanha (Ares et al., 2024), apresentaram resultados mistos. Fica claro que a eficiência não depende apenas de mais recursos, mas de como eles são gerenciados (Lamesgen et al., 2024).

A pandemia de COVID-19, por sua vez, expôs a vulnerabilidade dos sistemas de saúde, causando queda geral na produtividade e eficiência em países como Inglaterra (Williams et al., 2023) e Brasil (Lobo et al., 2024), e revelando um possível trade-off entre a eficiência econômica pré-crise e a resiliência necessária para enfrentar choques sanitários (Almeida, 2024).

4. RESULTADOS

A partir da leitura integral dos 37 artigos selecionados, os estudos foram categorizados em cinco grupos temáticos, que respondem às questões de pesquisa propostas na introdução. Antes da análise qualitativa de cada grupo, apresenta-se uma síntese quantitativa dos padrões identificados quanto aos focos de aplicação, modelos DEA e variáveis utilizadas.

4.1 Síntese Quantitativa dos Estudos Selecionados

A Tabela II apresenta a distribuição dos estudos segundo o foco de aplicação, evidenciando que a avaliação de sistemas nacionais e regionais concentra o maior volume de publicações, seguida pela análise de hospitais e unidades específicas.

Tabela II - Distribuição dos estudos por foco de aplicação

Foco de Aplicação	Nº de Estudos	% do Total
Sistemas de saúde nacionais e regionais	14	37,8%

Hospitais e unidades específicas	11	29,7%
Fatores determinantes (qualidade, RH, gestão)	3	8,1%
Acesso a tratamentos e desigualdades geográficas	5	13,5%
Impacto da pandemia de COVID-19	4	10,8%
Total	37	100%

Fonte: elaborado pelo autor.

A Tabela III apresenta os modelos DEA identificados nos estudos, confirmando a predominância dos modelos CCR/BCC e do Índice de Malmquist, e evidenciando a crescente adoção da DEA em dois estágios como abordagem metodológica para controle de fatores exógenos.

Tabela III - Distribuição dos modelos DEA utilizados

Modelo DEA	Nº de Estudos	Características
CCR e/ou BCC (estáticos)	18	Análise pontual de eficiência técnica e de escala
Índice de Malmquist (dinâmico)	12	Variação de produtividade ao longo do tempo
DEA em dois estágios + Tobit	10	Controle de fatores exógenos sobre a eficiência
SBM (Slack-Based Measure)	5	Mede folgas de inputs e outputs; orientação livre
Bootstrap-DEA	5	Correção de viés nas estimativas de eficiência
Outros (Super-eficiência, DEA-dinâmica etc.)	4	Modelos híbridos e extensões especializadas

Nota: alguns estudos utilizam mais de um modelo; o total excede 37. Fonte: elaborado pelo autor.

A Tabela IV apresenta as variáveis (inputs e outputs) mais frequentemente empregadas nos estudos, organizadas por nível de análise — macro (sistemas nacionais/regionais) e micro (hospitais/unidades).

Tabela IV - Variáveis mais utilizadas nos modelos DEA

Tipo	Nível	Variáveis mais frequentes
Inputs (insumos)	Macro	Gastos per capita em saúde, gastos públicos totais em saúde
Inputs (insumos)	Micro	Médicos, enfermeiros, leitos hospitalares, funcionários administrativos
Outputs (produtos)	Macro	Expectativa de vida, taxas de mortalidade geral e por causa específica
Outputs (produtos)	Micro	Consultas realizadas, internações, cirurgias, altas hospitalares
Outputs indesejáveis	Ambos	Taxas de mortalidade evitável, infecções hospitalares, óbitos por COVID-19

Fonte: elaborado pelo autor.

4.2 Eficiência e Produtividade de Sistemas de Saúde Nacionais e Regionais

A análise da eficiência em nível de sistemas de saúde nacionais e regionais revela dinâmicas complexas, influenciadas por políticas governamentais, alocação de recursos e fatores contextuais.

Gavurova & Kocisova (2020) exploraram a relação entre produção e qualidade em hospitais na Eslováquia (2015-2018) usando DEA dinâmica e o Índice de Malmquist. Os resultados mostraram um aumento na eficiência técnica geral, indicando melhorias simultâneas na produção e na qualidade dos serviços, sem um compromisso negativo entre eles. Marinho et al. (2020) avaliaram a eficiência dos gastos em saúde no Brasil comparado a países da América Latina, Caribe e OCDE. Usando Análise de Fronteira Estocástica (SFA), os resultados indicaram que, apesar dos baixos indicadores de saúde, a posição do Brasil no ranking de eficiência técnica é "relativamente aceitável".

Berger et al. (2020) analisaram a associação entre restrições orçamentárias brandas e a eficiência em hospitais públicos na Áustria (2002-2015). Com uma DEA de dois estágios e regressão, concluíram que hospitais em estados de baixa dívida tiveram uma variação anual na eficiência 1,1 ponto percentual menor que hospitais em estados de alta dívida, sugerindo que choques fiscais externos podem aumentar a pressão orçamentária e a eficiência. Liu et al. (2021) avaliaram a alocação de recursos de saúde na China (2014-2018), revelando que, embora a oferta geral tenha aumentado, persistem grandes disparidades regionais e uma polarização entre áreas urbanas e rurais.

Farantos & Koutsoukis (2023) analisaram o impacto de políticas de saúde do governo grego na eficiência dos hospitais públicos, utilizando DEA em janela. Os resultados indicaram um efeito duplo das políticas: algumas reduziram custos e melhoraram a eficiência, enquanto outras, focadas em equidade, aumentaram os custos. Zhao & Chen (2023) avaliaram a equidade, eficiência e coordenação do sistema de saúde da China (1991–2020), aplicando um modelo DEA-Malmquist¹, concluindo que, embora a eficiência tenha se estabilizado após 2008, a iniquidade na alocação de recursos entre áreas urbanas e rurais permaneceu alarmante.

Lacko et al. (2023) compararam a eficiência e produtividade dos sistemas de saúde da União Europeia, encontrando que a produtividade geral estagnou nos países ocidentais e diminuiu nos países da Europa Central e Oriental, principalmente devido a mudança tecnológica negativa. Arhin & Asante-Darko (2023) avaliaram a eficiência dos gastos com Doenças Não Transmissíveis em 34 países da África Subsaariana (2015-2019), concluindo que a produtividade total diminuiu 3,2% devido a um regresso técnico. Lee et al. (2024) demonstraram que uma maior eficiência da seguridade social melhora a eficiência dos cuidados de saúde em países com menor PIB per capita.

¹ DEA-Malmquist é uma metodologia que combina a Análise Envoltória de Dados (DEA) com o Índice de Produtividade de Malmquist para avaliar a eficiência e a mudança na eficiência ao longo do tempo (Sant'Anna, De Oliveira & Lins, 2002).

4.3 Eficiência e Gestão de Hospitais e Unidades de Saúde Específicas

A avaliação da eficiência em nível de unidades de saúde individuais permite um mergulho profundo nos fatores operacionais e gerenciais que determinam a performance no ponto de entrega dos cuidados.

Kucsma & Varga (2021) analisaram a eficiência relativa de hospitais de cuidados agudos na Hungria (2015-2019), identificando claramente que algumas instituições operavam de forma menos eficiente, apontando para a necessidade de

otimização de processos. García-Cornejo & Pérez-Méndez (2020) analisaram 159 hospitais na Espanha (2010-2013), confirmando uma relação direta e positiva: hospitais com sistemas de custos mais desenvolvidos apresentaram maior melhoria na eficiência.

Akkan et al. (2020) analisaram os departamentos de emergência de sete hospitais em Istambul usando DEA categórica, revelando uma estrutura do tipo "hub-and-spoke", onde unidades menores atuam como centros de encaminhamento. Dohmen et al. (2023) avaliaram a introdução da competição entre hospitais na Holanda (2008-2015), encontrando poucas evidências de eficácia — a política de ampliar continuamente a fração de serviços negociados pode ter paradoxalmente diminuído a eficiência hospitalar.

Ye et al. (2022) demonstraram que a reforma da Comunidade Médica do Condado na China melhorou a eficiência dos hospitais públicos em 15,6%, com heterogeneidade regional. Piedra-Peña & Prior (2023) constataram uma diminuição significativa na eficiência média de hospitais equatorianos de baixa e média tecnologia após reformas constitucionais que ampliaram a cobertura social. Ares et al. (2024) avaliaram a mudança de gestão indireta para direta em hospital espanhol, sem encontrar evidências conclusivas de superioridade de um modelo sobre o outro. Na Etiópia, Lamesgen et al. (2024) identificaram que 59,3% dos centros de saúde eram tecnicamente eficientes, sendo o tamanho da população atendida e o número de funcionários administrativos os determinantes mais significativos.

4.4 Fatores Determinantes da Eficiência: Qualidade, Recursos Humanos e Gestão

Esta categoria foca em elementos específicos que impulsionam ou limitam os resultados em saúde.

Amiri (2021) mediu o impacto de enfermeiros recém-formados na qualidade dos cuidados em 33 países da OCDE, usando GLM e DEA. Os resultados foram significativos: um aumento de 1% no número de enfermeiros graduados reduziu a mortalidade por infarto em 1,11%, por AVC hemorrágico em 0,08% e por AVC isquêmico em 0,46%. Franco-Miguel & Fullana-Belda (2020) compararam a eficiência de hospitais públicos com gestão tradicional versus modelos de colaboração público-privada (CPP) em Madri (2009-2016), encontrando que hospitais com CPP apresentaram maior eficiência técnica, mas menor eficiência em pesquisa. Balzi et al. (2019) desenvolveram o Dynamic Silver Code (DSC), escore preditivo do prognóstico de pacientes idosos em emergências na Itália, com o risco relativo chegando a 5,40 para a classe de maior risco.

4.5 Acesso a Tratamentos, Desigualdades Geográficas e Fatores Contextuais

A eficiência de um sistema de saúde é intrinsecamente moldada pelo ambiente em que opera. Governança, desenvolvimento tecnológico e condições socioeconômicas foram identificados como influenciadores diretos da performance.

Langabeer et al. (2020) mapearam o acesso ao tratamento com buprenorfina para transtorno por uso de opioides nos EUA, revelando que 28 milhões de americanos (9,2% da população) viviam a mais de 16 km de um provedor. Wanke et al. (2023) investigaram os impulsionadores da eficiência em hospitais universitários públicos no Brasil, identificando que leitos, funcionários e médicos eram fatores positivamente influentes.

Lyu et al. (2022) demonstraram que a economia digital otimiza a eficiência da provisão de saúde pública na China, ao melhorar o desempenho regulatório do governo. Hu et al. (2023) verificaram que o desenvolvimento da sociedade da informação aumenta significativamente a eficiência técnica pura, mas resulta em diminuição da eficiência de escala. Zhang et al. (2024) avaliaram a eficiência de medicamentos para Diabetes Tipo 2, identificando que os da classe GLP-1, como a Semaglutida, atingiram a maior eficiência. Meyerson et al. (2024) revelaram que mais da metade (52,2%) dos provedores de MOUD listados pela DEA e SAMHSA eram imprecisos, evidenciando uma "ineficiência de acesso" não capturada pelos modelos tradicionais.

4.6 O Impacto da Pandemia de COVID-19 na Eficiência e Produtividade em Saúde

A pandemia de COVID-19 impôs um estresse sem precedentes aos sistemas de saúde globais, forçando uma reavaliação dos paradigmas de performance e sustentabilidade.

Williams et al. (2023) encontraram queda modesta na eficiência média dos serviços médicos primários na Inglaterra, de 92,9% no período pré-pandêmico para 90,6% durante a pandemia. Lupu & Tiganasu (2022) analisaram 31 sistemas de saúde europeus, identificando alta ineficiência na primeira onda, especialmente nos países ocidentais. Vrabková & Lee (2023) verificaram que a eficiência técnica hospitalar na Alemanha vinha se deteriorando desde 2015, atingindo o ponto mais baixo (78%) em 2020.

Henriques & Gouveia (2022) demonstraram uma redução no número de hospitais eficientes em Portugal (de 21 para 17) e produtividade negativa na maioria das unidades. Lobo et al. (2024) constataram queda na produtividade de hospitais de ensino no Brasil em todas as regiões. O achado mais contraintuitivo emerge de Almeida (2024): regiões com maior índice de eficiência pré-pandemia tiveram taxas de mortalidade por COVID-19 significativamente mais altas, sugerindo a existência de um trade-off entre eficiência e resiliência sistêmica.

5. DISCUSSÃO

Com base na literatura analisada e em resposta às questões de pesquisa, emerge uma discussão sobre os múltiplos fatores que governam a eficiência em saúde, os desafios metodológicos inerentes à sua mensuração e as implicações para a gestão e formulação de políticas públicas.

5.1 Resposta às Questões de Pesquisa

Em relação à questão (1) — Quais são os principais focos de aplicação da DEA no setor da saúde pública? — os resultados demonstram cinco grandes áreas: avaliação de sistemas nacionais e regionais (37,8% dos estudos), eficiência de hospitais e unidades (29,7%), fatores determinantes da eficiência (8,1%), acesso e desigualdades geográficas (13,5%), e impacto da COVID-19 (10,8%). A DEA é aplicada desde a comparação de sistemas nacionais até a avaliação de departamentos específicos, passando pelo impacto de políticas e reformas estruturais.

Em relação à questão (2) — Quais modelos DEA e variáveis são mais frequentemente utilizados? — os modelos CCR e BCC predominam para análises estáticas, enquanto o Índice de Malmquist é a escolha predominante para análises dinâmicas de produtividade. A DEA em dois estágios com regressão Tobit está presente em 10 dos 37 estudos, refletindo o reconhecimento de que fatores exógenos (socioeconômicos, demográficos) precisam ser controlados. As variáveis de entrada invariavelmente incluem recursos humanos, infraestrutura e gastos financeiros; as de saída variam entre métricas operacionais (nível micro) e indicadores populacionais (nível macro).

Em relação à questão (3) — Quais são as principais conclusões e limitações apontadas nos estudos? — a conclusão mais recorrente é a existência de ineficiência generalizada na maioria dos contextos, com potencial significativo para otimização. Os estudos apontam a tensão entre eficiência e equidade, e a importância da qualidade da gestão e da tecnologia para o desempenho. As limitações mais citadas

incluem a qualidade e disponibilidade dos dados, a subjetividade na seleção de variáveis, a dificuldade de incorporar a qualidade dos serviços e a influência de fatores exógenos.

5.2 Desafios Metodológicos e Limitações da DEA

A escolha de inputs e outputs é uma decisão crítica que define o próprio significado de "eficiência" em cada estudo. Os inputs são relativamente padronizados, mas a simples contagem de profissionais ignora diferenças de experiência e qualificação. O verdadeiro desafio reside nos outputs: um modelo pode definir o sucesso com base em métricas de atividade (consultas, altas), enquanto outro usa desfechos de saúde populacional (expectativa de vida, mortalidade). A incorporação da qualidade é, talvez, a maior dificuldade metodológica — alguns estudos tratam a falta de qualidade como output indesejável, mas não há consenso sobre a melhor abordagem.

A crescente popularidade da DEA em dois estágios, combinada com regressão Tobit, reflete o reconhecimento de que fatores exógenos influenciam a performance e precisam ser controlados para uma avaliação mais justa (Berger et al., 2020; Lamesgen et al., 2024). A dimensão espacial, explorada por Langabeer et al. (2020) e Almeida (2024), representa uma fronteira metodológica ainda subexplorada.

A pandemia revelou ainda um trade-off fundamental: a eficiência econômica preza pela otimização e ausência de redundância, enquanto a resiliência exige capacidade ociosa para responder a choques súbitos. Sistemas altamente eficientes em tempos normais mostraram-se potencialmente frágeis durante a crise (Almeida, 2024). Por fim, estudos como os de Meyerson et al. (2024) demonstram que a existência de recursos não garante o acesso, criando uma "ineficiência de acesso" que os modelos tradicionais não capturam.

6. CONCLUSÃO

A literatura científica demonstra que a DEA se consolidou como ferramenta metodológica central e versátil para a avaliação de desempenho no setor da saúde pública. Este artigo buscou responder a três questões de pesquisa, e os resultados apresentados permitem conclusões específicas para cada uma delas.

Quanto à questão (1) — focos de aplicação —, identificaram-se cinco grandes áreas: a avaliação macro de sistemas nacionais e regionais (predominante, com 37,8% dos estudos), a análise micro de hospitais e unidades específicas, a investigação dos fatores determinantes da eficiência, o estudo do acesso e das desigualdades geográficas, e a avaliação do impacto da pandemia de COVID-19. A

DEA demonstra sua flexibilidade ao ser adaptada para analisar desde a eficiência de um departamento de emergência até a resiliência de um sistema de saúde nacional frente a uma crise.

Quanto à questão (2) — modelos e variáveis —, os modelos CCR e BCC constituem o ponto de partida mais comum para análises estáticas; o Índice de Malmquist é a escolha predominante para análises dinâmicas; e a DEA em dois estágios com regressão Tobit está presente em mais de um quarto dos estudos. O modelo SBM surge como alternativa de crescente adoção. As variáveis de entrada seguem padrão consistente — recursos humanos, leitos e gastos —, enquanto os produtos variam conforme o nível de análise: atividade operacional (micro) ou saúde populacional (macro).

Quanto à questão (3) — conclusões e limitações —, a principal constatação é a existência de ineficiência generalizada, com potencial significativo para otimização em todos os contextos analisados. Identificam-se tensões fundamentais: entre eficiência e equidade, entre eficiência econômica e resiliência sistêmica, e entre a busca por indicadores objetivos e a dificuldade de mensurar qualidade. As limitações mais citadas envolvem a disponibilidade e qualidade dos dados, a subjetividade na seleção de variáveis e a influência de fatores exógenos não controláveis pelas unidades avaliadas.

A principal implicação para gestores e formuladores de políticas é que a busca pela eficiência não pode ser desvinculada da equidade, da qualidade do acesso e da resiliência sistêmica. A qualidade da gestão e a adoção de tecnologia revelaram-se, frequentemente, mais cruciais para o bom desempenho do que o mero volume de recursos disponíveis.

Diante das limitações identificadas, sugere-se para pesquisas futuras o desenvolvimento de frameworks metodológicos hierárquicos e escaláveis que permitam a avaliação padronizada da eficiência em saúde nos níveis municipal, estadual e federal, fornecendo aos gestores públicos ferramentas robustas para o monitoramento contínuo, a alocação estratégica de recursos e a promoção da responsabilidade fiscal e sanitária em toda a estrutura do sistema de saúde.

REFERÊNCIAS

AGHAEI CHADEGANI, A. et al. A comparison between two main academic literature collections: Web of Science and Scopus databases. arXiv preprint arXiv:1305.0377, 2013.

- AKKAN, C. et al. Measuring efficiency of emergency departments in Istanbul using data envelopment analysis. *Socio-Economic Planning Sciences*, 2020.
- ALMEIDA, A. Efficiency versus resilience: a spatial econometric analysis of European health systems during COVID-19. *Health Economics Review*, 2024.
- AMIRI, M. The impact of newly graduated nurses on the quality of care in OECD countries. *International Journal of Health Planning and Management*, 2021.
- ANDRILLA, C. H. A. et al. Impact of RCORP funding on DEA-waivered buprenorphine prescribers in rural communities, 2017-2022. *Journal of Rural Health*, 2025.
- ANDROUTSOU, L. et al. Measuring efficiency and productivity in a specialized Greek hospital during the COVID-19 pandemic. *Healthcare*, 2022.
- ARES, M. et al. Evaluation of hospital management change from indirect to direct management in Spain using DEA. *Health Policy*, 2024.
- ARHIN, K.; ASANTE-DARKO, D. Efficiency of non-communicable disease expenditure in Sub-Saharan Africa: a DEA with double bootstrap and Tobit analysis. *BMC Health Services Research*, 2023.
- BALZI, D. et al. Development and validation of the Dynamic Silver Code: a prognostic score for elderly patients in emergency departments. *BMC Geriatrics*, 2019.
- BERGER, M. et al. Soft budget constraints and hospital efficiency in Austria. *European Journal of Health Economics*, 2020.
- CAVALCANTI, C. et al. Method for analyzing COVID-19 trends in Pernambuco, Brazil, based on effective reproduction number. *Cadernos de Saúde Pública*, 2024.
- CHHATRE, S. et al. Hospital efficiency and quality of prostate cancer care: a DEA and competing risk analysis using SEER-Medicare data. *Cancer*, 2024.
- DOHMEN, P. et al. Does competition improve hospital performance: a DEA-based evaluation from the Netherlands. *The European Journal of Health Economics*, v. 24, n. 6, p. 999-1017, 2023.
- FARANTOS, G. I.; KOUTSOUKIS, N. S. The influence of SYRIZA-ANEL Greek health policies on hospital efficiency. *Health Research Policy and Systems*, v. 21, n. 1, p. 83, 2023.
- FRANCO-MIGUEL, J. L.; FULLANA-BELDA, C. Influencia de los modelos de gestión basados en la colaboración público-privada en la eficiencia técnica e investigadora de los hospitales del sistema sanitario público. *Revista de Contabilidad-Spanish Accounting Review*, v. 23, n. 1, p. 50-63, 2020.
- GARCÍA-CORNEJO, B.; PÉREZ-MÉNDEZ, J. A. Evaluating the effect of cost systems on hospital efficiency. *European Journal of Health Economics*, 2020.

- GAVUROVA, B.; KOČIŠOVÁ, K. The efficiency of hospitals: platform for sustainable healthcare system. *Entrepreneurship and Sustainability Issues*, 2020.
- HAERI, A. et al. An integrated socially responsible-efficient approach toward health service network design. *Annals of Operations Research*, v. 319, n. 1, p. 463-516, 2022.
- HENRIQUES, C. O.; GOUVEIA, M. C. Assessing the impact of COVID-19 on the efficiency of Portuguese state-owned enterprise hospitals. *Socio-Economic Planning Sciences*, v. 84, p. 101387, 2022.
- HOOD, C. A public management for all seasons? *Public Administration*, v. 69, n. 1, p. 3-19, 1991.
- HU, M. et al. Data envelopment analysis on the efficiency of vaccination services and its influencing factors in Beijing, China. *BMC Health Services Research*, v. 23, n. 1, p. 737, 2023.
- JIANG, Y. et al. Technical efficiency of secondary maternal and child health hospitals in Hubei Province, China. *BMC Health Services Research*, 2022.
- KUCSMA, D.; VARGA, J. Efficiency of acute care hospitals in Hungary. *The European Journal of Health Economics*, 2021.
- LACKO, R. et al. Comparison of efficiency and productivity of EU health systems using DEA and Malmquist Index. *Frontiers in Public Health*, 2023.
- LAMESGEN, A. et al. Technical efficiency of health centers in Ethiopia: a two-stage DEA and Tobit analysis. *BMC Health Services Research*, 2024.
- LANGABEER, J. R. et al. Geographic access to buprenorphine providers for opioid use disorder treatment in the United States. *Journal of Substance Abuse Treatment*, 2020.
- LEE, J. et al. The impact of social security efficiency on health care efficiency in OECD countries: a two-stage dynamic SBM model. *Health Policy*, 2024.
- LIU, Y. et al. Equity and efficiency of health resource allocation in China: a DEA analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2021.
- LOBO, M. S. C. et al. Impact of COVID-19 on the productivity of teaching hospitals in Brazil. *Revista de Saúde Pública*, 2024.
- LUPU, D.; TIGANASU, R. COVID-19 and the efficiency of health systems in Europe. *Health Economics Review*, v. 12, n. 1, p. 14, 2022.
- LYU, Y. et al. Impact of digital economy on the provision efficiency for public health services: empirical study of 31 provinces in China. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 19, n. 10, p. 5978, 2022.

- MARINHO, A. et al. Efficiency of health spending in Brazil and comparative countries: a stochastic frontier analysis. *Ciência & Saúde Coletiva*, 2020.
- MENG, Y. et al. Spatial spillover effects of health resource allocation efficiency in rural township health centers. *Frontiers in Public Health*, 2024.
- MEYERSON, B. E. et al. Dialing for doctors: Secret shopper study of Arizona methadone and buprenorphine providers, 2022. *Journal of Substance Use and Addiction Treatment*, v. 160, p. 209306, 2024.
- MOORE, M. H. *Creating Public Value: Strategic Management in Government*. Cambridge: Harvard University Press, 1995.
- PIEDRA-PENÑA, J.; PRIOR, D. Health reforms and hospital efficiency in Ecuador: a two-stage DEA with cluster analysis. *Health Policy*, 2023.
- ROZPĘDOWSKA-MATRASZEK, D. Technical efficiency of hospitals in the treatment of civilization diseases in Poland: a DEA-BCC analysis. *Sustainability*, 2020.
- SANT'ANNA, A. P.; DE OLIVEIRA, A. C.; LINS, M. P. Análise da produtividade do setor odontológico do sistema de saúde da marinha utilizando o índice de Malmquist. XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2002.
- SHI, Y. et al. A two-stage dynamic DEA approach for sewage treatment and public health efficiency in China. *Journal of Cleaner Production*, 2020.
- VISSER, M.; VAN ECK, N. J.; WALTMAN, L. Large-scale comparison of bibliographic data sources: Scopus, Web of Science, Dimensions, Crossref, and Microsoft Academic. *Quantitative Science Studies*, v. 2, n. 1, p. 20-41, 2021.
- VRABKOVÁ, I.; LEE, S. Relationship and factors of technical efficiency and quality of hospital care: the federal state system of Germany. *Health Services and Outcomes Research Methodology*, 2023.
- WANKE, P. et al. Efficiency drivers in Brazilian public university hospitals: a GEA and LASSO regression approach. *Socio-Economic Planning Sciences*, 2023.
- WILLIAMS, K. et al. Estimating productivity levels in primary medical services across clinical commissioning groups in England and the impact of the COVID-19 pandemic: a DEA. *BMC Health Services Research*, v. 23, n. 1, p. 1194, 2023.
- YA-QING, L. et al. Fairness in medical resource allocation in the Yangtze River Economic Belt, China. *International Journal for Equity in Health*, 2023.
- YE, L. et al. Impact of county medical community reform on hospital efficiency in China: a super-efficiency SBM-DEA panel analysis. *BMC Health Services Research*, 2022.



- ZHANG, L.; WANG, X. Environmental welfare performance of Chinese cities: a Hybrid-Network-DEA and spatial econometric analysis. *Environmental Science and Pollution Research*, 2025.
- ZHANG, Y. et al. Efficiency evaluation of Type 2 Diabetes medications using DEA with directional distance function. *Journal of Diabetes Research*, 2024.
- ZHAO, N.; CHEN, K. Equity and efficiency of medical and health service system in China. *BMC Health Services Research*, v. 23, n. 1, p. 33, 2023.
- ZHOU, M. Analysis of equity and efficiency of health resource allocation in Sichuan Province using Theil index and DEA. *Frontiers in Public Health*, 2024.
- ZUCCHI, P.; DEL NERO, C.; MALIK, A. M. Gastos em saúde: os fatores que agem na demanda e na oferta dos serviços de saúde. *Saúde e Sociedade*, v. 9, n. 1-2, p. 127-150, 2000.

DATA DE SUBMISSÃO: maio de 2026

DATA DE ACEITE: junho de 2026