

Uma Revisão da Literatura sobre a Aplicação da Análise Envoltória de Dados (DEA) na Avaliação de Eficiência em Serviços de Saúde Públicos (2015-2025)

CAIO CRUZ

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS (UFSCAR)

NAJA BRANDÃO SANTANA

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS (UFSCAR)

Agradecimento à órgão de fomento:

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES). O autor agradece pela bolsa de Mestrado concedida no âmbito do Programa de Demanda Social, cujo apoio foi fundamental para a dedicação e o desenvolvimento desta pesquisa.

Uma Revisão da Literatura sobre a Aplicação da Análise Envoltória de Dados (DEA) na Avaliação de Eficiência em Serviços de Saúde Públicos (2015-2025)

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. A DEA, uma técnica de programação matemática não paramétrica, tem se consolidado como uma ferramenta robusta para analisar a eficiência de unidades produtivas que utilizam múltiplos insumos para gerar múltiplos produtos, característica intrínseca a organizações de saúde como hospitais, clínicas e postos de saúde. O objetivo deste estudo é mapear, sintetizar e analisar a produção científica sobre o tema, identificando as principais áreas de aplicação, os modelos DEA mais utilizados, as variáveis (*inputs* e *outputs*) selecionadas e as tendências de pesquisa. A metodologia baseia-se em uma busca sistemática em uma base de dados científica, utilizando uma *query* estruturada para identificar artigos relevantes publicados em inglês, espanhol e português. Os resultados fornecem um panorama abrangente do estado da arte, apontando lacunas de pesquisa e direcionando futuros estudos sobre a otimização de recursos, sugestões de aplicação de DEA para saúde pública e a melhoria da eficiência no setor de saúde pública.

Palavras-chave: Análise Envoltória de Dados, DEA, Eficiência Técnica, Setor Público, Saúde Pública, Revisão da 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 econômicas (Zucchi, Del Nero & Malik, 2000). Esse desafio é ainda mais premente, dada a crescente demanda por serviços, 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.

A aplicação da DEA no setor da saúde permite, por exemplo, comparar a eficiência entre hospitais, clínicas, programas de saúde ou até mesmo sistemas de saúde nacionais, considerando variáveis como o número de leitos, equipe médica (*inputs*) e o número de pacientes atendidos, taxas de sucesso em tratamentos e procedimentos realizados (*outputs*).

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 revisar uma parte da área, mapeando 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 e apresentar os achados, este artigo está estruturado nos seguintes capítulos: esta introdução, que contextualiza o tema; o método de pesquisa, que detalha os procedimentos da revisão; os resultados, que apresentam o mapeamento da literatura encontrada; a discussão, que analisa criticamente os achados; e, por fim, 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, aspectos essenciais para a análise do tema em questão. Conforme apontam Visser et al. (2020) em uma comparação entre grandes bases de dados, a Scopus oferece uma ampla cobertura multidisciplinar e filtros para a seleção da literatura. Adicionalmente, a utilização exclusiva desta base justifica-se pela necessidade de manter a coerência metodológica e delimitar o escopo da pesquisa, assegurando que os estudos selecionados atendam aos mesmos critérios editoriais e padrões de indexação. Como destacam Aghaei Chadegani et al. (2013), caso seja necessário escolher apenas uma base, a comparação entre *Web of Science* e Scopus evidencia a excelência da Scopus, tanto em quantidade quanto em qualidade de dados. Portanto, optou-se por utilizar exclusivamente a Scopus por sua ampla cobertura de periódicos revisados por pares e por ser reconhecida internacionalmente como um repositório de alta credibilidade acadêmica, visando garantir a qualidade metodológica e teórica dos estudos incluídos na revisão.

A estratégia de busca envolveu a aplicação de uma *query* apresentada na Tabela I - Síntese do Protocolo da RSL que resultou na identificação inicial de 594 artigos, que podem ser consultados na base DEA Saúde Pública Scopus. 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. Tudo isso está descrito na Tabela I - Síntese do Protocolo da RSL.

Tabela I - Síntese do Protocolo da RSL

<i>Etapa do Protocolo</i>	<i>Descrição</i>
Fonte de Dados	<i>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.</i>
Estratégia de Busca	<i>A busca foi realizada com a seguinte query: 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")) .</i>

Seleção dos Estudos	<i>A seleção foi realizada em duas fases: 1. Triagem Inicial (Títulos e Resumos): Dos 594 artigos iniciais, 348 mencionavam a aplicação de Análise Envoltória de Dados (DEA) em seus resumos. Destes, 148 focavam no setor de saúde. 2. Leitura Completa: 39 artigos que aplicavam DEA no contexto de serviços públicos de saúde foram selecionados para leitura na íntegra. Após a leitura, 37 artigos foram considerados para a análise final.</i>
Critérios de Inclusão	<i>1. Aplicação empírica da DEA como método principal de análise. 2. Foco em entidades do setor público de saúde.</i>
Critérios de Exclusão	<i>1. Trabalhos que apenas mencionavam a DEA sem aplicá-la. 2. Revisões de literatura, editoriais, anais de conferência e capítulos de livros. 3. Estudos focados exclusivamente no setor privado da saúde. 4. Artigos indisponíveis na íntegra.</i>
Extração de Dados	<i>As seguintes informações foram extraídas dos 37 artigos selecionados e organizadas em uma planilha: - Autores e 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 (inputs) e saída (outputs) - Principais conclusões</i>
Análise dos Dados	<i>Síntese das informações extraídas para identificar padrões, tendências e lacunas na literatura, com o objetivo de responder às questões de pesquisa da revisão.</i>

Fonte: elaborado pelo autor

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 a fim de identificar padrões, tendências e lacunas na literatura, respondendo às questões de pesquisa delineadas na introdução.

3. Resultados

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, como Brasil (Marinho et al., 2020), China (Liu et al., 2021; Zhao & Chen, 2023), Eslováquia (Gavurova & Kocisova, 2020) e países da União Europeia (Lacko et al., 2023), indicam que, embora o volume de recursos na saúde tenha aumentado, a eficiência nem sempre acompanha esse crescimento. Políticas governamentais, como as implementadas na Grécia e na China, apresentam um efeito duplo: podem melhorar a eficiência por meio da redução de custos ou prejudicá-la ao priorizar a equidade em suas ações (Farantos & Koutsoukis, 2023; Zhao & Chen, 2023). Frequentemente, persistem profundas desigualdades na distribuição de recursos entre áreas urbanas e rurais e entre diferentes regiões, como observado na China (Liu et al., 2021; Zhou M., 2024). Além disso, a produtividade em muitos sistemas de saúde, especialmente na Europa Central e Oriental (Lacko et al., 2023) e na África Subsaariana (Arhin & Asante-Darko, 2023), tem estagnado ou diminuído, não por falta de esforço técnico, mas por um 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 (Kucsma & Varga, 2021), Espanha (García-Cornejo & Pérez-Méndez, 2020) e China (Jiang et al., 2022) mostram que há um espaço considerável para otimização de processos, com muitas instituições operando abaixo de seu potencial. A implementação de sistemas de custos mais desenvolvidos demonstrou uma correlação positiva e direta com a melhoria da eficiência (García-Cornejo & Pérez-Méndez, 2020). No entanto, 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, nem sempre garantindo os ganhos de eficiência esperados. Fica claro que a eficiência não depende apenas de mais recursos, mas de como eles são gerenciados (Lamesgen et al., 2024), da estrutura da rede de atendimento (Akkan et al., 2020) e da capacidade de adaptação dos modelos de gestão às necessidades locais.

Fatores específicos como recursos humanos, acesso a tratamentos e grandes crises de saúde pública, como a pandemia de COVID-19, têm um impacto direto e mensurável no desempenho dos sistemas. A qualificação e o número de profissionais, especialmente enfermeiros, mostraram reduzir significativamente as taxas de mortalidade por diversas condições (Amiri, 2021). Ao mesmo tempo, o acesso a tratamentos essenciais, como para o transtorno por uso de opioides nos EUA, é dificultado por barreiras geográficas (Langabeer et al., 2020) e informações de provedores imprecisas e desatualizadas (Meyerson et al., 2024). A pandemia de COVID-19, por sua vez, expôs a vulnerabilidade dos sistemas de saúde, causando uma 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).

Após a leitura dos artigos, eles foram categorizados em 5 grupos: a avaliação da eficiência de sistemas de saúde em nível nacional e regional; a análise da gestão e eficiência em nível micro; o estudo sobre os fatores determinantes da eficiência; a análise de como fatores contextuais; e, por fim, o impacto da pandemia de COVID-19 na produtividade e na resiliência dos serviços de saúde globais.

3.1 Eficiência e Produtividade de Sistemas de Saúde Nacionais e Regionais

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. Nesse contexto, a otimização do uso dos recursos disponíveis é fundamental, e a mensuração da eficiência emerge como uma ferramenta diagnóstica crucial para gestores e formuladores de políticas. 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. O objetivo era verificar se havia um *trade-off* entre os dois. 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), o objetivo foi comparar produtos (expectativa de vida) com insumos (gastos per capita). 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 (SBCs) e a eficiência em hospitais públicos na Áustria (2002-2015). Com uma DEA de dois estágios e regressão, o objetivo foi ver o impacto das SBCs na eficiência. O resultado principal foi que, após a crise econômica, hospitais em estados de baixa dívida tiveram uma mudança 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).

Usando DEA, o objetivo foi analisar a equidade e eficiência da distribuição. Os resultados mostraram que, embora a oferta geral tenha aumentado, persistem grandes disparidades regionais e uma polarização entre áreas urbanas e rurais, bem como entre hospitais e unidades de atenção primária.

Shi et al. (2020) investigaram os efeitos do tratamento de esgoto na saúde pública em 30 províncias da China. Utilizando um modelo DEA dinâmico de dois estágios, o objetivo foi avaliar a eficiência combinada dos dois sistemas. Os resultados indicaram que a eficiência do tratamento de esgoto era alta, mas a eficiência da etapa de saúde era muito menor, prejudicando a eficiência geral do sistema.

Rozpedowska-Matraszek (2020) avaliou a eficiência técnica de hospitais no tratamento de doenças da civilização na Polônia. Usando um modelo DEA-BCC, o objetivo foi fornecer dados para a política de saúde regional. O resultado foi uma análise temporal e espacial da eficiência que pode servir de base para decisões sobre alocação de recursos.

Farantos & Koutsoukis (2023) tiveram como objetivo analisar o impacto de políticas de saúde do governo grego (SYRIZA-ANEL) na eficiência dos hospitais públicos. Utilizando uma revisão de literatura e 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, resultando em anos de alta e baixa eficiência (2015, 2016, 2018 como "bons" e 2017, 2019 como "ruins").

Zhao & Chen (2023), com o objetivo de avaliar a equidade, eficiência e coordenação do sistema de saúde da China (1991–2020), aplicaram um modelo DEA-Malmquist¹. Os resultados mostraram que, embora a eficiência tenha se tornado alta e estável após 2008 (exceto em 2020), a iniquidade na alocação de recursos entre áreas urbanas e rurais permaneceu alarmante.

De forma semelhante, Lacko et al. (2023) buscaram comparar a eficiência e produtividade dos sistemas de saúde dos países da União Europeia. Através de DEA e do Índice de Malmquist, os resultados apontaram que, enquanto países que aderiram mais tarde à UE alcançaram alta eficiência técnica (ainda que com tendência de queda), a produtividade geral estagnou nos países ocidentais e diminuiu nos países da Europa Central e Oriental, principalmente devido a uma mudança tecnológica negativa.

Arhin & Asante-Darko (2023) tiveram o objetivo de avaliar a eficiência dos gastos com Doenças Não Transmissíveis (DNT) em 34 países da África Subsaariana (2015-2019). Usando DEA com bootstrap duplo e regressão Tobit, concluíram que a pontuação média de eficiência foi de 87,3%, mas a produtividade total diminuiu 3,2% devido a um regresso técnico, sendo que fatores como governança e financiamento externo influenciaram significativamente a eficiência.

Lee et al. (2024) tinham o objetivo de avaliar o impacto da eficiência da seguridade social na eficiência dos cuidados de saúde em países da OCDE. Usando um modelo dinâmico SBM de dois estágios, os resultados indicaram que uma maior eficiência da seguridade social melhora a eficiência dos cuidados de saúde em países com menor PIB per capita e em sistemas de saúde do tipo Serviço Nacional de Saúde (NHS).

Na China, Zhou M. (2024) teve como objetivo analisar a equidade e eficiência da alocação de recursos de saúde na província de Sichuan. Utilizando o índice de Theil e Análise Envoltória de Dados (DEA), os resultados mostraram que a equidade dos recursos piorou entre 2017 e 2021, com disparidades significativas, e a eficiência geral foi relativamente

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, A. P., DE OLIVEIRA, A. C., & LINS, M. P. (2002). Análise da produtividade do setor odontológico do sistema de saúde da marinha utilizando o índice de malmquist. XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção.

ineficaz em 2020. Também na China, Meng et al. (2024) buscaram avaliar os efeitos de transbordamento espacial da eficiência na alocação de recursos de saúde rurais. Com modelos SBM, Malmquist e econometria espacial, os resultados apontaram uma eficiência média baixa (0,676) e decrescente nos centros de saúde municipais, com forte autocorrelação espacial, influenciada por fatores como densidade populacional e orçamento da saúde pública.

Em um contexto africano, Kergall et al. (2024) tinham o objetivo de avaliar a eficiência de hospitais distritais em Burkina Faso. O método DEA com bootstrap revelou uma eficiência média de 0,51, indicando que a produção poderia quase dobrar com os mesmos recursos, sendo que o tamanho da população e a densidade da oferta de saúde foram fatores determinantes.

Conclui-se com base nesse tópico que a eficiência dos sistemas de saúde é um indicador dinâmico e heterogêneo, influenciado por uma vasta gama de fatores que vão desde a escala macroeconômica até a gestão de unidades locais. Os estudos demonstram consistentemente a existência de disparidades significativas — seja entre nações, regiões ou diferentes modelos de gestão — e apontam para a complexa relação de *trade-off* entre eficiência, equidade e qualidade. A otimização dos gastos em saúde, portanto, transcende a simples alocação de recursos, exigindo uma compreensão aprofundada dos determinantes socioeconômicos, dos impactos da tecnologia e da governança para que se possam formular estratégias efetivas de melhoria.

3.2 Eficiência e Gestão de Hospitais e Unidades de Saúde Específicas

Enquanto a análise macro dos sistemas de saúde oferece uma visão panorâmica, a avaliação da eficiência em nível de unidades de saúde individuais—como hospitais, centros de saúde e departamentos especializados—permite um mergulho profundo nos fatores operacionais e gerenciais que determinam a performance no ponto de entrega dos cuidados. Nesta escala de análise, a literatura se volta para a forma como os recursos são convertidos em serviços, investigando a influência de processos internos, tecnologias e modelos de governança. A análise em nível de unidade de saúde aponta para a importância da gestão e da escala operacional.

Kucsma & Varga (2021) analisaram a eficiência relativa de hospitais de cuidados agudos na Hungria (2015-2019). O objetivo era identificar reservas de eficiência no sistema. Com a DEA em hospitais de 600 a 1200 leitos, os resultados mostraram claramente que algumas instituições operavam de forma menos eficiente que a maioria, apontando para a necessidade de otimização de processos.

García-Cornejo & Pérez-Méndez (2020) analisaram o efeito dos sistemas de custos (CS) na eficiência de 159 hospitais na Espanha (2010-2013). Com um método de DEA e bootstrap duplo, o objetivo foi testar essa relação. Os resultados confirmaram uma relação direta e positiva: hospitais com sistemas de custos mais desenvolvidos apresentaram maior melhoria na eficiência.

Akkan et al. (2020) analisaram a eficiência dos departamentos de emergência (DEs) de sete hospitais em Istambul. Usando DEA categórica, o objetivo foi entender a dinâmica da rede. Os resultados revelaram uma estrutura do tipo "hub-and-spoke", onde DEs menores e menos equipados atuam como importantes unidades de encaminhamento para os maiores, sugerindo que sua eficiência deve ser avaliada dentro desse contexto de rede.

Shao et al. (2021) desenvolveram um modelo para avaliar o desempenho de centros de cuidados a idosos na China. Utilizando um modelo SBM-DEA em 186 centros em Nanjing, o objetivo foi criar um framework de avaliação. O resultado foi um sistema validado com 33 indicadores, que se mostrou viável para medir e otimizar o desempenho.

Em nível de hospitais e unidades específicas, a gestão, o modelo de propriedade e as

características operacionais são determinantes para a eficiência.

Dohmen et al. (2023) tinha o objetivo de avaliar a introdução da competição entre hospitais na Holanda (2008–2015). Com base em DEA e regressão multivariada, os resultados ofereceram poucas evidências de que a competição foi eficaz, sugerindo que a política de aumentar continuamente a fração de serviços negociados pode ter, paradoxalmente, diminuído a eficiência hospitalar.

Piedra-Peña & Prior (2023) analisaram o objetivo de determinar se as reformas de saúde no Equador desde 2008 afetaram a eficiência dos hospitais públicos. Utilizando uma abordagem de DEA em duas etapas com análise de clusters, os resultados mostraram uma diminuição significativa na eficiência média de hospitais de baixa e média tecnologia após a nova constituição, coincidindo com reformas que ampliaram a cobertura social.

Ye et al. (2022), com o objetivo de examinar o impacto da reforma da Comunidade Médica do Condado (CMC) na China, usaram um modelo de super-eficiência SBM-DEA que é um modelo de efeito fixo. O principal resultado foi que a reforma melhorou a eficiência do serviço médico dos hospitais públicos de nível de condado em 15,6%, com heterogeneidade regional.

Por sua vez, Jiang et al. (2022) tinha o objetivo de avaliar a eficiência técnica de hospitais secundários materno-infantis na província de Hubei, China. O método Bootstrap-DEA revelou que a eficiência técnica média corrigida foi de 0,673, com 44,06% dos hospitais apresentando eficiência baixa ou falha, indicando variações significativas de capacidade e baixa eficiência geral.

Ares et al. (2024), com o objetivo de avaliar o impacto da mudança de gestão indireta para direta em um hospital na Espanha, utilizaram DEA para comparar os dois períodos. Os resultados mostraram que a gestão indireta foi mais eficiente em consultas e internações, enquanto a gestão direta foi melhor em tempos de espera e cirurgias, não havendo evidências conclusivas de superioridade de um modelo sobre o outro.

Por fim, na Etiópia, Lamesgen et al. (2024) buscaram avaliar a eficiência técnica de centros de saúde. Através de DEA em duas etapas e regressão Tobit, os resultados indicaram que 59,3% dos centros eram tecnicamente eficientes, e que fatores como o tamanho da população atendida e o número de funcionários administrativos eram determinantes significativos da eficiência.

Conclui-se, a partir dos estudos focados em hospitais e unidades específicas, que a busca pela eficiência na entrega do cuidado é altamente dependente de decisões gerenciais e de características operacionais concretas. A evidência aponta que, enquanto certas reformas e ferramentas de gestão podem catalisar melhorias significativas, como visto na China e na Espanha, outras intervenções podem não atingir os resultados esperados ou podem criar trade-offs inesperados entre diferentes indicadores de performance. A principal implicação para gestores e formuladores de políticas é a necessidade de avaliar a eficiência não como um conceito abstrato, mas considerando o papel específico de cada unidade dentro da rede de saúde, como no modelo "*hub-and-spoke*", e reconhecendo que a otimização exige soluções customizadas, não apenas a aplicação de modelos genéricos.

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

Para além da análise da eficiência operacional geral, uma compreensão aprofundada do desempenho em saúde exige a investigação dos fatores determinantes que impulsionam ou limitam os resultados. Esta abordagem foca em elementos específicos como a qualidade e a alocação de recursos humanos, a eficácia de diferentes modelos de gestão e a aplicação de ferramentas de apoio à decisão clínica. O objetivo desta seção é apresentar estudos que isolam essas variáveis para quantificar sua contribuição direta na melhoria da qualidade dos cuidados e na eficiência dos serviços. Os trabalhos a seguir exemplificam como a composição

da força de trabalho, as estruturas de governança e o desenvolvimento de ferramentas preditivas são componentes cruciais para otimizar o desempenho do sistema de saúde.

Amiri (2021) mediu o impacto de enfermeiros recém-formados na qualidade dos cuidados em 33 países da OCDE. Usando GLM e DEA, o objetivo foi quantificar essa contribuição. Os resultados foram significativos: um aumento de 1% no número de enfermeiros graduados reduziu a mortalidade por infarto, AVC hemorrágico e AVC isquêmico em 1,11%, 0,08% e 0,46%, respectivamente. Sete países, incluindo Japão e Suíça, mostraram a maior eficácia clínica.

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). Com DEA em 25 hospitais, o objetivo foi avaliar qual modelo era mais eficiente. Os resultados mostraram que os hospitais com CPP tinham maior eficiência técnica, mas menor eficiência em pesquisa, possivelmente devido à maior flexibilidade gerencial dos primeiros e à falta de incentivos para pesquisa nos contratos de concessão.

Por fim, Balzi et al. (2019) desenvolveram e validaram o *Dynamic Silver Code* (DSC), um escore para prever o prognóstico de pacientes idosos em emergências na Itália. O objetivo foi criar uma ferramenta de decisão clínica a partir de dados administrativos. Em uma coorte de 281.321 registros, os resultados mostraram que o escore previu com precisão a mortalidade em 1 ano, com o risco relativo (HR) chegando a 5,40 para a classe de maior risco versus a de menor risco.

A conclusão que emerge da análise dos fatores determinantes é que gestores e formuladores de políticas dispõem de alavancas estratégicas claras para aprimorar o desempenho em saúde. A literatura apresentada ilustra que investir na força de trabalho não só aumenta a capacidade, mas melhora a qualidade do cuidado de forma quantificável. Demonstra também que a arquitetura da governança, como a adoção de colaborações público-privadas, deve ser uma decisão consciente sobre quais objetivos priorizar. Por fim, evidencia o poder da tecnologia e dos dados para transformar informações administrativas em ferramentas preditivas que salvam vidas. Portanto, a otimização do sistema de saúde passa necessariamente por uma gestão inteligente e intencional desses elementos-chave.

3.4 Acesso a Tratamentos e Desigualdades Geográficas, Fatores Determinantes da Eficiência: Governança, Tecnologia e Equidade

A eficiência de um sistema de saúde não pode ser compreendida de forma isolada, pois é intrinsecamente moldada pelo ambiente em que opera. Conforme aponta a literatura, diversos fatores contextuais, incluindo a governança, o desenvolvimento tecnológico e as condições socioeconômicas, foram identificados como influenciadores diretos da performance em saúde. Esta seção se aprofunda em estudos que transcendem a análise de recursos internos para explorar como o acesso geográfico, a equidade na distribuição, as características demográficas da população e as transformações digitais e ambientais impactam a eficiência e os resultados dos serviços de saúde. Os trabalhos a seguir ilustram essa complexa interação, abordando desde as barreiras físicas de acesso a tratamentos até a influência da economia digital, e demonstram que a otimização da saúde pública depende de uma abordagem integrada que considere o ecossistema social, econômico e tecnológico em sua totalidade. Diversos fatores contextuais, incluindo governança, desenvolvimento tecnológico e condições socioeconômicas, foram identificados como influenciadores da eficiência em saúde.

Langabeer et al. (2020) estimaram o acesso ao tratamento com buprenorfina para transtorno por uso de opióides nos EUA. O objetivo foi mapear a distância da população aos provedores. Usando dados geoespaciais, os resultados mostraram que 28 milhões de americanos (9,2% da população) viviam a mais de 10 milhas de um provedor. O Texas tinha

o maior número absoluto de pessoas sem acesso próximo (3,7 milhões), enquanto a Dakota do Sul tinha a maior proporção (46% da sua população).

O objetivo de Wanke et al. (2023) foi investigar os impulsionadores da eficiência do bem-estar social em hospitais universitários públicos no Brasil. Utilizando uma abordagem inovadora de Análise Genética Envoltória (GEA) e regressão LASSO, os resultados indicaram que leitos, funcionários e médicos eram fatores influentes, enquanto o índice de população feminina e de ensino médio afetava negativamente a eficiência, e o índice de população urbana, positivamente.

Com o objetivo de avaliar a justiça na alocação de recursos médicos no Cinturão Econômico do Rio Yangtze, na China, Ya-qing et al. (2023) usaram métodos de concentração de recursos e TOPSIS. Os resultados revelaram que, embora a justiça baseada nos níveis econômicos tenha melhorado, os recursos médicos ainda se concentravam em áreas economicamente mais favorecidas, com notável inadequação na acessibilidade espacial.

Lyu et al. (2022) buscaram examinar o impacto da economia digital na eficiência da provisão de saúde pública na China. Através de um modelo Tobit-DEA, o resultado principal foi que a economia digital otimizou a eficiência da provisão de saúde ao melhorar o desempenho e a qualidade regulatória do governo, com um efeito positivo significativo.

Por fim, Hu et al. (2023) tiveram como objetivo investigar como o desenvolvimento da sociedade da informação afeta a eficiência do sistema de saúde na China. Utilizando um framework DEA de dois estágios, os resultados sugeriram que o desenvolvimento da sociedade da informação leva a um aumento significativo na eficiência técnica pura, mas resulta em uma diminuição na eficiência de escala, tendo pouco efeito sobre a eficiência técnica geral.

Zhang et al. (2024) tiveram o objetivo de avaliar a eficiência de medicamentos para Diabetes Tipo 2. Utilizando um modelo DEA com função de distância direcional para integrar benefícios e efeitos adversos, os resultados mostraram que medicamentos da classe GLP-1, como a Semaglutida, atingiram a maior eficiência, e que os medicamentos aprovados após 2010 foram significativamente mais eficientes.

Com foco na saúde relacionada ao câncer de próstata, o objetivo de Chhatre et al. (2024) foi examinar a associação entre a eficiência hospitalar e a qualidade do atendimento. Usando DEA e regressão de risco competitivo em dados do SEER-Medicare, os resultados indicaram que a baixa eficiência hospitalar estava associada a maior mortalidade e piores desfechos, e que o aumento da eficiência trouxe maiores benefícios para pacientes afro-americanos.

Por fim, em uma perspectiva mais ampla, Zhang e Wang (2025) tinham como objetivo investigar o desempenho do bem-estar ambiental (EWP) em cidades chinesas. Com um modelo Hybrid-Network-DEA e econometria espacial, os resultados apontaram um EWP geral baixo, mas crescente, com disparidades regionais significativas e uma forte autocorrelação espacial positiva, onde o desenvolvimento econômico e a infraestrutura digital foram promotores-chave.

A conclusão que emerge desta revisão bibliográfica é que os fatores contextuais, especialmente os de natureza geográfica, são cruciais para uma compreensão aprofundada da performance em saúde. Estudos como os de Langabeer et al. (2020) e Zhang e Wang (2025) não apenas identificam a distância e a localização como barreiras, mas empregam ativamente dados geoespaciais e econometria espacial para quantificar seu impacto. Ignorar a dimensão espacial significa, portanto, negligenciar um fator explicativo fundamental, que a literatura recente aponta como indispensável. A escolha metodológica não é arbitrária, mas sim uma resposta direta à oportunidade e à necessidade, evidenciadas pela literatura, de se explorar as dinâmicas territoriais para desvendar as complexidades da eficiência e do acesso em saúde.

3.4.1 Acesso e Disponibilidade de Tratamento para Transtorno por Uso de Opióides (OUD)

A crise de saúde pública gerada pelo transtorno por uso de opióides (OUD) representa um dos desafios dos sistemas de saúde contemporâneos. Apesar da existência de tratamentos medicamentosos eficazes, a crise de opióides evidencia falhas significativas no acesso ao tratamento, principalmente devido a informações imprecisas e barreiras sistêmicas. Os estudos a seguir demonstram duas aplicações, mas também servem para mostrar a dinamicidade da aplicação de DEA.

O objetivo de Meyerson et al. (2024) foi avaliar a precisão das listas governamentais de provedores de medicamentos para OUD (MOUD) no Arizona e a acessibilidade desses provedores. Utilizando uma pesquisa na internet seguida de ligações no estilo "cliente secreto", os resultados revelaram que mais da metade (52,2%) dos provedores listados pela DEA e SAMHSA eram imprecisos. Apenas 36,6% dos provedores elegíveis foram confirmados como ofertantes de MOUD, com maior probabilidade de aceitar novos pacientes que pagavam em dinheiro ou usavam Medicaid, enquanto áreas rurais permaneciam desassistidas.

De forma complementar, Andrilla et al. (2025) tiveram como objetivo investigar o impacto do financiamento do programa RCORP no fornecimento de médicos com autorização DEA para prescrever buprenorfina em comunidades rurais. A metodologia consistiu na análise de listas de médicos autorizados pela DEA de 2017 a 2022, comparando condados rurais financiados e não financiados. Os resultados mostraram que os condados financiados pelo RCORP tiveram um aumento significativamente maior no número de médicos e vagas de tratamento por 100.000 habitantes, mais do que dobrando a diferença em relação aos condados não financiados durante o período.

Não existem ainda conclusões para modelos de aplicação semelhantes aos dois artigos apresentados, pois ainda foi pouco explorada essa literatura, inclusive nesse estudo.

3.5 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, afetando diretamente sua produtividade e eficiência. A emergência sanitária global da COVID-19 funcionou como um teste de estresse em larga escala para os sistemas de saúde em todo o mundo, forçando uma reavaliação dos paradigmas de performance e sustentabilidade. Os trabalhos a seguir exploram desde a queda na produtividade de hospitais e serviços primários até a complexa e, por vezes, contraintuitiva relação entre a eficiência pré-crise e a resiliência demonstrada durante o surto pandêmico.

O estudo de Haeri et al. (2022) dedicou-se a desenvolver um novo modelo matemático multi-objetivo para o planejamento de redes de serviços de saúde em cenários de incerteza, como crises humanitárias, com foco em comunidades de baixa e média renda. A metodologia proposta é inovadora ao integrar uma versão modificada da Análise Envoltória de Dados (DEA) para mensurar a eficiência, com uma nova abordagem de programação, a MPFRP (Mixed Possibilistic-Flexible Robust Programming), para gerenciar as incertezas. O modelo foi projetado para otimizar simultaneamente três variáveis centrais: a eficiência do sistema, o custo total da rede e a responsabilidade social, esta última operacionalizada por meio de indicadores como criação de empregos e desenvolvimento regional equilibrado. Aplicado a um estudo de caso real, os resultados demonstraram que a abordagem MPFRP é superior a métodos tradicionais, como a programação fuzzy, e consegue estabelecer um *trade-off* eficaz entre os objetivos, alcançando um bom desempenho em responsabilidade social (72%), custo (8%) e eficiência (28%).

Williams et al. (2023) tiveram o objetivo de avaliar a produtividade dos serviços médicos primários na Inglaterra antes e durante a pandemia. Usando DEA e regressão Tobit,

os resultados mostraram uma queda modesta na eficiência média, de 92,9% no período pré-pandêmico para 90,6% durante a pandemia. Lupu & Tiganasu (2022), com o objetivo de analisar a eficiência de 31 sistemas de saúde europeus no tratamento da COVID-19, aplicaram DEA em três estágios e regressão Tobit. Os resultados indicaram alta ineficiência na primeira onda, especialmente nos países ocidentais, que depois melhoraram, enquanto os países do leste europeu foram mais duramente atingidos pela ineficiência nas fases seguintes.

Vrabková & Lee (2023) tinha o objetivo de avaliar a eficiência hospitalar em 16 estados federais da Alemanha (2015-2020), incluindo o período da pandemia. Com um método de DEA em duas etapas, descobriram que a eficiência técnica vinha se deteriorando continuamente desde 2015, atingindo o ponto mais baixo (78%) em 2020. De forma similar, Henriques & Gouveia (2022) tinha como objetivo medir o impacto da pandemia na eficiência de 37 hospitais estatais em Portugal. Através do método Value-Based DEA (VBDEA), os resultados mostraram uma redução no número de hospitais eficientes (de 21 para 17) e uma produtividade negativa na maioria das unidades, destacando o impacto massivo do surto.

Androutsou et al. (2022) tinha o objetivo de medir a eficiência e produtividade de 15 clínicas especializadas em um hospital na Grécia durante a pandemia (2020-2021). Utilizando DEA e o Índice de Malmquist, os resultados mostraram que o hospital respondeu à pressão aumentando sua eficiência e produtividade de 2020 para 2021, graças a mudanças organizacionais adequadas.

Cavalcanti et al. (2024) desenvolveram um método para analisar as tendências dos indicadores de COVID-19 em Pernambuco, Brasil, cujo objetivo foi delimitar períodos pandêmicos com base no número de reprodução efetivo (R_t). O método se mostrou eficiente para contrastar os períodos iniciais de alta mortalidade com os mais recentes e estáveis.

Lobo et al. (2024) tiveram como objetivo analisar a influência da pandemia na produtividade de hospitais de ensino no Brasil. Através de DEA e do índice de Malmquist, os resultados mostraram uma queda na produtividade em todas as regiões, devido à mudança no padrão de atendimento imposta pela crise.

Por fim, Almeida (2024) investigou o *trade-off* entre a resiliência e a eficiência econômica dos sistemas de saúde nas regiões da União Europeia. O método, combinando DEA e econometria espacial, revelou que 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.

Em suma, a análise da literatura sobre o impacto da COVID-19 revela que a pandemia funcionou como um catalisador para uma reavaliação fundamental do conceito de eficiência em saúde. Enquanto diversos estudos confirmam a esperada queda na produtividade e na eficiência em múltiplos contextos, como em Portugal e no Brasil, o achado mais contraintuitivo e significativo é o aparente *trade-off* entre a eficiência econômica pré-crise e a resiliência durante o surto, como apontado por Almeida (2024). Esta descoberta sugere que sistemas otimizados para a performance em tempos de normalidade podem ser perigosamente frágeis diante de choques de grande escala. A lição que emerge não é apenas sobre as perdas sofridas, mas sobre a necessidade de se construir sistemas de saúde que incorporem a resiliência, a flexibilidade e a capacidade de resposta a incertezas como componentes centrais de sua performance, e não apenas como custos a serem minimizados.

Conclui-se com esses resultados que algumas lições foram fundamentais para se destacar. Primeiro, a busca pela eficiência não pode ser desvinculada de seus impactos na equidade e na qualidade do acesso. Segundo, a gestão em nível micro, focada em processos e governança interna, é tão crucial quanto às políticas macroeconômicas. Terceiro, e talvez o aprendizado mais transformador, a pandemia de COVID-19 expôs a perigosa dicotomia entre a eficiência econômica e a resiliência sistêmica, forçando uma reavaliação global do que constitui um sistema de saúde "bom".

4. Discussão

Com base na literatura analisada e nos objetivos da revisão, 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.

A constatação mais proeminente e transversal nos estudos é a existência de ineficiência generalizada nos sistemas de saúde, independentemente do nível de desenvolvimento econômico do país ou da escala de análise. Seja na avaliação de sistemas nacionais na Europa (Lacko et al., 2023), na África (Arhin & Asante-Darko, 2023) ou na América Latina (Marinho et al., 2020), seja na análise de hospitais específicos na Hungria (Kucsma & Varga, 2021) ou na China (Jiang et al., 2022), a conclusão recorrente é que há um potencial significativo para otimização. Isto é, os mesmos resultados poderiam ser alcançados com menos recursos, ou melhores desfechos poderiam ser obtidos com os recursos atuais. Essa ineficiência não é apenas um desperdício financeiro, ela se traduz em piores resultados de saúde e perpetuação de desigualdades. A literatura demonstra que as causas são multifatoriais, envolvendo desde a gestão interna das unidades até o impacto de políticas governamentais macro. Reformas e novas políticas, por exemplo, não garantem automaticamente ganhos de eficiência, podendo apresentar resultados mistos ou até mesmo paradoxais, como a introdução da competição no sistema holandês, que não se mostrou claramente eficaz (Dohmen et al., 2023), ou o efeito duplo das políticas gregas, que ora melhoravam a eficiência, ora a prejudicavam em nome da equidade (Farantos & Koutsoukis, 2023).

Um dos diálogos mais ricos e complexos que a literatura expõe é precisamente o desafio de construir modelos de avaliação e selecionar variáveis adequadas para mensurar um conceito tão multifacetado como a eficiência em saúde. 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, incluindo recursos humanos (médicos, enfermeiros), capital (leitos) e financeiros (gastos), mas mesmo aqui há nuances: a simples contagem de profissionais ignora diferenças de experiência e qualificação, por exemplo. O verdadeiro desafio reside nos *outputs*. Um modelo pode definir o sucesso com base em métricas de atividade (consultas, altas, cirurgias), focando na produtividade operacional. Outro pode usar desfechos de saúde populacional (expectativa de vida, mortalidade), focando no impacto final do sistema (Marinho et al., 2020). Essa escolha é fundamental, pois um hospital pode ser muito eficiente em volume de atendimentos, mas pouco eficaz em melhorar a saúde da população. A incorporação da qualidade é, talvez, a maior dificuldade metodológica. Alguns estudos tentam contorná-la tratando-a como um output desejável (Gavurova & Kocisova, 2020) ou tratando a falta de qualidade (ex: infecções, mortes evitáveis) como um output indesejável (Ortega-Díaz & Martín, 2022), mas não há consenso sobre a melhor abordagem. A escolha do modelo DEA também é crucial, modelos estáticos como CCR e BCC oferecem um retrato momentâneo, enquanto o Índice de Malmquist permite uma análise dinâmica da produtividade (Lobo et al., 2024). A crescente popularidade da DEA em dois estágios, combinada com regressão Tobit, reflete o reconhecimento de que fatores exógenos (socioeconômicos, demográficos) influenciam a performance e precisam ser controlados para uma avaliação mais justa (Berger et al., 2020; Lamesgen et al., 2024).

Por fim, a discussão sobre eficiência transcende a otimização de recursos em condições estáveis, abrangendo a resiliência do sistema e o acesso efetivo. A pandemia de COVID-19, por exemplo, revelou um possível trade-off entre a eficiência econômica, que preza pela otimização e ausência de redundância, e a resiliência, que exige capacidade ociosa para responder a choques súbitos (Almeida, 2024). Sistemas altamente eficientes em tempos normais podem ter se mostrado frágeis durante a crise. Adicionalmente, a questão do acesso

efetivo adiciona outra camada de complexidade. Estudos sobre o tratamento para o transtorno por uso de opióides nos EUA (Meyerson et al., 2024; Langabeer et al., 2020) demonstram que a existência de recursos não garante o acesso. Barreiras geográficas e, crucialmente, a imprecisão das informações sobre os provedores de serviços criam uma "ineficiência de acesso" que os modelos tradicionais de DEA não capturam.

De nada adianta um sistema ser teoricamente eficiente se os pacientes que dele necessitam não conseguem alcançá-lo. Portanto, a discussão qualificada sobre eficiência em saúde deve, necessariamente, ir além dos escores numéricos e dialogar com as complexidades da formulação de políticas, os desafios da modelagem e as realidades do acesso e da capacidade de resposta do sistema a crises.

5. Conclusão

A literatura científica demonstra que a DEA se consolidou como uma ferramenta metodológica central e versátil para a avaliação de desempenho no setor da saúde pública. Notadamente, os focos de sua aplicação são multifacetados, abrangendo desde a avaliação macro de sistemas de saúde nacionais e regionais, onde se comparam diferentes países ou jurisdições, até a análise micro da eficiência de hospitais, departamentos específicos e unidades de atenção primária. Adicionalmente, a DEA é frequentemente empregada para mensurar o impacto de políticas e reformas estruturais, como mudanças em modelos de gestão ou a introdução de mecanismos de competição. Outro foco de grande relevância é a investigação sobre equidade e acesso, utilizando o método para quantificar disparidades geográficas e socioeconômicas na alocação de recursos. Por fim, a metodologia demonstra sua flexibilidade ao ser adaptada para analisar desafios conjunturais, como a eficiência da resposta à pandemia de COVID-19, e a performance de tratamentos para patologias específicas.

Do ponto de vista metodológico, os estudos revisados empregam um diversificado arsenal de modelos DEA para responder a distintas questões de pesquisa. Os modelos basilares, como o CCR e o BCC, são frequentemente o ponto de partida, enquanto o Índice de *Malmquist* é a escolha predominante para análises dinâmicas de produtividade ao longo do tempo. Uma abordagem particularmente comum consiste na DEA em dois estágios, na qual os escores de eficiência, uma vez calculados, são regredidos contra variáveis contextuais através de modelos Tobit para identificar os determinantes do desempenho.

A seleção de variáveis, por sua vez, segue um padrão relativamente consistente. Os inputs (recursos) invariavelmente incluem dimensões de recursos humanos (médicos, enfermeiros), capital e infraestrutura (leitos, número de unidades) e recursos financeiros (gastos). Os outputs (resultados) são mais variados, compreendendo desde métricas de atividade (consultas, altas, cirurgias) em análises de nível micro, até desfechos de saúde populacional (expectativa de vida, taxas de mortalidade) em estudos de escopo macro.

Emergem desta análise conclusões recorrentes sobre o estado da eficiência em saúde, bem como importantes ressalvas metodológicas. A principal constatação é a existência de ineficiência generalizada na maioria dos contextos, indicando um potencial significativo para otimização. Um segundo ponto-chave é a identificação de uma tensão fundamental entre a busca pela máxima eficiência e a garantia de equidade no acesso, um trade-off que permeia muitas decisões políticas.

A literatura corrobora que a qualidade da gestão e a adoção de tecnologia são, muitas vezes, mais cruciais para o bom desempenho do que o mero volume de recursos disponíveis, sendo o déficit de progresso tecnológico um frequente limitador da produtividade. Contudo, a própria literatura aponta para limitações importantes que devem ser consideradas. A qualidade e a disponibilidade dos dados são o desafio mais citado, podendo comprometer a validade dos resultados. A subjetividade na seleção de variáveis e a dificuldade intrínseca de

mensurar e incorporar a qualidade dos serviços de forma adequada nos modelos também são pontos de fragilidade metodológica reconhecidos. Finalmente, a influência de fatores exógenos, que estão fora do controle gerencial das unidades, representa uma limitação que, apesar de parcialmente mitigada por abordagens em múltiplos estágios, ainda demanda interpretação cautelosa dos escores de eficiência.

Diante dessas limitações e dos desafios expostos, sugere-se para pesquisas futuras a construção de modelos de avaliação de eficiência que sejam integrados e escaláveis através dos diferentes níveis de governança do setor público. Especificamente, o desenvolvimento de um *framework* metodológico que permita a avaliação da eficiência em saúde de forma padronizada e comparável, primeiramente no nível municipal, consolidando-se em análises estaduais e, subsequentemente, culminando em uma avaliação federal, representaria um avanço significativo. Tal abordagem não apenas responderia aos desafios de heterogeneidade de dados e variáveis, mas também forneceria aos gestores públicos uma ferramenta robusta 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. A construção de tais modelos hierárquicos contribuiria para uma visão sistêmica e coerente da performance, facilitando a identificação de gargalos e a disseminação de boas práticas entre as esferas de governo e políticas públicas.

Referências

ACHAR, Suraj; SINHA, Nikhil; NORCROSS, William. The adoption and increased use of electronic prescribing of controlled substances. *Journal of Medical Regulation*, v. 107, n. 2, p. 8-16, 2021.

AFONSO, Guilherme P.; FERREIRA, Diogo Cunha; FIGUEIRA, José Rui. A Network-DEA model to evaluate the impact of quality and access on hospital performance. *Annals of Operations Research*, v. 342, n. 3, p. 2169-2199, 2024.

ALATAWI, Ahmed D.; NIESSEN, Louis Wilhelmus; KHAN, Jahangir AM. Efficiency evaluation of public hospitals in Saudi Arabia: an application of data envelopment analysis. *BMJ open*, v. 10, n. 1, p. e031924, 2020.

BABALOLA, Tesleem K. et al. Analysis of factors influencing technical efficiency of public district hospitals in KwaZulu-Natal province, South Africa. *Human Resources for Health*, v. 20, n. 1, p. 80, 2022.

BABALOLA, Tesleem K.; MOODLEY, Indres. Technical efficiency and productivity of public district hospitals in KwaZulu-Natal province, South Africa. *Journal of Public Health Research*, v. 9, n. 1, p. jphr. 2020.1741, 2020.

CHADEGANI, A. A., SALEHI, H., YUNUS, M. M., FARHADI, H., FOOLADI, M., FARHADI, M., & EBRAHIM, N. A. (2013). A comparison between two main academic literature collections: Web of Science and Scopus databases. *arXiv preprint arXiv:1305.0377*.

DLOUHÝ, Martin. Measuring geographic inequalities: dealing with multiple health resources by data envelopment analysis. *Frontiers in public health*, v. 6, p. 53, 2018.

DOHMEN, Peter 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.

ENSOR, Tim; SO, Sovannarith; WITTER, Sophie. Exploring the influence of context and policy on health district productivity in Cambodia. *Cost Effectiveness and Resource Allocation*, v. 14, p. 1-11, 2016.

FARANTOS, Georgios I.; KOUTSOUKIS, Nikitas-Spiros. 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, José Luis; FULLANA-BELDA, Carmen. 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: Influence of the management models based on public-private collaboration in the technical and research efficiency of hospitals of the public health system. *Revista de Contabilidad-Spanish Accounting Review*, v. 23, n. 1, p. 50-63, 2020.

GAVUROVA, Beata; KOČIŠOVÁ, Kristína. The efficiency of hospitals: Platform for sustainable healthcaresystem. *Entrepreneurship and Sustainability Issues*, 2020.

HAERI, Abdorrahman 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.

HU, Mingzheng 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.

HUANG, Junjie et al. Measurement of the operational efficiency of tertiary public hospitals in Western China: evidence from Guangxi from 2019 to 2022. *Frontiers in Public Health*, v. 13, p. 1546402, 2025.

KAÇAK, Hakan et al. Regional performance evaluation of healthcare services in Türkiye with cross-efficiency approach. *Turkish Bulletin of Hygiene and Experimental Biology*, v. 80, n. 3, p. 329-344, 2023.

KOLESAR, Robert John et al. Advancing universal health coverage in the COVID-19 era: an assessment of public health services technical efficiency and applied cost allocation in Cambodia. *Health Economics Review*, v. 12, n. 1, p. 10, 2022.

LI, Liqing; LIU, Zixuan. Research on efficiency measurement and spatiotemporal disparity of rural public health services in China. *PLoS One*, v. 16, n. 7, p. e0252871, 2021.

LUPU, Dan; TIGANASU, Ramona. COVID-19 and the efficiency of health systems in Europe. *Health Economics Review*, v. 12, n. 1, p. 14, 2022.

LYU, Yuwen 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.

MAYANZ, Sebastián. Efficiency of the Chilean health system: comparative analysis between health services. *Revista Medica de Chile*, v. 150, n. 11, p. 1501-1512, 2022.

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.

NGUYEN, Hong Ngoc; O'DONNELL, Christopher. Estimating the cost efficiency of public service providers in the presence of demand uncertainty. *European Journal of Operational Research*, v. 309, n. 3, p. 1334-1348, 2023.

NGUYEN, Hong Ngoc; O'DONNELL, Christopher. Incorporating demand constraints into piecewise frontier models of public service provision. *Omega*, v. 128, p. 103117, 2024.

NGUYEN, Hong Ngoc; O'DONNELL, Christopher. Using stochastic frontier analysis to assess the performance of public service providers in the presence of demand uncertainty. *Journal of Productivity Analysis*, p. 1-19, 2025.

NUNES, Alexandre Morais; FERREIRA, Diogo Filipe da Cunha. Evaluating Portuguese public hospitals performance: any difference before and during COVID-19?. *Sustainability*, v. 15, n. 1, p. 294, 2022.

OBURE, Carol Dayo et al. Does integration of HIV and sexual and reproductive

health services improve technical efficiency in Kenya and Swaziland? An application of a two-stage semi parametric approach incorporating quality measures. *Social Science & Medicine*, v. 151, p. 147-156, 2016.

RASHIDIAN, Arash et al. Performance evaluation and ranking of regional primary health care and public health Systems in Iran. *BMC health services research*, v. 21, p. 1-14, 2021.

SANT'ANNA, A. P., DE OLIVEIRA, A. C., & LINS, M. P. (2002). Análise da produtividade do setor odontológico do sistema de saúde da marinha utilizando o índice de malmquist. XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção.

TIAN, Ye et al. Efficiency trends of essential public health services and possible influencing factors since the new round health reform in China: a case study from Hainan Province. *Frontiers in Public Health*, v. 11, p. 1269473, 2023.

VILLAMIL, María del Pilar et al. Strategies for the quality assessment of the health care service providers in the treatment of Gastric Cancer in Colombia. *BMC health services research*, v. 17, p. 1-16, 2017.

VISSER, M., VAN ECK, N. J., & WALTMAN, L. (2021). Large-scale comparison of bibliographic data sources: Scopus, Web of Science, Dimensions, Crossref, and Microsoft Academic. *Quantitative science studies*, 2(1), 20-41.

VITEZIĆ, Neda; SETNIKAR CANKAR, Stanka; LINŠAK, Željko. Effectiveness measurement using DEA & BSC methods in public health services. *The NISPAcee journal of public administration and policy*, v. 12, n. 1, p. 199-216, 2019.

VRABKOVÁ, Iveta; VAŇKOVÁ, Ivana; LEE, Sabrina. Relationship and factors of technical efficiency and quality of hospital care: the federal state system of Germany. *Health Services and Outcomes Research Methodology*, p. 1-21, 2024.

WANG, Mengying; TAO, Chunhai. Research on the efficiency of local government health expenditure in China and its spatial spillover effect. *Sustainability*, v. 11, n. 9, p. 2469, 2019.

WILLIAMS, Kate et al. Estimating productivity levels in primary medical services across clinical commissioning groups in England and the impact of the COVID-19 pandemic: a data envelopment analysis. *BMC Health Services Research*, v. 23, n. 1, p. 1194, 2023.

WU, Jih-Shong. Healthcare service efficiency: an empirical study on healthcare capacity in various counties and cities in Taiwan. In: *Healthcare*. MDPI, 2023. p. 1656.

XU, Guo-Chao et al. Comparative study of three commonly used methods for hospital efficiency analysis in Beijing tertiary public hospitals, China. *Chinese Medical Journal*, v. 128, n. 23, p. 3185-3190, 2015.

ZHAO, Na; CHEN, Kai. Equity and efficiency of medical and health service system in China. *BMC Health Services Research*, v. 23, n. 1, p. 33, 2023.

ZHENG, Wanhui et al. A four-stage DEA-based efficiency evaluation of public hospitals in China after the implementation of new medical reforms. *PloS one*, v. 13, n. 10, p. e0203780, 2018.