



EIXO 2 – COMPETÊNCIAS E HABILIDADES DO AUDITOR DO FUTURO

EFICIÊNCIA DO PROJETO LEAN NAS EMERGÊNCIAS NA REDE HOSPITALAR DO SUS: UMA ANÁLISE EMPÍRICA UTILIZANDO DEA-SBM E ÍNDICE DE MALMQUIST

Sinézio Fernandes Maia

Professor Titular com Pós-Doutorado em Economia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, RS (2009). Doutorado em Economia pela Universidade Federal de Pernambuco PE (2001). Mestrado em Economia Aplicada pela Universidade Federal de Viçosa, MG (1996). Graduado em Economia pela Universidade Estadual de Maringá, PR (1992). Desde 2002 é Professor da Universidade Federal da Paraíba, PB, Departamento de Economia. Tem atuado em pesquisas na área de economia aplicada e atualmente tem dado ênfase em modelagens econométricas de série de tempo em mercado de capitais.

E-mail: econometria2ufpb@yahoo.com.br

Contato: (83) 98163-8583

Marcio Fernando Sueth da Silva

Auditor Federal de Controle Externo do Tribunal de Contas da União desde 2009. Graduado pela Academia Militar das Agulhas Negras (AMAN) e em Ciências Contábeis. Especialização em Auditoria Financeira pela UnB, Mestrado em Ciências Militares, e Mestrado em Economia do Setor Público pela UFPB. No TCU, participou de auditorias nas mais diversas áreas de governo, incluindo nas Contas de Governo. Atuou ainda à frente da Coordenação-Geral do Fórum Paraibano de Combate à Corrupção (Focco-PB) e da Secretaria Executiva das Redes de Controle da Gestão Pública. Atualmente faz parte do corpo de auditores do Brasil destacados para realizar auditorias na ONU.

E-mail: marciosueth1@gmail.com

Contato: (83) 99118-6500

RESUMO EXECUTIVO

Este resumo executivo apresenta os principais pontos de um estudo, realizado no âmbito do Mestrado de Economia do Setor Público – UFPB, que avaliou a eficiência técnica e a produtividade de hospitais públicos brasileiros participantes do Projeto Lean nas Emergências, no período de 2019 a 2023. A análise emprega os modelos DEA-SBM e o Índice de Malmquist, aplicados a dados secundários do DATASUS. Os resultados revelam um aumento médio de 51% na eficiência técnica e um crescimento na produtividade total dos fatores, impulsionado por inovações. Hospitais de menor porte, especialmente nas



regiões Sul e Sudeste, demonstraram melhor desempenho. Apesar dos avanços, 62,4% das unidades ainda operam abaixo da fronteira de eficiência. Estima-se que ganhos de eficiência, mesmo que modestos, podem gerar economias anuais superiores a R\$ 3,5 bilhões, demonstrando a urgência de adotar estratégias de gestão que promovam maior eficiência na alocação de recursos, embasadas em evidências e ferramentas de avaliação robustas.

1 MOTIVAÇÃO PARA A REALIZAÇÃO DO TRABALHO OU PESQUISA

O Brasil enfrenta um cenário desafiador para o financiamento da saúde pública, especialmente devido às restrições orçamentárias e ao persistente déficit nas contas públicas. Essa situação tem reflexos diretos na capacidade de investimento federal em ações e serviços públicos de saúde (ASPS), cuja despesa per capita tem se mantido estagnada. Essa limitação orçamentária impõe uma pressão crescente sobre o Sistema Único de Saúde (SUS), comprometendo sua sustentabilidade e a equidade no acesso aos serviços. A isso se somam fatores estruturais, como o envelhecimento da população e a alta prevalência de doenças crônicas, que ampliam a demanda por serviços mais complexos e custosos, exacerbando os desafios impostos pela escassez de recursos públicos.

Diante dessa conjuntura, a busca por estratégias que melhorem a eficiência hospitalar tornou-se um ponto central no debate sobre a qualidade e a sustentabilidade dos serviços públicos de saúde. Nesse contexto, o Projeto Lean nas Emergências, iniciativa do Ministério da Saúde em parceria com o Hospital Sírio-Libanês no âmbito do Programa de Apoio ao Desenvolvimento Institucional do SUS (Proadi-SUS), surge como uma resposta. Inspirada na filosofia japonesa Lean, originalmente aplicada à indústria, essa metodologia busca otimizar processos, reduzir desperdícios e aprimorar a produtividade assistencial em serviços de urgência e emergência hospitalar. A adaptação da filosofia Lean para o ambiente hospitalar, conhecida como *Lean Healthcare*, tem se mostrado uma alternativa promissora para o aperfeiçoamento dos processos assistenciais,



especialmente em um contexto de escassez de recursos e crescente demanda por serviços de qualidade (Silberstein, 2006; Graban, 2013).

Apesar da crescente adoção do Projeto Lean nas Emergências em hospitais públicos brasileiros, existe uma lacuna em estudos empíricos que avaliem de forma sistemática e rigorosa seus efeitos na eficiência e produtividade hospitalar. Este trabalho visa preencher essa lacuna, aplicando de forma integrada as metodologias de Análise Envolvória de Dados (DEA), especificamente o modelo Slacks-Based Measure (DEA-SBM) e o Índice de Malmquist (IM). Essa abordagem permite não apenas mensurar a eficiência técnica das unidades hospitalares, mas também analisar sua evolução temporal, decompondo-a em efeitos de mudança tecnológica e de mudança da eficiência. A relevância deste estudo é tanto teórica, contribuindo para a literatura sobre avaliação de políticas públicas e análise de eficiência hospitalar, quanto aplicada, fornecendo evidências empíricas que podem auxiliar gestores e formuladores de políticas na tomada de decisões estratégicas (Silva, 2024).

2 METODOLOGIA

O estudo adota uma abordagem quantitativa, utilizando métodos estatísticos e matemáticos para analisar a eficiência técnica hospitalar. A metodologia fundamenta-se em pesquisas anteriores que aplicaram a DEA e o IM a instituições públicas – Costa, Balbinotto e Sampaio (2014) e Fauvreille e Almeida (2018). A pesquisa foi estruturada em duas etapas principais. Na primeira etapa, utilizou-se o modelo DEA-SBM, conforme proposto por Tone (2001), para avaliar a eficiência estática das unidades hospitalares. O mencionado modelo é uma ferramenta não paramétrica baseada em programação linear, projetada para mensurar a eficiência relativa de unidades de decisão (DMU) que utilizam múltiplos insumos para produzir múltiplos produtos. Uma das suas principais vantagens é a capacidade de incorporar explicitamente as folgas (*slacks*) nos insumos e produtos, superando as limitações dos modelos DEA tradicionais ao considerar as sobras de recursos não aproveitadas ou a produção aquém do



potencial. Nesta pesquisa, optou-se pela versão orientada ao output, cuja formulação é expressa na seguinte equação:

$$\rho_0^* = \min_{\lambda, s^+} \rho \frac{1}{1 + \frac{1}{S} \sum_{r=1}^S s}$$

Sujeito a: $x_0 \geq X\lambda$; $y_0 = Y\lambda - s^+$; $\lambda \geq 0$, $s^+ \geq 0$

Na segunda fase, aplicou-se o Índice de Malmquist (Färe et al., 1994) para mensurar a evolução da produtividade ao longo do tempo. Este índice é uma ferramenta essencial para medir a eficiência produtiva ao longo do tempo, sendo especialmente relevante para orientar políticas públicas mais eficazes no setor de saúde. O IM decompõe as mudanças na produtividade em dois componentes: a mudança na eficiência técnica (*catch-up effect*) e a mudança tecnológica (*frontier-shift effect*). Isso permite observar tanto o progresso interno das unidades quanto as inovações sistêmicas que impactam a fronteira de produção. Matematicamente é expresso como uma média geométrica de dois índices baseados em diferentes períodos (t e t+1):

$$M_0 \left(\frac{x_{t+1}, y_{t+1}}{x_t, y_t} \right) = \left[\frac{D_t(x_{t+1}, y_{t+1})}{D_t(x_t, y_t)} \times \frac{D_{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})}{D_{t+1}(x_t, y_t)} \right]^{\frac{1}{2}}$$

O método não paramétrico baseado em DEA para calcular o Índice de Malmquist dispensa a necessidade de especificar uma forma funcional para a tecnologia, oferecendo flexibilidade em contextos de função de produção desconhecida ou complexa. Governos e gestores públicos utilizam o Índice de Malmquist para avaliar a evolução da eficiência de suas ações e promover a inovação na prestação de serviços públicos.

Os dados utilizados no estudo foram extraídos de fontes secundárias oficiais, prioritariamente do DATASUS, que compila registros operacionais de hospitais vinculados ao SUS. A escolha do DATASUS justifica-se pela sua abrangência



nacional, confiabilidade e caráter padronizado. Para caracterizar os hospitais e mensurar seu desempenho, foram utilizadas variáveis de três sistemas integrados: o Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES), o Sistema de Informações Hospitalares (SIH) e o Sistema de Informações Ambulatoriais (SIA). O CNES fornece dados sobre infraestrutura e recursos humanos, enquanto o SIH e o SIA oferecem informações sobre produção hospitalar e faturamento.

As variáveis tanto de *input* como de *output* foram selecionadas como base em estudos anteriores. Sendo as de insumos o número de leitos SUS, horas médicas e horas de enfermagem. Como produtos, utilizaram-se o valor total faturado e o número de sobreviventes (usado como *proxy* de qualidade). A inclusão de uma variável *proxy* de qualidade é crucial para capturar a complexidade dos serviços de saúde e avaliar o impacto real sobre a saúde dos pacientes, indo além da simples mensuração de recursos utilizados e focando na eficácia e segurança dos procedimentos.

A estrutura das variáveis foi validada seguindo critérios teóricos e estatísticos da DEA, aplicando a "regra de ouro" (total de variáveis não excede metade das DMUs) para garantir a robustez do modelo. Também se considerou a relevância das variáveis para o processo produtivo e a ausência de multicolinearidade excessiva, embora a DEA seja mais tolerante a questões de linearidade entre variáveis do que métodos paramétricos.

Os anos de referência para a análise foram 2019 e 2023 e o critério de inclusão foi a conclusão completa das etapas do projeto pelos hospitais. Das 231 unidades inicialmente identificadas, 208 haviam finalizado todas as etapas até 2023. O software R Studio foi empregado para o processamento dos dados e a estimação dos modelos DEA-SBM e Malmquist. Ajustes foram realizados para normalizar variáveis em diferentes escalas (absolutas e relativas), garantindo consistência e eliminando distorções no cálculo de eficiência.

3 RESULTADOS OBTIDOS



Inicialmente, os escores médios de eficiência técnica indicaram consistentes avanços. No modelo DEA-SBM, a média dos escores de eficiência aumentou de 0,24 em 2019 para 0,37 em 2023, representando um aumento de 51%. Esse progresso demonstra uma melhoria significativa no aproveitamento dos recursos disponíveis. Acompanhando essa evolução, observou-se uma redução nas folgas (*slacks*) associadas a variáveis como número de leitos SUS e horas de médicos, o que sinaliza um uso mais racional e otimizado desses recursos.

Tabela 1

Média dos escores obtidos por meio dos métodos DEA-SBM e Índice Malmquist, respectivamente, na mensuração da eficiência dos hospitais participantes do projeto Lean nas Emergências.

Anos	eff	slack.Leitos_SUS	slack.Hs_Medico	slack.Hs_Enferm	slack.SIA_SIH_Valor	slack.TX_Sobrev
2019	0.24	0.1	0.11	0.11	0.04	0.16
2023	0.37	0.06	0.1	0.13	0.07	0.16

m	mt	me	e00	e01	e10	e11
0.98	1.04	0.94	1.64	1.56	1.54	1.48

Fonte: elaboração com base nos resultados do DEA-SBM e Índice Malmquist.

A análise temporal, utilizando o Índice de Malmquist, mostrou que o escore médio global (m) de 0,98 para o período 2019-2023 sugere uma leve regressão na produtividade total dos fatores. No entanto, o componente de mudança técnica (mt = 1,04) aponta para um progresso tecnológico. Já a variação na eficiência técnica (me = 0,94) indica que, em média, os hospitais se afastaram ligeiramente da fronteira de eficiência, apesar dos avanços tecnológicos. Após tais constatações, as análises a seguir serão realizadas por região geográfica e porte dos hospitais.

Tabela 2

Resultado Índice de Malmquist agrupado por faixa de leitos.

Faixa de Leitos	Média de me Eficiência Técnica	Média de mt Mudança Tecnológica	Média de m Produtividade
101 a 200	0,955	0,948	0,912
201 a 300	0,896	1,013	0,896



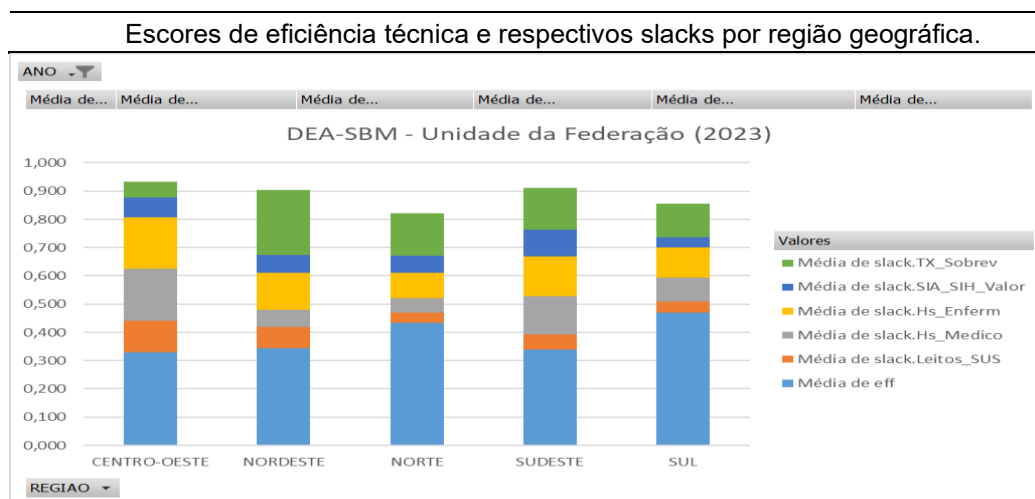
51 a 100	1,008	0,484	0,535
Mais de 300	0,954	0,990	0,935
Total Geral	0,943	0,944	0,888

Fonte: elaboração com base nos resultados do Índice Malmquist.

As médias do Malmquist indicam que hospitais da faixa de 51 a 100 e 101 a 200 leitos apresentaram os maiores escores de eficiência técnica ($me = 1,008$ e $0,955$), mas menores mudança tecnológica e produtividade ($m = 0,535$). Isso sugere que, embora esses hospitais otimizem seus recursos atuais, a falta de avanços tecnológicos pode limitar o crescimento sustentável de sua produtividade.

Apesar dos avanços na eficiência técnica e no progresso tecnológico, uma constatação importante é que 62,4% das unidades hospitalares ainda operam abaixo da fronteira de eficiência. Isso indica que há um considerável potencial para melhorias adicionais na utilização de recursos e na entrega de serviços.

Gráfico 1



Fonte: elaboração com base nos resultados do DEA_SBM.

O Gráfico 1 evidencia uma relação inversa entre eficiência técnica e a magnitude das folgas nos insumos e outputs hospitalares. Observa-se que a região Centro-Oeste apresentou os maiores níveis de ineficiência, especialmente devido ao



elevado volume de folgas em recursos humanos (médicos e enfermagem) e leitos, o que comprometeu seu desempenho relativo.

Tabela 3

Resultado DEA-SBM agrupado por faixa de leitos.

Faixa de Leitos	slacks Leitos	slacks Médico	slacks Enferm	Média de eff 2010
101 a 200	0,006	0,030	0,060	0,492
201 a 300	0,031	0,078	0,125	0,307
51 a 100	0,000	0,018	0,017	0,661
Mais de 300	0,165	0,226	0,237	0,244
Total Geral	0,060	0,101	0,129	0,376

Fonte: elaboração com base nos resultados do DEA_SBM.

A análise do SBM por porte hospitalar (Tabela 3) evidencia que unidades com menos de 200 leitos demonstraram folgas de *input* substancialmente reduzidas, notadamente em leitos e corpo clínico, alcançando escores de eficiência técnica superiores (0,661 e 0,492). Este perfil sugere uma otimização mais efetiva de recursos, constatação consistentemente corroborada pelos escores do Índice de Malmquist.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os achados deste estudo demonstram que o Projeto Lean nas Emergências teve um impacto positivo na eficiência técnica e na produtividade dos hospitais públicos brasileiros. O aumento médio de 51% na eficiência técnica e o crescimento da produtividade total dos fatores, impulsionado por inovações, são evidências claras do potencial da metodologia *Lean Healthcare* na otimização dos serviços de urgência e emergência no SUS.

Apesar dos avanços, os resultados ainda revelam limitações significativas. O desempenho do projeto não foi homogêneo, e apenas cerca de 40% das DMUs apresentaram ganhos de produtividade substanciais. Isso evidencia a



necessidade de que futuras expansões do Projeto Lean sejam adaptadas às especificidades regionais e institucionais dos hospitais participantes.

A estimativa de que ganhos modestos de eficiência podem gerar economias superiores a R\$ 3,5 bilhões por ano reforça a importância estratégica de investimentos contínuos em gestão da eficiência no setor de saúde. Este estudo contribui com evidências empíricas e uma metodologia robusta que podem subsidiar gestores e formuladores de políticas na tomada de decisões estratégicas, promovendo uma alocação de recursos mais eficiente e contribuindo para a sustentabilidade do Sistema Único de Saúde.

5 REFERÊNCIAS

COSTA, C. K. F., BALBINOTTO Neto, G., & SAMPAIO, L. M. B. (2014). Eficiência dos estados brasileiros e do Distrito Federal no sistema público de transplante renal: uma análise usando método DEA (Análise Envoltória de Dados) e índice de Malmquist. *Cadernos de Saúde Pública*, 30(8), 1667-1679. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0102-311X00121413>.

FÄRE, R.; GROSSKOPF, S.; NORRIS, M.; ZHANG, Z. Productivity growth, technical progress, and efficiency change in industrialized countries. *The American Economic Review*, v. 84, n. 1, p. 66-83, 1994.

FAUVRELLE, Thiago A. and TONY C ALMEIDA, Alessio. "Determinants of Judicial Efficiency Change: Evidence from Brazil" *Review of Law & Economics*, vol. 14, no. 1, 2018, pp. 20170004. <https://doi.org/10.1515/rle-2017-0004>.

GRABAN, M. *Lean Hospitals: Improving Quality, Patient Safety, and Employee Satisfaction*. 2. ed. Porto Alegre, RS: Bookman, 2013.

SILVA, M. F. S. da. (2024). Avaliação da eficiência do Projeto Lean nas Emergências na rede hospitalar do SUS: Uma análise integrada utilizando os métodos DEA-SBM e Índice de Malmquist (Dissertação de mestrado). Universidade Federal da Paraíba.

BRASIL. Ministério da Saúde. Projeto de Apoio ao Desenvolvimento Institucional do SUS – PROADI-SUS. Brasília: MS, 2023.

LEAN NAS EMERGÊNCIAS. Metodologia Lean. Disponível em: <https://www.leannasemergencias.com.br/a-comunidade-lean-nas-emergencias/metodologialean/>. Acesso em: 17 de fev. 2024.

> Seminário Internacional

**O FUTURO DA
AUDITORIA
PÚBLICA**

DADOS, INOVAÇÃO E CIDADANIA

21 e 22 de outubro de 2025

Instituto Serzedello Corrêa (ISC), Brasília (DF)



SILBERSTEIN, M. Assessment methodology for Lean Practices in healthcare organizations: case study in a Brazilian public hospital. *Production*, v. 26, n. 3, p. 515-526, 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/prod/a/txJbt6zQz6FPMsYcyvxb5vr/>. Acesso em: 21 set. 2024.

TONE, K. (2001). A slacks-based measure of efficiency in data envelopment analysis. *European Journal of Operational Research*, 130(3), 498-509.