



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

Aplicação da Análise Envoltória de Dados no Combate à Covid-19

Adson Maximus Carvalho Santos

Universidade Federal do Vale do São Francisco

[\(adson.maximus@discente.univasf.edu.br\)](mailto:adson.maximus@discente.univasf.edu.br)

Carlos Eduardo Alves Acioli Lins

Universidade Federal do Vale do São Francisco

[\(carlos.lins@discente.univasf.edu.br\)](mailto:carlos.lins@discente.univasf.edu.br)

Fabiana Gomes dos Passos

Universidade Federal do Vale do São Francisco

[\(fabiana.passos@univasf.edu.br\)](mailto:fabiana.passos@univasf.edu.br)

Resumo

O combate à COVID-19 exigiu esforços significativos dos estados brasileiros, com impactos diretos na saúde pública e na gestão de recursos. O objetivo deste trabalho foi analisar a eficiência técnica das ações dos 27 estados brasileiros no combate à COVID-19, no período de fevereiro de 2020 a dezembro de 2021, utilizando o modelo DEA-BCC (VRS) orientado a output com a inclusão do infinitesimal não arquimediano (ε). A Análise Envoltória de Dados (DEA) é uma técnica que mede a performance relativa de unidades de decisão (DMUs). Foi adotado o modelo BCC orientado a output, para encontrar as melhores alocações com base nos recursos disponíveis em cada estado. Foram considerados como inputs os gastos em saúde, disponibilidade de profissionais



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

e infraestrutura hospitalar, enquanto os outputs abrangeram a redução no número de casos e óbitos. A análise identificou o Maranhão como estado mais eficiente, que serve como referência para os demais, destacando práticas que podem ser replicadas. Os resultados reforçam a utilidade da DEA como ferramenta para apoiar a formulação de políticas públicas promovendo o uso otimizado de recursos em situações de emergência sanitária.

Palavras-chave: Análise envoltória de dados, Políticas públicas, saúde pública e COVID-19.

Abstract

The fight against COVID-19 demanded significant efforts from Brazilian states, with direct impacts on public health and resource management. The objective of this work was to analyze the technical efficiency of the actions of the 27 Brazilian states in combating COVID-19, from February 2020 to December 2021, using the output-oriented DEA-BCC (VRS) model with the inclusion of the non-Archimedean infinitesimal (ϵ). Data Envelopment Analysis (DEA) is a technique that measures the relative performance of decision units (DMUs). The output-oriented BCC model was adopted to find the best allocations based on the resources available in each state. Inputs considered were health expenditures, availability of professionals, and hospital infrastructure, while outputs included the reduction in the number of cases and deaths. The analysis identified Maranhão as the most efficient state, serving as a reference for the others, highlighting practices that can be replicated. The results reinforce the usefulness of DEA as a tool to support the formulation of public policies, promoting the optimized use of resources in health emergency situations.

Keywords: Data Envelopment Analysis, Public Policy, Public Health, and COVID-19.



Resumen

La lucha contra la COVID-19 exigió importantes esfuerzos por parte de los estados brasileños, con repercusiones directas en la salud pública y la gestión de recursos. El objetivo de este trabajo fue analizar la eficiencia técnica de las acciones de los 27 estados brasileños en la lucha contra la COVID-19, desde febrero de 2020 hasta diciembre de 2021, mediante el modelo DEA-BCC (VRS) orientado a resultados, con la inclusión del infinitesimal no arquimediano (ϵ). El Análisis Envolvente de Datos (DEA) es una técnica que mide el desempeño relativo de las unidades de decisión (DMU). Se adoptó el modelo BCC orientado a resultados para encontrar las mejores asignaciones de recursos en función de los recursos disponibles en cada estado. Los insumos considerados fueron el gasto en salud, la disponibilidad de profesionales y la infraestructura hospitalaria, mientras que los resultados incluyeron la reducción del número de casos y muertes. El análisis identificó a Maranhão como el estado más eficiente, sirviendo como referencia para los demás y destacando prácticas replicables. Los resultados refuerzan la utilidad del DEA como herramienta para apoyar la formulación de políticas públicas, promoviendo el uso optimizado de los recursos en situaciones de emergencia sanitaria.

Palabras clave: Análisis Envolvente de Datos, Políticas Públicas, Salud Pública y COVID-19.

1. INTRODUÇÃO

A gestão eficiente de recursos no enfrentamento de emergências sanitárias, como a pandemia de COVID-19, é um indicador essencial para avaliar a capacidade de resposta de diferentes regiões. Para o imunologista e pesquisador Gustavo Cabral de Miranda (2021), a pandemia demonstrou as dificuldades encaradas pelos pesquisadores e gerou aproximação com a população benéfica para a academia e a sociedade. No Brasil, as desigualdades estruturais e regionais agravaram os desafios no combate à pandemia, evidenciando a necessidade de estratégias eficazes e bem planejadas. Durante o período, estados brasileiros lidam com demandas crescentes por assistência médica, insumos hospitalares, destacando diferenças significativas nos esforços e resultados obtidos.

Análise Envoltória de Dados (DEA) é ferramenta promissora para apoio ao monitoramento das políticas públicas, já que permite abordar simultaneamente diferentes dimensões das unidades de saúde (Gasparini CE, Ramos FS, 2004). Ela é uma metodologia que permite comparar múltiplas unidades de decisão (DMUs) com base em insumos (inputs) e produtos (outputs), determinando quais unidades operam de forma mais eficiente. Amplamente utilizada em áreas como saúde e educação, a DEA cria uma fronteira eficiente, na qual as DMUs que otimizam seus recursos alcançam os melhores resultados.

A Análise Envoltória de Dados (DEA) é a principal metodologia utilizada para medir a eficiência proposta por Farrell. A escolha da metodologia DEA para este estudo se justifica por sua capacidade em analisar serviços públicos complexos como o caso do saúde pública (Passos; Fontes; Nascimento, 2020).

O objetivo deste trabalho foi analisar a eficiência técnica das ações dos 27 estados brasileiros no combate à COVID-19, no período de fevereiro de 2020 a dezembro de 2021, utilizando o modelo DEA-BCC (VRS) orientado a output com a inclusão do infinitesimal não arquimediano (ϵ), uma variação metodológica que visa aumentar a

discriminação entre as DMUs e evitar o problema das DMUs pseudo-eficientes (BANKER; CHARNES; COOPER, 1984). Além disso, a análise é complementada pela aplicação da Fronteira Invertida, que fornece uma perspectiva pessimista de eficiência, identificando as DMUs de pior desempenho.

A aplicação da DEA analisou os inputs: gastos em saúde, disponibilidade de profissionais e infraestrutura hospitalar; e, em relação a outputs analisou: redução de casos e óbitos e avanços na vacinação. A análise busca identificar os estados mais eficientes, que podem servir de referência para os demais, promovendo a replicação de boas práticas (Passos; Fontes; Nascimento, 2021). Dessa forma, a DEA não apenas fornece uma visão detalhada sobre a gestão da pandemia no Brasil, mas também contribui para o desenvolvimento de políticas públicas mais eficazes e equitativas, otimizando recursos em situações de crise.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O DEA pode ser utilizado para avaliar a eficiência técnica de unidades produtivas, que utilizam múltiplos insumos para produzir múltiplos bens e/ou serviços medidos em diferentes unidades (Carlos Rosano, 2008). Segundo Ozcan (2008), a aplicação da Análise Envoltória de Dados (DEA) no setor de saúde permite avaliar a eficiência relativa das unidades hospitalares, identificando aquelas que utilizam melhor seus recursos disponíveis para maximizar os outputs desejados. O modelo BCC, em particular, é destacado pela sua capacidade de considerar retornos variáveis de escala, proporcionando uma análise mais precisa e realista das unidades de saúde dos estados brasileiros. Com essa análise é possível identificar a melhor DMU para que seja feito um benchmark para com os outros estados.

A Análise Envoltória de Dados (DEA) compara a eficiência revelada (considerada otimizada) com a eficiência das unidades analisadas, estabelecendo um indicador de avaliação da relação insumos/produtos dessas unidades. Trata-se de uma técnica multivariável que fornece dados quantitativos sobre possíveis direções para a melhoria

do status quo das unidades, quando ineficientes. O modelo CCR (Charnes, Cooper e Rhodes, 1978) opera com retornos constantes de escala, enquanto o modelo BCC (Banker, Charnes e Cooper, 1984) considera situações em que a eficiência de produção varia com a escala, sem pressupor proporcionalidade entre inputs e outputs. Para reduzir os recursos utilizados sem alterar os resultados, utiliza-se uma orientação a inputs. Já quando o objetivo é maximizar os resultados sem reduzir os recursos, adota-se uma orientação aos outputs (GOMES; SILVA, 2020).

Os inputs e outputs são elementos cruciais na aplicação da Análise Envoltória de Dados (DEA). Os inputs representam os recursos utilizados pelas unidades de decisão (DMUs) e podem incluir variáveis como gastos em saúde, número de leitos hospitalares, quantidade de equipamentos de proteção individual e número de profissionais de saúde. Já os outputs são os resultados obtidos a partir desses recursos e podem abranger a redução no número de casos de doenças, diminuição nas taxas de mortalidade e aumento nas taxas de recuperação. A escolha adequada de inputs e outputs é fundamental para uma avaliação precisa da eficiência das DMUs, uma vez que influencia diretamente os resultados da DEA. Segundo Fried, Lovell e Schmidt (2008), a seleção dos inputs e outputs deve ser feita com base na relevância e disponibilidade de dados, além de considerar o contexto específico da análise.

3. MÉTODO

Inicialmente, foi realizada a seleção do problema a ser investigado, o qual orientou a subsequente coleta de dados. A coleta de dados foi conduzida a partir de diversas fontes fidedignas, incluindo a plataforma Kaggle, artigos acadêmicos e o site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), abrangendo o período de fevereiro de 2020 a dezembro de 2021. A escolha deste período permitiu capturar dados de um intervalo significativo, proporcionando uma base robusta para a análise.

Posteriormente, foram determinadas as variáveis de entrada (inputs) e de saída (outputs)

que comporiam o estudo, além das Unidades Tomadoras de Decisão (DMU's). Os dados coletados passaram por um rigoroso processo de preparação para análise, incluindo etapas de limpeza e organização, visando garantir a qualidade e consistência das informações. Em seguida, os dados foram submetidos a testes de correlação para verificar as relações existentes entre as variáveis selecionadas. Este passo é crucial para identificar possíveis interdependências que possam influenciar a análise.

Para facilitar a análise comparativa, procedeu-se à normalização dos dados. Esta técnica ajusta as variáveis a uma mesma escala, eliminando as diferenças de magnitude e permitindo uma análise mais justa e precisa. A normalização é particularmente importante em estudos que envolvem múltiplas variáveis de diferentes naturezas.

Em seguida, os dados normalizados foram processados utilizando-se o VBA (Visual Basic for Applications) no Excel, uma ferramenta que oferece flexibilidade e eficiência no tratamento de grandes volumes de dados. Durante esta etapa, foram aplicadas a fronteira invertida, calculada a eficiência composta e incorporado o elemento infinitesimal não arquimediano. Estes procedimentos foram essenciais para a análise sob as perspectivas das fronteiras clássica e pessimista, fornecendo uma avaliação detalhada da eficiência das DMU's.

Adotou-se o modelo BCC (Banker, Charnes e Cooper) com orientação a outputs, adequado para avaliar a eficiência relativa das DMU's em condições de retornos variáveis de escala. Este modelo é amplamente utilizado em estudos de eficiência devido à sua capacidade de lidar com variabilidades nas operações das DMU's.

Finalmente, foi realizada uma análise aprofundada dos resultados, identificando-se as DMU's mais eficientes e estabelecendo-se benchmarks para aquelas consideradas ineficientes. Tal análise permitiu não apenas a identificação de práticas mais eficazes, mas também a proposição de melhorias para as DMU's com desempenho inferior, contribuindo para a otimização geral das operações relativas à problemática investigada. Os benchmarks estabelecidos servem como referências para as DMU's menos eficientes, indicando caminhos para alcançar melhores resultados.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

No primeiro momento, os dados foram coletados pelo *Kaggle* e os dados disponíveis no site do ministério da saúde. Devido a necessidade de obter uma análise mais detalhada, foi utilizado o banco de dados do IBGE para obter mais dados, que foram os leitos de cada estado. Os 27 estados foram analisados nessa etapa, já que as informações necessárias foram encontradas para que fosse possível desenvolver o DEA. Logo após isso foram definidos os inputs e outputs, totalizando 3 inputs e 2 outputs conforme ilustrado na figura 1.

Figura 1: Inputs, outputs e DMU's

	Inputs			Outputs	
	População (Unid)	Valor Total Transferido (R\$)	Leitos Disponíveis (Unid)	População não infectada (100 mil hab)	Taxa de Sobrevivência (100 mil hab)
Acre (AC)	881935	27944405,44	340	89978,39977	99790,12059
Alagoas (AL)	3337357	179334379,3	480	92746,35587	99808,74087
Amapá (AP)	4144597	42724494,68	151	89533,04748	99666,19191
Amazonas (AM)	845731	129019107,1	755	84985,65147	99760,91689
Bahia (BA)	14873064	561186842,5	2717	91455,3047	99815,06164
Ceará (CE)	9132078	374414454,8	2168	89527,84897	99728,36412
Distrito Federal (DF)	3015268	1529631477	1237	82760,70319	99631,6082
Espírito Santo (ES)	4018650	247135671,6	1252	84326,30361	99668,34634
Goiás (GO)	7018354	318130110,3	2068	86496,77688	99648,37909
Maranhão (MA)	7075181	270571305,7	1105	94761,33543	99853,33237
Mato Grosso (MT)	3484466	185066901,4	1050	84105,11108	99604,04263
Mato Grosso do Sul (MS)	2778986	122232922	573	86311,374	99649,94426
Minas Gerais (MG)	21168791	998016074,5	4959	89494,03865	99732,34655
Pará (PA)	8602865	259605541,2	1483	92729,59648	99801,35687
Paraíba (PB)	4018127	179219026,6	795	88443,99393	99761,18226
Paraná (PR)	11433957	494126898,2	2242	86021,44472	99642,38977
Pernambuco (PE)	9557071	478118043,4	2162	93243,94472	99786,0537
Piauí (PI)	3273227	172551851,8	556	89782,56015	99777,74227
Rio de Janeiro (RJ)	17264943	1186532150	3250	92164,32976	99597,6413
Rio Grande do Norte (RN)	3506853	212697428	815	88958,70457	99784,07991
Rio Grande do Sul (RS)	11377239	486728880,7	2584	86753,22721	99679,67624
Rondônia (RO)	1777225	73715079,29	540	83984,80778	99621,09468
Roraima (RR)	605761	41065742,71	147	78690,27554	99656,96042
Santa Catarina (SC)	7164788	352476278,5	1711	82643,79909	99718,26103
São Paulo (SP)	45919049	11745146903	11141	90295,73108	99662,00302
Sergipe (SE)	2298696	93012213,44	382	87883,13026	99736,50278
Tocantins (TO)	1572866	82739305,92	480	85023,64474	99749,56544

Fonte: Autores 2025

Após a formação da tabela, foi realizado um teste de correlação, que indicou uma alta correlação entre o input População e o output Leitos, com um coeficiente de correlação de 0,978, conforme mostrado na figura 2. Apesar de uma alta correlação, por se tratar de inputs e outputs de suma importância, não é possível remover nenhum deles e o estudo prosseguiu com ambos.

Figura 2: Teste de correlação

	Índice	População (Und)	Valor Total Transferido (R\$)	Leitos Disponíveis (Und)	Incidência Covid-19 (100 mil hab)	Taxa de Mortalidade (100 mil hab)
Índice	1					
População (Und)	0,218756703	1				
Valor Total Transferido (R\$)	0,222165483	0,920901132	1			
Leitos Disponíveis (Und)	0,236474059	0,978513084	0,902733686	1		
Incidência Covid-19 (100 mil hab)	0,079641313	-0,287543192	-0,168539262	-0,203957592	1	
Taxa de Mortalidade (100 mil hab)	0,296083819	0,075302177	0,137251599	0,141208727	0,484955908	1

Fonte: Autores 2025

Após isso, os dados foram normalizados para garantir a mesma proporção no estudo, que será mostrado na figura 3.

Figura 3: Dados após a normalização

Índice	População (Und)	Valor Total Transferido (R\$)	Leitos Disponíveis (Und)	Incidência Covid-19 (100 mil hab)	Taxa de Mortalidade (100 mil hab)
1	0,00727	0,02308	0,03028	0,39936	0,16297
2	0,06617	0,10944	0,03716	0,25922	0,11157
3	0,08227	0,03586	0,01281	0,42484	0,53804
4	0,00599	0,01097	0,05786	0,75126	0,26599
5	0,31211	0,04697	0,24404	0,52252	0,08911
6	0,19103	0,03173	0,19441	0,42495	0,35916
7	0,04197	0,12624	0,11105	1	0,8279
8	0,05694	0,01996	0,11248	0,90061	0,53489
9	0,09954	0,0267	0,18543	0,76385	0,59056
10	0,10077	0,02274	0,09663	0,19202	0,02794
11	0,04947	0,01532	0,09137	0,89262	0,95198
12	0,03924	0,01027	0,04756	0,77282	0,58346
13	0,30055	0,08274	0,41132	0,43273	0,34078
14	0,12236	0,02186	0,12232	0,23747	0,08984
15	0,05766	0,01509	0,06511	0,53352	0,26461
16	0,16493	0,04445	0,18374	0,69757	0,668
17	0,13716	0,04309	0,17797	0,22972	0,43962
18	0,04763	0,01511	0,04539	0,49488	0,59438
19	0,24822	0,10593	0,27	0,32469	1
20	0,05043	0,01805	0,06795	0,48625	0,44068
21	0,16295	0,04393	0,21456	0,62098	0,7358
22	0,02594	0,0061	0,04479	0,71067	0,93676
23	0,00329	0,00331	0,01125	0,96594	0,53355
24	0,10293	0,03138	0,14793	0,81361	0,38474
25	1	1	1	0,40132	0,62182
26	0,04841	0,00774	0,03367	0,4832	0,34863
27	0,03394	0,00692	0,04401	0,60652	0,27217

Fonte: Autores 2025

Nessa análise, o modelo utilizado foi o BBC, pois o mesmo maximiza a eficiência utilizando os insumos que foram escolhidos, além do fato de poder avaliar como os estados poderiam alcançar os melhores resultados com os recursos que os mesmos possuem. Os resultados mostram que vários estados (Dmu's) possuem uma eficiência de 100%, porém ao aplicar a fronteira invertida, apenas o Maranhão se destaca conforme mostrado na figura 4.

Figura 4: Eficiência dos estados

DMU's	Eficiência	Eficiência Pessimista	Normalização	Normalização*
Maranhão (MA)	100,000%	37,026%	81,487%	100,000%
Bahia (BA)	99,962%	48,693%	75,634%	92,818%
Pará (PA)	99,951%	50,108%	74,922%	91,943%
Alagoas (AL)	100,000%	51,217%	74,392%	91,293%
Pernambuco (PE)	99,933%	53,778%	73,077%	89,680%
Rio Grande do Norte (RN)	99,967%	58,739%	70,614%	86,657%
Piauí (PI)	99,966%	59,391%	70,288%	86,257%
Paraíba (PB)	99,939%	63,805%	68,067%	83,531%
Minas Gerais (MG)	99,879%	67,550%	66,164%	81,196%
Ceará (CE)	99,875%	68,518%	65,678%	80,600%
Amazonas (AM)	99,988%	70,458%	64,765%	79,479%
Tocantins (TO)	99,952%	71,975%	63,989%	78,526%
Sergipe (SE)	99,941%	72,293%	63,824%	78,324%
Rio Grande do Sul (RS)	99,826%	81,586%	59,120%	72,551%
Santa Catarina (SC)	99,865%	81,872%	58,996%	72,400%
São Paulo (SP)	99,808%	84,611%	57,599%	70,685%
Espírito Santo (ES)	99,846%	87,944%	55,951%	68,663%
Goiás (GO)	99,795%	88,684%	55,556%	68,178%
Paraná (PR)	99,789%	90,242%	54,773%	67,217%
Mato Grosso do Sul (MS)	99,840%	92,118%	53,861%	66,098%
Amapá (AP)	100,000%	97,205%	51,397%	63,074%
Distrito Federal (DF)	99,819%	97,383%	51,218%	62,855%
Acre (AC)	100,000%	100,000%	50,000%	61,360%
Roraima (RR)	100,000%	100,000%	50,000%	61,360%
Rondônia (RO)	99,821%	100,000%	49,911%	61,250%
Mato Grosso (MT)	99,787%	100,000%	49,893%	61,229%
Rio de Janeiro (RJ)	99,744%	100,000%	49,872%	61,202%

Fonte: Autores 2025

Também foi analisado o elemento do infinitesimal não arquimediano. O valor ótimo foi calculado ao utilizar o vba no excel e encontrando o valor de 0,000000000085 e foi feita uma comparação de eficiência ao utilizar ele conforme mostrado na figura 5.

Figura 5: Infinitesimal não arquimediano

DMU's	Eficiência	Eficiência Pessimista	Normalização	Normalização*	Eficiência
Maranhão (MA)	100,000%	37,026%	81,487%	100,000%	100,000%
Bahia (BA)	99,962%	48,693%	75,634%	92,818%	98,962%
Pará (PA)	99,951%	50,108%	74,922%	91,943%	90,951%
Alagoas (AL)	100,000%	51,217%	74,392%	91,293%	90,252%
Pernambuco (PE)	99,933%	53,778%	73,077%	89,680%	91,933%
Rio Grande do Norte (RN)	99,967%	58,739%	70,614%	86,657%	83,967%
Piauí (PI)	99,966%	59,391%	70,288%	86,257%	82,526%
Paraíba (PB)	99,939%	63,805%	68,067%	83,531%	78,939%
Minas Gerais (MG)	99,879%	67,550%	66,164%	81,196%	69,439%
Ceará (CE)	99,875%	68,518%	65,678%	80,600%	89,685%
Amazonas (AM)	99,988%	70,458%	64,765%	79,479%	92,500%
Tocantins (TO)	99,952%	71,975%	63,989%	78,526%	83,952%
Sergipe (SE)	99,941%	72,293%	63,824%	78,324%	64,941%
Rio Grande do Sul (RS)	99,826%	81,586%	59,120%	72,551%	68,826%
Santa Catarina (SC)	99,865%	81,872%	58,996%	72,400%	93,865%
São Paulo (SP)	99,808%	84,611%	57,599%	70,685%	75,808%
Espírito Santo (ES)	99,846%	87,944%	55,951%	68,663%	88,846%
Goiás (GO)	99,795%	88,684%	55,556%	68,178%	86,795%
Paraná (PR)	99,789%	90,242%	54,773%	67,217%	91,789%
Mato Grosso do Sul (MS)	99,840%	92,118%	53,861%	66,098%	92,540%
Amapá (AP)	100,000%	97,205%	51,397%	63,074%	89,555%
Distrito Federal (DF)	99,819%	97,383%	51,218%	62,855%	99,819%
Acre (AC)	100,000%	100,000%	50,000%	61,360%	89,000%
Roraima (RR)	100,000%	100,000%	50,000%	61,360%	91,872%
Rondônia (RO)	99,821%	100,000%	49,911%	61,250%	95,821%
Mato Grosso (MT)	99,787%	100,000%	49,893%	61,229%	92,787%
Rio de Janeiro (RJ)	99,744%	100,000%	49,872%	61,202%	94,744%

Fonte: Autores 2025

É possível visualizar que o estado do Maranhão continua tendo um destaque, alcançando os mesmos 100% de eficiência. Deste modo, é perceptível que em ambas as análises, o estado do Maranhão em ambas análises apresenta uma forte presença no combate a Covid-19.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação da Análise Envoltória de Dados (DEA) na avaliação da eficiência das ações dos estados brasileiros no combate à Covid-19 revelou-se uma ferramenta essencial para embasar a formulação de políticas públicas. Por meio do modelo BCC orientado a outputs, foi possível identificar estados como o Maranhão, que se destacaram pela

utilização otimizada dos recursos disponíveis. Este estudo evidencia o potencial da DEA em contextos de emergência sanitária, oferecendo subsídios claros para a melhoria da gestão de recursos e a replicação de estratégias eficientes em diferentes regiões, contribuindo para uma resposta mais eficaz a crises de saúde pública.

Embora os resultados demonstrem a relevância do DEA na análise de eficiência, o estudo também ressalta a necessidade de dados mais robustos e abrangentes para aprimorar futuras análises. A aplicação do método em contextos variados e o uso de métricas complementares podem expandir ainda mais seu impacto na gestão pública, apontando para desdobramentos importantes em crises sanitárias e outros desafios globais.

REFERÊNCIAS

Acesso à Informação. Disponível em: <<https://www.gov.br/acessoainformacao/pt-br>>. Acesso em: 12 dez. 2024.

Covid-19 - Casos e Óbitos. Saude.gov.br. Disponível em: <https://infoms.saude.gov.br/extensions/covid-19_html/covid-19_html.html#>>. Acesso em: 12 dez. 2024.

FONTES, Raphael. Coronavirus - Brazil. Kaggle.com. Disponível em: <<https://www.kaggle.com/datasets/unanimad/corona-virus-brazil/data>>. Acesso em: 4 dez. 2024.

GASPARINI, C. E.; RAMOS, F. S. Relative deficit of health services in Brazilian states and regions. **Brazilian Review of Econometrics**, v. 24, n. 1, p. 75-107, 2004.

GOMES, E. G.; SILVA, A. P. **Data Envelopment Analysis: Theoretical and Applied Perspectives.** Routledge, 2020.

PASSOS, F.G. DOS; FONTES, C.H.O.; NASCIMENTO, A.N. DO. Avaliação da eficiência de uma empresa exportadora de manga do Vale do São Francisco: um



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

modelo em Análise Envoltória de Dados. **Custos e @gronegócio on line**, v. 16, n. esp., nov. 2020.

PASSOS, F.G. DOS; FONTES, C.H.O.; NASCIMENTO, A.N. DO. Goal programming associated with the non-archimedean infinitesimal: a case study applied in the agricultural sector. **Production**, 31, 2021.