

Eficiência dos Municípios da Região do Cariri Cearense na Pandemia de COVID-19: uma Crítica Usando a Análise de Envoltória de Dados (DEA)

Efficiency of the Municipalities of the Cariri Ceará Region in the COVID-19 Pandemic: a Critique Using Data Envelopment Analysis (DEA)

Eficiencia de los municipios de la región de Cariri Ceará en la pandemia de COVID-19: una crítica a través del análisis envolvente de datos (DEA)

Antonio Rafael Valério de Oliveira

Universidade Federal do Cariri (UFCA), Brasil

rafael.valerio@ufca.edu.br

Milton Jarbas Rodrigues Chagas

Universidade Federal do Cariri (UFCA), Brasil

milton.rodrigues@ufca.edu.br

Maria Isabel da Cruz Feitosa

Universidade Federal do Cariri (UFCA), Brasil

Maria.isabel@aluno.ufca.edu.br

Samuel Cavalcante Mota

Universidade Federal do Ceará (UFC), Brasil

samuclmota@hotmail.com

Recepción: 28 Julio 2023

Aprobación: 24 Mayo 2024

Publicación: 23 Diciembre 2024



Acceso abierto diamante

Resumo

Objetivo da pesquisa: Analisar o nível de eficiência dos municípios da região do Cariri Cearense na pandemia da COVID-19.

Enquadramento teórico: Aroeira, Vilela e Ferreira (2020) avaliaram a eficiência clínica e gerencial dos hospitais do SUS no tratamento à COVID-19 nos municípios brasileiros a partir da data do primeiro caso da doença no país até a data do óbito de número 100.000 e, posteriormente, até o de número 600.00, constatando que os municípios analisados possuem, na média, melhores índices de eficiência clínica do que gerencial.

Metodologia: Para o cálculo da eficiência dos 26 municípios, utilizou-se a Análise Envoltória de Dados (DEA), por meio do Modelo BCC (Banker-Charnes-Cooper), com orientação para *outputs*.

Resultados: Os resultados indicam que 8 municípios analisados atingiram o índice de eficiência de 100%. Além disso, o melhor nível de eficiência não necessariamente ocorre naqueles que tiveram maiores gastos per capita com saúde. O número de notificados foi a variável que apresentou o maior potencial de melhoria, requerendo mais atenção dos gestores.

Originalidade: A avaliação da eficiência no contexto da pandemia da COVID-19 em municípios de uma região que possuía a maior taxa de índice e contágio, além de utilizar o Índice de Efetividade da Gestão Municipal –Dimensão Saúde (IEGM_Saúde), o qual poderá ser replicado para estudos em diferentes regiões do Brasil e do Mundo.

Contribuições teóricas e práticas: O modelo apresentado com a proposta inversa para determinadas variáveis, pode ser utilizado por pesquisadores e gestores públicos para a formulação de políticas públicas e tomadas de decisões em diferentes partes do mundo.

Palavras-chave: COVID-19, Eficiência, Análise Envoltória de Dados (DEA), Governo Local.

Abstract

Objective of the research: To analyze the efficiency level of the municipalities of the region of Cariri Cearense in the COVID-19 pandemic.

Theoretical background: Aroeira, Vilela and Ferreira (2020) evaluated the clinical and managerial efficiency of SUS hospitals in treating COVID-19 in Brazilian municipalities from the date of the first case of the disease in the country until the date of the 100,000th death and, subsequently, up to number 600.00, noting that the municipalities analyzed have, on average, better clinical than managerial efficiency rates.

Methodology: To calculate the efficiency of the 26 municipalities, the Data Wrap Analysis (DEA) was used, using the BCC (Banker-Charnes-Cooper) model, with orientation towards outputs.

Results: The results indicate that 8 municipalities analyzed reached the efficiency index of 100%. In addition, the best level of efficiency does not necessarily occur in those who have had the highest spending per capita on health. The number of reported variables was the variable with the highest potential for improvement, requiring more attention from managers.

Originality: The evaluation of efficiency in the context of the COVID-19 pandemic in municipalities of a region that had the highest rate of index and contagion, besides using the Municipal Management Effectiveness Index -Health Dimension (IEGM_Saúde), which can be replicated for studies in different regions of Brazil and the world.

Theoretical and practical contributions: The model presented with the inverse proposal for certain variables can be used by researchers and public managers to formulate public policies and make decisions in different parts of the world.

Keywords: COVID-19, Efficiency, Data Envelopment Analysis (DEA), Local government.

Resumen

Objetivo de la investigación: analizar lo nivel de eficiencia de los municipios de la región Cariri Cearense en la pandemia de COVID-19.

Antecedentes teóricos: Aroeira, Vilela y Ferreira (2020) evaluaron la eficiencia clínica y de gestión de los hospitales del SUS en el tratamiento de la COVID-19 en municipios brasileños desde la fecha del primer caso de la enfermedad en el país hasta la fecha de la muerte número 100.000 y, posteriormente, hasta la cifra 600,00, destacando que los municipios analizados tienen, en promedio, mejores índices de eficiencia clínica que gerencial.

Metodología: Para el cálculo de la eficiencia de los 26 municipios, se utilizó el Análisis de la Evolución de Datos (DEA), por medio del Modelo BCC (Banker-Charnes-Cooper), con una orientación hacia los productos.

Resultados: Los resultados indican que 8 municipios analizados alcanzaron una tasa de eficiencia del 100%. Además, el mejor nivel de eficiencia no se da necesariamente en quienes han tenido el mayor gasto en salud per cápita. El número de temas de los que se informó era la variable que tenía más posibilidades de mejorar, y que requería más atención por parte de los directores.

Originalidad: La evaluación de la eficiencia en el contexto de la pandemia del COVID-19 en municipios de una región con mayor índice y contagio, además de utilizar el Índice de Eficacia de la Gestión de la Dimensión de Salud Municipal (IEGM_Saúde), que puede ser replicado para estudios en diferentes regiones de Brasil y del mundo

Aportaciones teóricas y prácticas: El modelo presentado con la propuesta inversa para determinadas variables puede ser utilizado por investigadores y gestores públicos para formular políticas públicas y tomar decisiones en diferentes partes del mundo.

Palabras clave: COVID-19, Eficiencia, Análisis Envolvente de Datos (DEA), Gobierno Local.

1 Introdução

O desempenho na utilização dos recursos públicos é fundamental para o exercício do controle social, assim como para o atingimento da eficiência por parte da gestão pública. Os gastos públicos visam atender às necessidades da população, disponibilizando serviços e bens de qualidade. No que se refere aos gastos com saúde, esses impactam diretamente na qualidade de vida e no bem-estar da sociedade (Gadelha, 2017).

As despesas relativas à saúde no Brasil, totalizaram, no ano de 2019, R\$ 711,4 bilhões, o equivalente a 9,6% do Produto Interno Bruto (PIB), sendo a maior proporção da série histórica apresentada pelo IBGE, por meio das contas-satélites, as quais são uma extensão do Sistema de Contas Nacionais – SCN e têm por objetivo expandir a capacidade de análise das Contas Nacionais sobre determinadas áreas, como a saúde (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [IBGE], 2022).

A pandemia de COVID-19 afetou diretamente os gastos com saúde em todo o mundo a partir do ano de 2020. Mais de 670 mil pessoas já vieram a óbito, no Brasil, até o mês de junho de 2022 (Covid-saúde, 2022). Na região do Cariri Cearense, composta por 29 municípios, o desequilíbrio da rede urbana cearense e as desigualdades socioespaciais no acesso aos serviços de saúde constituem uma barreira para as ações de enfrentamento à pandemia (Fernandes, Da Silva, & Muniz, 2021).

Alguns estudos internacionais demonstram a relevância do estudo sobre eficiência utilizando a metodologia DEA. Zou *et al* (2021) utilizaram a metodologia DEA para medir a eficiência técnica (ET), a eficiência técnica pura (ETP) e a eficiência de escala (ES) da segurança pública em 31 divisões administrativas (regiões) de nível provincial na China de 2014 a 2018, e analisar a eficácia da segurança pública em cada ano. Andrews, Beynon, e McDermott (2019) avaliaram, utilizando a DEA, a eficiência técnica, os custos unitários e as taxas de utilização dos serviços de saúde pública do Camboja para quantificar até que ponto o atual financiamento da saúde pode acomodar a expansão da cobertura da proteção social da saúde.

Su *et al* (2022) avaliaram a equidade e a eficiência da alocação de recursos de saúde dos hospitais públicos na província de Guangdong, coletando dados do Anuário Estatístico de Saúde de Guangdong 2016-2020 e do Anuário Estatístico de Guangdong 2017-2021. Nurcahyo, Kristiningrum e Sumaedi (2020) mediram a eficiência de 30 centros distritais de saúde pública com certificação ISO 9001 em Jacarta, Indonésia, e, por meio da DEA, mostrou que há uma variação nos valores de eficiência dos centros de saúde públicos certificados pela ISO 9001 estudados na pesquisa.

A relevância da pesquisa se justifica pois, conforme Moraes *et al.* (2021), no período de janeiro de 2020 a fevereiro de 2021 o município do Juazeiro do Norte, seguido de Crato e Farias Brito, concentraram a maior incidência e número de casos confirmados da COVID-19, afetando majoritariamente pessoas pardas, do sexo feminino e de faixa etária entre 30 a 34 anos. Já Gouveia *et al.* (2020) concluíram que no estado do Ceará, no período de março a maio de 2020, o pico de incidência da COVID-19 foi registrado no dia 30/04, havendo uma tendência de redução após esse período. Em relação à letalidade, a região do Cariri apresentou os valores mais elevados (8%).

Ante o exposto, resta esclarecer que em tempos de crise, os dirigentes públicos, no caso específico os da área da saúde, buscam aumentar a eficiência dos recursos e obter ganhos de eficiência na gestão do sistema único (Cruz, 2016). Em virtude de os municípios possuírem recursos limitados e, em sua grande maioria, dependerem de repasses dos governos federal e estadual, a necessidade de serem mais eficientes é ainda mais premente (Moutinho, 2016). Para avaliar eficiência, De Witte *et al.* (2020) asseguram que a DEA é apontada pela literatura como uma das técnicas mais empregadas.

Nesse sentido, tem-se a seguinte questão de pesquisa: qual o nível de eficiência dos municípios do cariri cearenses, no ano de 2020, frente a pandemia de COVID-19? Esse artigo objetiva analisar o nível de eficiência dos municípios da região do Cariri Cearense na pandemia do Coronavírus, utilizando a Análise Envoltória de

Dados (DEA). A DEA é uma metodologia utilizada para analisar a eficiência na aplicação dos recursos públicos, sendo utilizada principalmente em dados sobre educação e saúde (Silva *et al.*, 2021).

Os estudos de Aroeira, Vilela e Ferreira (2020) e dos mesmos autores em 2021, guardam maior proximidade com a presente pesquisa. Contudo, essa inova ao avaliar a eficiência no contexto da pandemia da COVID-19 em municípios de uma região que possuía a maior taxa de índice e contágio, além de utilizar o Índice de Efetividade da Gestão Municipal –Dimensão Saúde (IEGM_Saúde), do Tribunal de Contas do Estado do Ceará, como *output*, esse último, ainda não explorado nos estudos analisados.

Por fim, esclarece-se que o modelo apresentado com a proposta inversa para determinadas variáveis, pode ser utilizado por pesquisadores e órgãos públicos, as secretarias municipais para a formulação de políticas públicas e tomadas de decisões.

2 Referencial Teórico

2.1 Gastos Públicos, Análise Envoltória de Dados (DEA) e COVID-19

A “corona-crise” que já superou até a Grande Depressão, conforme afirma alguns autores, dentre eles Cardoso (2020), evidenciou que a desigualdade na distribuição dos padrões epidemiológicos ocorreu em função da distribuição desigual das condições socioeconômicas e dos meios de prevenção e tratamento de doenças (Lima, Buss, & Paes-Sousa, 2020).

Pensar nos recursos destinados às medidas de saúde pública, especificamente dentro do cenário da pandemia causada pelo vírus Sars COV-2, mais popularmente conhecido como COVID-19, significa atribuir aos recursos públicos a linha tangente que não apenas executa as ações necessárias de controle e prevenção à doença, mais que isso, trabalha para poupar a vida de pessoas.

Reduzir a propagação de novos casos de contaminação pela doença, bem como o número de óbitos, requer do Estado incisiva atuação, dentro do seu sistema de saúde, na execução das políticas de distanciamento social efetivas, ao lado da realização dos exames de testagens em massa e o rastreamento dos infectados (Leite *et al.*, 2022).

A atuação do Estado brasileiro mediante as medidas de enfrentamento à pandemia significou para os cofres públicos um desembolso de R\$ 39,5 bilhões de reais nos anos de 2020 (o que representa 1,63% dos gastos totais das despesas realizadas) e, em 2021, um dispêndio de R\$ 33,4 bilhões de reais (1,45% do orçamento total das despesas realizadas) (Portal da Transparência, 2022).

A intervenção estatal financeira do Brasil na linha de frente contra a COVID-19 impactou diretamente as contas da União, estados e municípios. Os anos de 2020 e 2021 foram bastante desafiadores para os gestores, especialmente para os cofres públicos. O governo focalizou suas ações não apenas no setor sanitário, mas também, por ser diretamente afetado, o setor social (transferências unilaterais de renda) e o econômico (turístico, energético, crédito, etc).

No site do Tesouro Nacional Transparente está detalhado o Monitoramento dos Gastos da União com Combate à COVID-19. Nele, é possível verificar o total de recursos desembolsados pelo governo federal com a pandemia, totalizando a cifra de 524 bilhões gastos com a COVID-19 em 2020 e, 121 bilhões em 2021.

O método DEA (*Data Envelopment Analysis*), apresentado por Charnes, Cooper e Rhodes (1978), consiste em um modelo de programação não linear (não convexa), que fornece um novo significado acerca da eficiência para utilizá-la na análise das ações das entidades sem fins lucrativos, que estão ligadas a programas públicos.

Gomes e Mangabeira (2004) observam que a abordagem por Análise Envoltória de Dados (DEA), que emprega programação linear para ponderar a fronteira eficiente (linear por partes), torna-se capaz de incorporar diversos *inputs* (entradas, recursos, insumos ou fatores de produção) e *outputs* (saídas ou produtos) para a apuração da eficiência de unidades tomadoras de decisão (DMU's - Decision Making Units).

De acordo com Peña (2008) o método DEA, vem sendo empregado com sucesso na análise da eficiência da administração pública e das instituições sem fins lucrativos. Nesse sentido, a DEA, pode ser um sistema de veras

útil para a análise da eficiência no setor público, tendo em vista que, ao administrador público, importa a hierarquização de unidades de estudo, por determinado agrupamento de insumos / produtos, e não, o exame dos determinadores dessa hierarquização (Delgado e Machado, 2008).

2.2 Estudos Correlatos

A revisão da literatura nacional e internacional possibilitou identificar estudos que fizeram uso da DEA para verificar a eficiência dos gastos públicos no setor da saúde. Dessa forma, conforme pesquisa realizada na base de dados da Web of Science entre os artigos publicados até maio de 2022, constatou-se a existência de 38 artigos sobre a temática. Dentre os autores que analisam a eficiência dos gastos públicos, (Hunt e Link, 2020) possuem o foco voltado à economia, outros (Bostian *et al.*, 2020; Ozbugday *et al.*, 2020) analisam na perspectiva gerencial. Além destes, outros autores como (Gao e Wang, 2021) tratam desta temática, voltada à saúde.

Zakowska e Godycki-Cwirko (2020) realizaram uma pesquisa acerca revisão sistemática relacionado às aplicações da análise envoltória de dados na atenção primária à saúde, a partir dos trabalhos observados entre os anos de 2017 a 2019, dos quais, abrangeu-se os artigos publicados antes de 25 de março de 2019, utilizando-se da abordagem descrita pelo *Institute of Health Science* em Oxford.

Na análise dos artigos, observou-se um crescimento gradual na quantidade de publicações relacionadas ao uso do método DEA, demonstrando que ele se apresenta como o mais utilizado para examinar a eficiência das instituições de Atenção Primária à Saúde (APS).

Leite *et al.* (2022) analisaram trabalhos científicos referentes a gastos públicos com saúde, baseando-se nas publicações realizadas no ano de 2020 na base de dados da *Web of Science*. Por meio da pesquisa bibliométrica, os autores examinaram 121 artigos, e observaram que a literatura, acerca da temática, sofre uma escassez de produções brasileiras, além do que, constatou-se que um número significativo de trabalhos, abordam a saúde no âmbito público, ambiental e ocupacional, relacionando-se à atuação dos sistemas de saúde, às percepções públicas, além da estruturação governamental dos países, mediante a pandemia do COVID-19.

Objetivando a análise das proporções dos gastos públicos com internações para tratamento clínico de usuários internados com COVID-19 pelo SUS no Brasil, Santos *et al.* (2021) evidenciaram que os gastos públicos das internações hospitalares para tratamento da COVID-19 se distribuíram de forma distinta entre as regiões do país, constatando que a região Sudeste possuiu o maior número de internações, maior valor total gasto, maior média de permanência em dias e maior taxa de letalidade.

Aroeira, Vilela e Ferreira (2020) avaliaram a eficiência clínica e gerencial dos hospitais do SUS no tratamento à COVID-19 nos municípios brasileiros a partir da data do primeiro caso da doença no país até a data do óbito de número 100.000 e constataram que os municípios analisados possuem, na média, melhores índices de eficiência clínica (0,76) do que gerencial (0,65).

No ano de 2021, os autores anteriormente citados, analisaram a eficiência clínica e gerencial dos hospitais do SUS no tratamento à COVID-19 nos municípios brasileiros a partir da data do primeiro caso da doença no país até a data do óbito de número 600.000, com a inclusão do número de vacinados como variável de análise. Os municípios analisados possuem, na média, melhores índices de eficiência gerencial (0,86) do que clínica (0,67).

O presente estudo diferencia-se dos anteriores, ao utilizar o IEGM_Saúde como um importante *output*, ao analisar a região do Cariri Cearense, em virtude das maiores taxa de incidência à época, bem como na utilização das variáveis pelo inverso, uma vez que quanto menor o contágio, a incidência e os óbitos, mais eficiente será o município.

3 Metodologia

3.1 A região do cariri cearense

A amostra utilizada na pesquisa considerou 26 municípios do Cariri cearense, posto que os outros três apresentaram dados faltosos. Uma estratégia muito comum é limitar a análise aos sujeitos com dados completos nas variáveis (Nunes, 2007).

A região do Cariri Cearense é formada pelos seguintes municípios: Abaiara, Altaneira, Antonina do Norte, Araripe, Assaré, Aurora, Barbalha, Brejo Santo, Campos Sales, Caririáçu, Crato, Farias Brito, Granjeiro, Jardim, Jati, Juazeiro do Norte, Lavras da Mangabeira, Mauriti, Milagres, Missão Velha, Nova Olinda, Penaforte, Porteiras, Salitre, Santana do Cariri e Várzea Alegre. A região do Cariri cearense, fica localizada no sul do Ceará, famoso por abrigar o Parque Nacional do Chapada do Araripe, possuindo grande biodiversidade, além de sítios arqueológicos importantes.



Figura 1 – Região do cariri cearense
Fonte: Governo do Estado do Ceará (2024)

Referente à Região Metropolitana (RM) do Cariri possui uma área total de 5.456,01 Km² e se constituiu como região metropolitana em virtude de ser a segunda região urbana mais expressiva do estado, dada com a conurbação formada pelos municípios de Crato, Juazeiro do Norte e Barbalha, denominada de CRAJUBAR.

Em relação à COVID-19, a distribuição não ocorre de maneira homogênea nas regiões do país. Os primeiros casos foram identificados nas capitais brasileiras, de forma gradual novos casos foram sendo detectados em regiões mais longínquas, em virtude da transmissão comunitária. Assim, as regiões do interior foram afetadas, de modo exemplificativo cita-se a região do Cariri no estado do Ceará, que mostrava um ritmo crescente de casos dessa doença, sendo importante a abordagem de suas peculiaridades.

3.2 Enquadramento metodológico e coleta de dados

Em relação ao enquadramento metodológico, o presente estudo possui natureza quantitativa. Quanto aos objetivos, classifica-se como descritivo, no qual se fez uso da análise documental ao se proceder à coleta de dados nos *websites* e nas redes sociais oficiais das prefeituras, no Integrasus e por meio de solicitações de informações via e-Sic.

Utilizaram-se como base de dados variáveis comumente utilizadas pelos entes para divulgar a situação de enfrentamento à pandemia. O quadro 1 detalha as variáveis (*inputs* e *outputs*) utilizadas na DEA do estudo, indicando a fonte de dados e as referências de cada uma delas.

A coleta ocorreu entre janeiro e junho de 2022, sendo utilizados os dados referentes ao exercício de 2020, por se tratar dos dados completos e disponíveis na transparência ativa das prefeituras e foram disponibilizados por meio do sistema de transparência passiva, além de que os municípios da região apresentaram maiores incidências e número de casos confirmados.

As variáveis mostradas no Quadro 1 foram utilizadas para o cálculo da eficiência dos municípios da região metropolitana do Cariri no enfrentamento à pandemia da COVID-19, com suporte do *software* Frontier Analyst 4.

Quadro 1 – Variáveis utilizadas no estudo

Inputs	Descrição	Fonte de coleta	Referência
GasPubPC	Gasto público <i>per capita</i> com saúde	IBGE e TCE/CE	Nunes e Souza (2019), Teles (2018), Oliveira, Mota e Vasconcelos (2022)
Outputs	Descrição	Fonte de coleta	Referência
INObt	Inverso do número de obtidos	DATASUS e site das prefeituras	Shirouyehzad <i>et al.</i> (2020), Ghasemi <i>et al.</i> (2020), Aroeira, Vilela e Ferreira (2021)
NRec1	Número de recuperados	DATASUS e site das prefeituras	Shirouyehzad <i>et al.</i> (2020); Aroeira, Vilela e Ferreira (2020).
INNot	Inverso do número de notificados	DATASUS e site das prefeituras	Breitenbach <i>et al.</i> (2020).
INCasCon	Inverso do número de casos confirmados	DATASUS e site das prefeituras	Aroeira, Vilela e Ferreira (2020); Ghasemi <i>et al.</i> (2020); Shirouyehzad <i>et al.</i> (2020)
IEGM_Saúde	Índice de Efetividade da Gestão Municipal – Indicador Saúde	TCE/CE	Oliveira, Mota e Vasconcelos (2022)

Fonte: Adaptado pelos autores, 2022.

Algumas variáveis possuem relação inversa com a eficiência, isto é, quanto menor os óbitos, os casos notificados e os confirmados, mais eficiente foi a gestão. Os indicadores possuem similaridade com a taxa de mortalidade infantil inversa que foi utilizada como *output* nas pesquisas de Politelo, Rigo e Hein (2015) e Oliveira, Mota e Vasconcelos (2022).

3.3 Modelos DEA e análise de dados

A partir da análise sobre produtividade de Debreu (1951), deu-se início aos estudos acerca da Teoria Econômica da Eficiência. Mediante aprofundamento do tema por Farrel (1957), surge a afirmação de que a eficiência da organização consiste em gerar, com um dado conjunto de insumos (*inputs*), o máximo possível de produtos (*outputs*).

O pioneirismo de Farrell (1957) nos estudos referentes à análise de eficiência tiveram início por meio de sua pesquisa seminal na *Royal Statistical Society*, em que o autor propôs uma medida de eficiência técnica das firmas e indústrias. O trabalho pioneiro tornou-se base para o desenvolvimento da análise envoltória de dados desenvolvida por Charnes, Cooper e Rhodes (1978), os autores desenvolveram o primeiro modelo matemático para a metodologia DEA denominado de CCR (Ferreira e Silva, 2015).

O CCR desenvolve uma superfície linear por partes não paramétrica envolvendo os dados. O modelo idealizado por Charnes, Cooper e Rhodes (1978) considera válida uma tecnologia com retornos constantes de escala, especificada por uma série de restrições que possibilitam a flexibilidade dos pesos atribuídos aos *inputs* e *outputs*. Assim, o modelo atribui o nível de eficiência de cada Unidade Tomadora de Decisão (DMU), pela otimização da razão entre a soma ponderada do nível de *outputs* e a soma ponderada dos *inputs* utilizados, cuja solução implica na obtenção dos valores de v_1 e u_r , que representam os pesos ou a importância relativa de cada insumo e produto. Ante o exposto, o CCR captura a combinação de insumos e produtos que obtém a melhor alternativa produtiva para a DMU avaliada. A eficiência da i -ésima DMU possui a seguinte forma:

$$Max\ Eff_0 = \frac{\sum_{j=1}^s u_j y_{j0}}{\sum_{i=1}^r v_i x_{i0}} \quad (1)$$

A programação fracionária é um problema evidente para as condições apresentadas, o qual deverá ser resolvido para cada DMU, entretanto a solução está na forma linearizada:

$$\begin{aligned} Max_{\phi\lambda} &= \phi \\ x_{i0} - \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} &\geq 0 \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} - y_{r0} &\geq 0 \\ \lambda_j &= 0 \end{aligned} \quad (2)$$

Em que ϕ representa a medida de eficiência da i -ésima DMU. Logo se o valor de ϕ for igual a um a DMU será eficiente, caso a DMU seja ineficiente o valor de ϕ será menor que um. O parâmetro λ_j representa o vetor dos pesos, empregados na combinação linear das DMUs eficientes.

Em seguida, Banker, Charnes e Cooper (1984) idealizaram o modelo CCR, apresentando a hipótese de retornos variáveis de escala. Para Mello *et al.* (2005), os modelos com retornos variáveis à escala correspondem a uma extensão do modelo com retornos constantes de escala (CCR). A abordagem introduz a restrição de convexidade ao modelo CCR em substituição ao axioma da proporcionalidade entre insumos e produtos, desta forma a fronteira de possibilidade de produção torna-se convexa. O modelo BCC pode ser representado por meio da solução de programação linear:

$$\begin{aligned} Max_{\phi\lambda} &= \phi \\ x_{i0} - \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} &\geq 0 \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} - \phi y_{r0} &\geq 0 \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j &= 1; \lambda_j \geq 0 \end{aligned} \quad (3)$$

Em que $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$ de ordem $(N \times 1)$ corresponde à restrição de convexidade imposta ao modelo CCR.

No BCC, a fronteira de eficiência forma uma superfície convexa por meio da intercepção de pontos, sendo uma superfície mais compacta do que a superfície forma pelo modelo com retornos constantes. Assim, a eficiência alcançada por meio do modelo com retornos variáveis de escala são superiores aos escores obtidos pela abordagem com retornos constantes.

A DEA tem sido utilizada para analisar o desempenho de DMUs que utilizam os mesmos tipos de insumo (*inputs*) para produzir os mesmos bens e/ou serviços (*outputs*). Os municípios, portanto, podem ser enquadrados no conceito de DMU, como demonstrado por Oliveira, Mota e Vasconcelos (2022).

Segundo Mello *et al.* (2005), para aplicação da DEA, faz-se necessária a realização de três etapas. A primeira delas consiste em selecionar e definir as DMUs, no caso do estudo os municípios da região do cariri cearense. A segunda etapa compreende a seleção das variáveis utilizadas na DEA. A seleção das variáveis adotadas na pesquisa considerou sua adoção em estudos anteriores da área (Quadro 2), sendo os dados referentes a 2020. A terceira etapa é a seleção e aplicação do modelo. Nesta pesquisa optou-se por utilizar o modelo DEA-BCC, com orientação para *outputs*, de Banker *et al.* (1984), que considera retornos variáveis de escala.

No processamento da DEA, foi adotado o modelo DEA-BCC, com orientação para *outputs*, já que se pretende, a partir dos mesmos níveis de insumos, a obtenção dos melhores resultados (Oliveira, Mota, & Vasconcelos, 2022).

Com o intuito de se agrupar as DMUs por nível de eficiência, na sequência foi realizada uma análise de *clusters*, ou análise de agrupamentos, que constitui um método empírico e objetivo para realizar uma das tarefas mais naturais dos seres humanos – classificação (HAIR *et al.*, 2009). Assim, por meio dessa técnica procurou-se promover o agrupamento dos municípios da região do Cariri Cearense adotando como base o nível de eficiência calculado por meio da DEA, sendo possível a formação de quatro grupos (Mota, Oliveira, & Vasconcelos, 2021).

Por fim, para a análise dos dados por meio do método DEA, foi utilizado o software Frontier Analyst, versão 4, para a realização das análises estatísticas utilizou-se o Jamovi 2.2.5 e para a análise de agrupamentos o IBM SPSS Statistics 20.

4 Resultados

Inicialmente foi realizada a análise descritiva das variáveis. Esse tipo de abordagem possibilita uma melhor compreensão do comportamento dos dados, identificando-se tendências, variabilidade e valores atípicos (Fávero *et al.*, 2009). A Tabela 1 descreve a estatística descritiva de cada variável utilizada no estudo.

Tabela 1 - Estatística descritiva das variáveis do estudo

Variável	Mínimo	Máximo	Média	Desvio-padrão
GasPubPC	522,52	2655,31	907,23	411,72
INObt	0,00	0,500	0,114	0,135
Nrec	29	16075	1659	3370,2
INNot	0,0007	0,003	0,00002	0,0008
INCasCon	0,0001	0,0132	0,0028	0,0033
IEGM_Saúde	24	81	65,0	12,7

Fonte: Elaborada pelos autores, 2022.

Legenda GasPubPC: Gasto público per capita com saúde; INObt100: Inverso do número de óbitos; NRec: Número de recuperados; INNotPC: Inverso do número de notificados; INCasCon: Inverso do número de casos confirmados por COVID-19; IEGM_Saúde: Índice de Efetividade da Gestão Municipal - Indicador Saúde

O total de gastos *per capita* com saúde no período de 2020, variou de R\$ 2.655,31 (Barbalha) a R\$ 522,52 (Mauriti). Os valores máximo e mínimo dos gastos dos municípios reforçam a heterogeneidade dos dados utilizados na DEA, o que também é evidenciado pelo confronto entre os valores extremos das outras variáveis.

Além disso, a média de R\$ 907,23 evidencia o aumento dos gastos *per capita* com saúde, notadamente, em decorrência da pandemia da COVID-19, pois nos estudos de Oliveira, Mota e Vasconcelos (2022) os autores constataram que no período de 2015 e 2016 o gasto médio *per capita* dos 36 municípios mais populosos do Ceará foi de R\$ 235,34 e no período de 2017 a 2018 foi de R\$ 237,68. A pandemia da COVID-19 foi um fato importante para o aumento, mas nem com a urgência que ela demandou, houve rapidez na liberação e execução dos novos recursos aprovados pelo Congresso Nacional (Servo *et al.*, 2021).

A variável número de óbitos apresenta discrepâncias consideráveis, enquanto a DMU Jati não apresentou óbitos em 2020, os municípios de Farias Brito (134), Juazeiro do Norte (120), Barbalha (105) e Milagres (102) apresentaram os maiores números para 100.000 mil habitantes. Os achados divergem dos de Moraes *et al.* (2021), que ao analisarem os dados epidemiológicos dos casos de COVID-19 na região metropolitana do Cariri Cearense, constataram uma taxa de letalidade média de 1,8%. O prazo estendido do estudo, 01 de janeiro de 2020 a 24 de fevereiro de 2021 e a baixa quantidade de municípios, apenas 9, são explicações para a taxa mais elevada.

Quanto à importância de utilizar essa variável, Pinho e Carvalho (2021) defendem que em virtude das divergências na disponibilidade de testes e não apenas no início da pandemia, os indicadores baseados em casos são, a rigor, incomparáveis. Assim, os indicadores de óbitos, embora tenham problemas, possuem bases mais seguras para análises comparativas.

Em relação ao variável número de recuperados, constatou que enquanto Jati obteve 29 recuperados, o município de Juazeiro do Norte possui o maior número, com 16.075. Aqui, convém esclarecer que o maior número de recuperados não indica sucesso no enfrentamento à pandemia, pois desconsidera-se que o número de recuperados aumentou simplesmente, porque o número de contágios era muito elevado (Caponi, 2021). Além disso, as pessoas com COVID-19 podem desenvolver diversas sequelas. Deve-se considerar as questões prementes de resposta à pandemia, mas o seu impacto nos gastos futuros (Servo *et al.*, 2021).

O número de casos confirmados possui discrepâncias, enquanto Antonina do Norte apresentou 10,3, o município de Farias Brito apresentou 70,35 para cada 1000 habitante, esse último também apresentou maior taxa de letalidade no período, indicando que quanto maior o número de confirmados, maiores serão os óbitos (Cavalcante *et al.*, 2020).

Se comparar com dados recentes, notadamente entre os dias 17 de maio e 17 de junho de 2022, os achados do presente estudo diferem-se do artigo assinado por Cesário (2022), uma vez que o autor constatou que Barbalha liderou a incidência de casos de COVID-19 na região do Cariri. De acordo com dados da plataforma IntegraSUS, da Secretaria da Saúde do Ceará (Sesa), registrando uma taxa de 164 casos por 100 mil habitantes. A Tabela 2 apresenta o resultado do cálculo da eficiência de cada DMU, realizado por meio da DEA, e respectiva classificação no *ranking* de eficiência.

Tabela 2 - Eficiência dos municípios da amostra

Ranking	DMU	Nível de eficiência	Ranking	DMU	Nível de eficiência
1º	Antonina do Norte	100,0	14º	Salitre	92,0
1º	Crato	100,0	15º	Nova Olinda	91,8
1º	Farias Brito	100,0	16º	Várzea Alegre	90,6
1º	Jati	100,0	17º	Lavras da Mangabeira	87,0
1º	Juazeiro do Norte	100,0	18º	Jardim	85,3
1º	Milagres	100,0	19º	Barbalha	85,2
1º	Mauriti	100,0	20º	Araripe	81,6
1º	Penaforte	100,0	21º	Brejo Santo	80,7
9º	Missão Velha	98,0	22º	Campos Sales	79,3
10º	Aurora	96,7	23º	Santana do Cariri	77,6
11º	Porteiras	96,4	24º	Caririaçu	75,0
12º	Granjeiro	93,8	25º	Abaíara	74,4
13º	Assaré	92,0	26º	Altaneira	57,3

Fonte: Elaborada pelos autores, 2022.

De acordo com a Tabela 2, o cálculo apontou que 8 municípios alcançaram a fronteira de eficiência. Dentre as DMUs eficientes, estão presentes as duas maiores cidades da região, Juazeiro do Norte e Crato, a posição dos municípios ocorreu, sobretudo, em virtude do alto IEGM_Saúde e do número de recuperados.

O IEGM indicador é obtido por meio de aplicação de questionário junto aos municípios e objetiva aferir a efetividade das gestões municipais, sendo que os dados organizados são, posteriormente, confirmados por técnicos do tribunal de contas estadual (Oliveira, Mota, & Vasconcelos, 2022).

Possibilita a comparação de desempenho, a identificação de boas práticas e, consequentemente, a contribuição para a melhoria da eficiência municipal (Araújo *et al.*, 2015). Por fim, assegura-se que o Índice de Efetividade de Gestão Municipal (IEGM) é um indicador de performance efetivo para essa avaliação (Ramos *et al.*, 2021). Notadamente no contexto da pandemia da COVID-19.

Além disso, três dos menores municípios da região, Antonina do Norte, Jati e Penaforte, também chegaram à fronteira da eficiência, o principal motivo foi o baixo número de óbitos, sendo 2, 1 e 4, respectivamente. Os resultados diferem-se dos de Campos *et al.* (2021), uma vez que os autores ao avaliarem a vulnerabilidade dos 853 municípios de Minas Gerais (MG), constataram que os municípios pequenos são os mais vulneráveis. Entretanto, importa realizar a ressalva de que os autores consideram as características demográficas, sociais, econômicas, infraestrutura de saúde, população em risco e epidemiológicos.

Chama atenção os resultados de Barbalha, uma vez que ocupa apenas a 19ª, em estudo pré-pandemia, realizado por Oliveira, Mota e Vasconcelos (2022), o município ocupou o topo do ranking, mesmo não sendo o que mais gastou com saúde. Entretanto é preciso esclarecer que no contexto da COVID-19, cidades polos que congregam o maior número de hospitais e profissionais, tendem a receber maior circulação de moradores das áreas menores a procura de emprego, educação e mesmo tratamento médico criando assim a rota de uma possível entrada do vírus nessas áreas (Bacchiagga e Vasconcellos, 2021).

Na média, o nível de eficiência foi 89,8, os resultados diferem-se dos de Aroeira, Vilela e Ferreira (2020), pois o índice de eficiência clínica foi (0,76) e o gerencial (0,65). Ademais, os mesmos autores, ao avaliarem em

2021, a eficiência clínica e gerencial dos hospitais do SUS no tratamento à COVID-19 nos municípios brasileiros na data do óbito de número 600.000, constatarem melhorias nos índices de eficiência gerencial (0,86) e clínica (0,67).

A DEA também possibilita identificar os potenciais de melhoria, ou seja, as medidas que precisam ser implementadas para que as unidades classificadas como ineficientes possam atingir a fronteira de eficiência. A Tabela 3 mostra, em porcentagens, os potenciais de melhoria de toda a amostra.

Tabela 3 - Potenciais de melhoria das DMUs

Variável	Potencial de melhoria (%)
GasPubPC (I)	-3,48
INObt (O)	8,85
NRec (O)	14,05
1NNot (O)	40,97
IEGM (O)	5,98
NCasCon1000 (O)	26,67

Fonte: Elaborada pelos autores, 2022.

Como pode ser observado na Tabela 3, nas DMUs ineficientes o número de notificados é a variável que merece mais atenção, sendo necessária uma redução de 49,97% para que todo o grupo passe a ser eficiente. O número de casos confirmados e de recuperados precisam ser reduzidos, em 26,67% e 14,05%, respectivamente. Os resultados indicam que a eficiência está relacionada à necessidade de reduzir o contágio e, consequentemente, as mortes em 8,85%.

A variável gastos *per capita* com saúde apresentou um desperdício de 3,48%. Nesse sentido, em relação ao desperdício a nível federal, Souza (2021) assegura que se tratando da aquisição cloroquina e hidroxiclороquina, a prioridade alocativa dos gestores parece contraditória, pois mesmo com a distribuição dos medicamentos, a pandemia se alastra, com o aumento sucessivo de casos e óbitos. Além disso, o autor considera que o uso do erário em prioridades equivocadas, poderá impactar na acentuação do subfinanciamento do SUS, pois terá que quitar a conta do desperdício.

Na sequência, agruparam-se os municípios a partir da eficiência calculada por meio da DEA (Tabela 2). Para tanto, e com base na análise de *clusters*, foi possível identificar quatro grupos com diferentes faixas de eficiência. A Tabela 4 mostra a distribuição das DMUs.

Tabela 4 - Grupos de DMUs por nível de eficiência

Faixa de Eficiência	DMU	Número de DMUs	Proporção (%)
$0 \leq x \leq 57,30$	Altaneira	1	3,8
$57,31 < x \leq 81,60$	Araripe, Brejo Santo, Abaiara, Campos Sales, Caririaçu e Santana do Cariri	6	23,1
$81,61 < x \leq 93,80$	Granjeiro, Assaré, Salitre, Nova Olinda, Várzea Alegre, Lavras da Mangabeira, Jardim e Barbalha	8	30,8
$93,81 < x \leq 100$	Antonina do Norte, Crato, Farias Brito, Jati, Juazeiro do Norte, Milagres, Mauriti, Penaforte, Missão Velha, Aurora e Porteiras	11	42,3

Fonte: Elaborada pelos autores, 2022

A distribuição das DMUs por nível de eficiência (Tabela 4) evidencia uma maior concentração de municípios na última faixa (11), seguindo-se o segundo grupo (8) e o terceiro (6). Apenas Altaneira foi classificada na última faixa. As principais causas são o número de mortes, notificações e confirmações, além da variável IEGM_Saúde, pois ela apresentou um índice de apenas 41 pontos.

O melhor nível de eficiência não necessariamente ocorre nos municípios que tiveram maiores gastos *per capita* com saúde, uma vez que Barbalha e Granjeiro, estão na 1ª e na 2ª colocação entre os que mais gastaram, entretanto, possuem níveis de eficiência média alta e média baixa, com escores 85,20 e 93,80, respectivamente. Por outro lado, Juazeiro do Norte e Mauriti foram o 5º e o 6º que menos gastaram, contudo obtiveram o nível de eficiência máximo.

Os resultados assemelham-se aos de Oliveira, Mota e Vasconcelos (2022), uma vez que constatarem em seu estudo que Caucaia, Quixadá, Russas, por exemplo, não estão entre os que despenderam mais recursos, entretanto obtiveram os melhores escores.

Queiroz *et al.* (2013) fizeram constatação semelhante, pois a DMU mais ineficiente foi a que realizou os maiores dispêndios, indicando que a ineficiência está correlacionada com a qualidade da gestão dos recursos. Para Tasca *et al.* (2022) a ausência de planejamento e de mecanismos ordenados de resposta para enfrentamento da pandemia, notadamente do governo federal, potencializou as dificuldades de gestão dos municípios e estados, limitando a articulação dos gestores da saúde com outros setores envolvidos.

Conclusões

Considerando a relevância dos municípios no contexto da saúde pública brasileira, notadamente no período da pandemia da Covid-19, não só pela missão de coordenar e planejar o SUS em nível municipal, respeitando a normatização federal, mas também por exercer um relevante papel na assistência à saúde da população acometida com a doença. O presente estudo analisou o desempenho de 26 municípios da região do cariri cearense contra o surto de COVID-19 por meio da análise de envolvimento de dados (DEA).

Os resultados revelaram que 8 dos 26 municípios analisados atingiram o índice de eficiência de 100%. Verificou-se ainda que o município de Barbalha, destaque em pesquisas antes da pandemia como a de Oliveira, Mota e Vasconcelos (2022), ficou aquém no presente estudo. A pesquisa revelou que, dentre os municípios que atingiram a fronteira de eficiência não há predominância de um porte específico, o mesmo ocorrendo com os municípios que apresentaram os mais baixos índices de eficiência.

Ao se confrontar a lista de municípios classificados como eficientes em outras pesquisas, constatou-se que o melhor nível de eficiência não necessariamente ocorre naqueles que tiveram maiores gastos *per capita* com saúde, resultado similar foi apontado nos estudos de Queiroz *et al.* (2013).

Cabe destacar que, no que tange às melhorias a ser implementadas no grupo dos municípios com o objetivo a atingir a fronteira de eficiência, constatou-se que a o número de notificados é a variável que merece mais atenção, sendo necessária uma redução de 49,97% para que todo o grupo da amostra se torne eficiente.

O número de casos confirmados e de recuperados precisam ser reduzidos significativamente. Os resultados indicam que a eficiência está relacionada à necessidade de reduzir o contágio e, conseqüentemente, as mortes por COVID-19. Esse último ponto reforça o argumento de Pinho e Carvalho (2021), uma vez que os autores asseguram a importância dos indicadores baseados em número de óbitos para a efetividade dos estudos que tratam de avaliar os impactos da pandemia.

Uma vez observados os achados da pesquisa a nível de região brasileira, é possível replicar a metodologia e a análise comparativa com outras regiões a nível internacional, visando como os gestores se comportam no uso dos recursos públicos, considerando as variáveis analisadas. Será possível a realização de estudos comparativos, considerando as características de cada país.

Como limitações da pesquisa, menciona-se o fato de no momento da coleta não haver disponibilidade de dados completos de todos os 29 municípios da região do cariri, limitando-se a somente 26. Outro fator que merece atenção é que não foram considerados, na eficiência calculada por meio da DEA, os índices de isolamento social, a transparência das informações de gastos e de enfrentamento à pandemia. Além disso, o número de leitos de UTI disponíveis também não foi possível considerar em virtude dessa informação não estar disponível na transparência ativa.

Quanto à sugestão para pesquisas futuras, recomenda-se que sejam acrescentados ao modelo novos indicadores gerenciais e clínicos, bem como outros municípios da região. Outra sugestão para pesquisas futuras é que se procure identificar a relação existente entre o nível de eficiência, a transparência das informações relacionadas à COVID-19, os níveis de vacinação e de isolamento social, não investigado nesta pesquisa. Por fim, sugere-se a inclusão de novas variáveis como o número de profissionais de saúde de cada município.

Referências:

- Andrews, Rhys; Beynon, Malcolm J.; McDermott, Aoife (2019). Configurations of New Public Management reforms and the efficiency, effectiveness and equity of public healthcare systems: a fuzzy-set Qualitative Comparative Analysis. *Public Management Review*, (), 1–25. doi:10.1080/14719037.2018.1561927
- Araujo, L. C. de; Bezerra Filho, J. E.; Teixeira, A.; Motoki, F. (2021). Gestões Municipais no Brasil: um estudo a partir do Índice de Efetividade das Gestões Municipais - IEGM. *Revista Catarinense da Ciência Contábil*, [S. l.], v. 20, p. e3137.
- Aroeira, T.; Vilela, B.; Ferreira, R. F. (2020). Mais de 100.000 Óbitos: Avaliação da Eficiência dos Hospitais do SUS no Tratamento à Covid-19 nos Municípios Brasileiros. *Revista de Administração Hospitalar e Inovação em Saúde*, v. 17, n. 2, p. 95-114.
- Aroeira, T.; Vilela, B.; Ferreira, R. F. (2021). Mais de 600.000 óbitos: avaliação da eficiência do sistema de saúde pública dos municípios brasileiros no tratamento à covid-19. *Revista de Administração Hospitalar e Inovação em Saúde*, v. 18, n. 5, p. 67-86.
- Bacchiogga, F.; Vasconcelos, M. P. (2022). Os desafios do enfrentamento da covid-19 nos pequenos municípios. *Jornal da USP*. Disponível em: <<https://jornal.usp.br/artigos/os-desafios-do-enfrentamento-da-covid-19-nos-pequenos-municipios/>>.
- Banker, R. D.; Charnes, A.; Cooper, W. W. (1984). Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management Science*, v. 30, n. 9, p. 1078- 1092.
- Bostian, M.; Daraio, C.; Grosskopf, S.; Ruocco, & G.; Weber, W.L. (2020). Sources and uses of knowledge in a dynamic network technology. *International Transactions in Operational Research*, v. 27, n. 4, p. 1821-1844.
- Campos, I. S.; Aratani, V. F.; Cabral, K. B.; Limongi, J. E. & Oliveira, S. V. (2021). A Vulnerability Analysis for the Management of and Response to the COVID-19 Epidemic in the Second Most Populous State in Brazil. *Frontiers Public Health* 9:586670. doi: 10.3389/fpubh.2021.586670
- Caponi, S. (2021). Covid-19 em Santa Catarina: um triste experimento populacional. *Hist. ciênc. saúde-Manguinhos*, 28(2) 593-598. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0104-59702021005000004>
- Cardoso, J. A. L. (2020). A crise que não se parece com nenhuma outra: reflexões sobre a “corona-crise”. *R. Katál*, v. 23, n. 3, p. 615-624.
- Cavalcante, J. R. et al. (2020). COVID-19 no Brasil: evolução da epidemia até a semana epidemiológica 20 de 2020. *Epidemiol. Serv. Saúde*. 29(4), e2020376. DOI: <https://doi.org/10.5123/S1679-49742020000400010>
- Cesário, L. (2022). Barbalha lidera incidência de casos de Covid-19 na região do Cariri. *O Povo*, Barbalha, 18 de junho de 2022. Recuperado em 05 julho 2022, de <https://www.opovo.com.br/noticias/ceara/barbalha/2022/06/18/barbalha-lidera-incidencia-de-casos-de-covid-19-na-regiao-do-cariri.html>.
- Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision-making units. *European Journal of Operational Research*, 2(6), 429- 444 DOI: [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(78\)90138-8](https://doi.org/10.1016/0377-2217(78)90138-8)
- Cruz, A. A. (2016) agenda de eficiência para o SUS. *Revista Consensus*, 18,15-23.
- Delgado, V. M. S.; Machado, A. F. (2008). Eficiência das escolas públicas estaduais de Minas Gerais. *Pesquisa e Planejamento Econômico*, v.37, n.3.
- Debreu, G. (1951). The coefficient of resource utilisation. *Econometrica*, 19(3), 273-292.

- De Witte, K.; Johnes, G.; Johnes, J.; Agasisti, T. (2020) Preface to the special issue on efficiency in education, health and other public services. *International Transactions in Operational Research*, 8, (4), 1819-1820. DOI: <https://doi.org/10.1111/itor.12762>
- Fávero, L. P. L., Belfiore, P. P., Silva, F. L., & Chan, B. L. (2009). *Análise de dados: Modelagem multivariada para tomada de decisões*. Rio de Janeiro: Elsevier.
- Fernandes, J. S.; Silva, J. B.; Muniz, A. M. V. (2021). Pandemia além da metrópole: análise da interiorização da Covid-19 no estado do Ceará. *Revista franco-brasileira de geografia*, 52. DOI: <https://doi.org/10.4000/confins.40402>
- Ferreira, F. D. S., & Silva, J. L. M. (2015). Eficiência e produtividade dos gastos públicos no ensino fundamental. Uma análise de convergência dos municípios potiguares. *Revista Economia e Desenvolvimento*, 14(2), 196-214
- Gadelha, S. R. de B. (2017). *Controle Institucional e Social dos Gastos Públicos*. Escola Nacional de Administração Pública (ENAP), Brasília-DF: 2017.
- Gao, Q.; Wang, D. (2021). Hospital efficiency and equity in health care delivery: A study based in China. *Socio-Economic Planning Sciences*, v. 76, p. 100964.
- Gomes, E.G.; Mangabeira, J.A.C. (2004). Uso de análise de envoltória de dados em agricultura: o caso de Holambra. *Engevista*, v. 6, n. 1, p. 19-27.
- Gouveia, G. P. de M., Gouveia, S. S. V., Vasconcelos, S. S., & Silva, E. S. M. (2020). Incidência e letalidade da COVID-19 no Ceará. *Cadernos ESP*, 14(1), 10-16.
- Hair, Joseph F. *et al.* (2009). *Análise multivariada de dados*. Bookman editora.
- Hunt, D. J.; Link, C. R. (2020). Better outcomes at lower costs? The effect of public health expenditures on hospital efficiency. *Applied Economics*, v. 52, n. 4, p. 400-414.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2022). *Conta-satélite de saúde: Brasil: 2010-2019*. Rio de Janeiro.
- Leite, A. C. R.; Feitosa, M. I. da C.; Alencar, M. R. X.; Oliveira, A. R. V. de; Leal, P. H.; Chagas, M. J. R. (2022). Covid-19 e gastos públicos com saúde: o que se pesquisou a respeito disso durante o ano de 2020? In: XI Encontro Nacional de Administração Pública da ANPAD (ENAPG), 2022, Paraná. Anais [...] Paraná: Maringá.
- Medeiros, R. G.; Silva, R. L. (2020). Incidência e letalidade da Covid-19 no Ceará, 2020. *Cadernos ESP*, v. 14, n. 1, p. 10-16.
- Lima, N. T.; Buss, P. M.; Paes-Sousa, R. (2020). A pandemia de Covid-19: uma crise sanitária e humanitária. *Cad. Saúde Pública*, v. 36, n. 7, p. 01-04.
- Mello, J. C. C. B. S., Meza, L. A., Gomes, E. G., & Biondi, L., Neto. (2005). Curso de análise de envoltória de dados. *Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional*, 37, 2520-2547.
- Morais, T. R. de, Nascimento, Y. M., Girão, M. M. F., Rodrigues, M. M. X., Sampaio, F. M. S. de, Silva, M. R. L. e, Silva, C. G. L. da, & Gadelha, M. do S. V. (2021). Estudos dos dados epidemiológicos dos casos de COVID-19 na região metropolitana do Cariri Cearense no período de Janeiro de 2020 a Fevereiro de 2021. *Brazilian Journal of Development*, 7(5), 52360–52371.
- Mota, S. C., Oliveira, A. R. V., & Vasconcelos, A. C. (2021). Eficiência do atendimento assistencial nos hospitais universitários. *Vista & Revista*, 32(3), 242-266. DOI: <https://doi.org/10.22561/cvr.v32i3.7060>
- MOUTINHO, J. A. Transferências voluntárias da União para municípios brasileiros: Mapeamento do cenário nacional. *Revista de Administração Pública*, v. 50, n. 1, p. 151-166, 2016.

- Nunes, L. N. (2007). Métodos de imputação de dados aplicados na área da saúde. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil.
- Nurcahyo, R., Kristiningrum, E. and Sumaedi, S. (2020), "ISO 9001-certified public healthcare center's efficiency and re-certification", *International Journal of Productivity and Performance Management*, Vol. 69 No. 4, pp. 794-812. <https://doi-org.ez98.periodicos.capes.gov.br/10.1108/IJPPM-11-2018-0406>
- Oliveira, A. R. V., Mota, S. C., & Vasconcelos, A. C. (2022). Eficiência e produtividade dos gastos, ações e serviços de saúde nos municípios mais populosos do Ceará no contexto da EC 95/2016. *Administração Pública e Gestão Social*, 14(1), 1-18.
- Ozbugday, F. C.; Tirgil, A.; Kose, E. G. (2020). Efficiency changes in long-term care in OECD countries: A non-parametric Malmquist Index approach. *Socio-Economic Planning Sciences*, v. 70, p. 100733.
- Peña, C. R. (2008). Um modelo de avaliação da eficiência da administração pública através do método análise envoltória de dados (DEA). *Revista de Administração Contemporânea*, 12(1), 83-106. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-65552008000100005>
- Pinho, M., & Carvalho, E. G. de. (2021). Covid-19 Mortality Rates Adjusted by Differences in Age Structure of Populations. In SciELO Preprints. DOI: <https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.2882>
- Politelo, L.; Rigo, V. P.; Hein, N. (2015). Eficiência da aplicação de recursos no atendimento do sistema único de saúde (SUS) nas cidades de Santa Catarina. *Revista de Gestão em Sistemas de Saúde*, v. 3, n. 2, p. 45-60.
- Portal da Transparência. (2022). Orçamento anual. Disponível em: <<https://www.portaltransparencia.gov.br/orcamento?ano=2021>>. Acesso em 30 de jun. de 2022.
- Queiroz, M. F. M., Silva, J. L. M., Figueiredo, J. S., & Vale, F. F. R. (2013). Eficiência no gasto público com saúde: uma análise nos municípios do Rio Grande do Norte. *Revista Econômica do Nordeste*, 44(3), 761-776
- Ramos, M. O., Silva, M. V. D. C., Cerqueira, A. J. F., & Queiroz, K. F. F. (2021). A participação social importa na qualidade da gestão pública? Um estudo sobre a efetividade da gestão pública dos municípios da região metropolitana de Salvador-Bahia. *Cadernos de Finanças Públicas*, 21(1), 1-24.
- Santos, H. L. P. C.; Maciel, F. B. M.; Santos Júnior, G. M.; Martins, P. C.; Prado, N. M. L. B. (2021). Gastos públicos com internações hospitalares para tratamento da covid-19 no Brasil em 2020. *Revista de Saúde Pública*. v.55.
- Servo, L. M. S., Santos, M. A. B., Vieira, F. B., & Benevides, R. P. S. (2021). Financiamento do SUS e Covid-19: histórico, participações federativas e respostas à pandemia. *Saúde em Debate*, 44, 114-129. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-11042020e407>
- Silva, C. M. D.; Silva, S. E.; Gonçalves, M. A.; Gonçalves, C. A. (2021). Data Envelopment Analysis (DEA) em Estudos Sobre Saúde e Educação. *Rev. FSA*, v. 18, n. 01 p. 214-239.
- Souza, D. O. (2021). Cloroquina e hidroxicloroquina no Brasil: um caso de ineficácia na gestão da saúde pública. *Rev. salud pública*, 23(2), 1-7. DOI: <https://doi.org/10.15446/rsap.v23n2.89741>.
- Su, W., Du, L., Fan, Y. et al. (2022). Equity and efficiency of public hospitals' health resource allocation in Guangdong Province, China. *Int J Equity Health* 21, 138. DOI: <https://doi-org.ez98.periodicos.capes.gov.br/10.1186/s12939-022-01741-1>
- Tasca, R. et al. (2022). Gerenciando o SUS no nível municipal ante a Covid-19: uma análise preliminar. *Saúde em Debate [online]*, 46(n. spe1), 15-32. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-11042022e101i>.
- Tesouro Nacional Transparente. (2022). Monitoramento dos gastos da União com combate à Covid-19. Disponível em: <https://www.tesourotransparente.gov.br/visualizacao/painel-de-monitoramentos-dos-gastos-com-covid-19>. Acesso em 29 de jun. de 2022.

Zakowska, I.; Godycki-Cwirko, M. (2020). Data envelopment analysis applications in primary health care: a systematic review. *Family Practice*, v. 37, n. 2, p. 147-153.



Disponible en:

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=351579999005>

Cómo citar el artículo

Número completo

Más información del artículo

Página de la revista en redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc
Red de revistas científicas de Acceso Abierto diamante
Infraestructura abierta no comercial propiedad de la
academia

Antonio Rafael Valério de Oliveira,
Milton Jarbas Rodrigues Chagas,
Maria Isabel da Cruz Feitosa, Samuel Cavalcante Mota
**Eficiência dos Municípios da Região do Cariri Cearense na
Pandemia de COVID-19: uma Crítica Usando a Análise de
Envoltória de Dados (DEA)**
**Efficiency of the Municipalities of the Cariri Ceará Region
in the COVID-19 Pandemic: a Critique Using Data
Envelopment Analysis (DEA)**
**Eficiencia de los municipios de la región de Cariri Ceará
en la pandemia de COVID-19: una crítica a través del
análisis envolvente de datos (DEA)**

Administração Pública e Gestão Social
vol. 16, núm. 4, 2024
Universidade Federal de Viçosa, Brasil
revistaapgs@ufv.br

ISSN-E: 2175-5787



CC BY-NC-ND 4.0 LEGAL CODE

**Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-
SinDerivar 4.0 Internacional.**