

## MAIS DE 600.000 ÓBITOS: AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DO SISTEMA DE SAÚDE PÚBLICA DOS MUNICÍPIOS BRASILEIROS NO TRATAMENTO À COVID-19

MORE THAN 600,000 DEATHS: EVALUATION OF THE EFFICIENCY OF THE PUBLIC HEALTH SYSTEM IN BRAZILIAN MUNICIPALITIES IN THE TREATMENT OF COVID-19

MÁS DE 600.000 MUERTES: EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DEL SISTEMA DE SALUD PÚBLICA EN MUNICIPIOS BRASILEÑOS EN EL TRATAMIENTO DEL COVID-19

**Tiago Aroeira**

Universidade Federal de Minas Gerais  
tiagoaroeira@gmail.com

**Bruno Vilela**

Universidade Federal do Espírito Santo  
brunoavilela@gmail.com

**Rui Fernando Ferreira**

Universidade Federal de Minas Gerais  
ruifernandof@gmail.com



Este é um artigo de acesso aberto distribuído sob os termos da Creative Commons Attribution License  
This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License  
Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Creative Commons Attribution License

## RESUMO

Avaliou-se 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. Utilizou-se o método *DEA* em dois estágios. Os 640 municípios da amostra foram utilizados como *DMUs* para avaliação da eficiência gerencial e clínica no tratamento à *COVID-19*. Os resultados evidenciam que os municípios analisados possuem, na média, melhores índices de eficiência gerencial (0,86) do que clínica (0,67). Evidenciou-se que 38% da amostra apresenta alta eficiência gerencial e clínica no tratamento à *COVID-19*, enquanto 19% apresenta baixa eficiência gerencial e clínica. Demonstrou-se que 63% dos municípios possuem oportunidade significativa de melhoria da eficiência gerencial ou clínica. Contribuiu-se com a proposição e implementação de um modelo para avaliação das eficiências gerencial e clínica de municípios no contexto da *COVID-19* com a inclusão da população vacinada como variável de análise. Os modelos e resultados podem ser utilizados por pesquisadores e órgãos públicos como ministérios e secretarias.

**Palavras-chave:** COVID-19; Eficiência; Análise Envoltória de Dados (*DEA*).

## ABSTRACT

The clinical and managerial efficiency of SUS hospitals in the treatment of COVID-19 in Brazilian municipalities was evaluated from the date of the first case of the disease in the country until the date of death, number 600,000, with the inclusion of the number of vaccinees as a variable of analysis. The two-stage DEA method was used. The 640 municipalities in the sample were used as DMUs to assess the managerial and clinical efficiency in the treatment of COVID-19. The results show that the cities analyzed have, on average, better levels of managerial efficiency (0.86) than clinical efficiency (0.67). It was evident that 38% of the sample had high managerial and clinical efficiency in the treatment of COVID-19, while 19% had low managerial and clinical efficiency. It was shown that 63% of the municipalities have a significant opportunity to improve their managerial or clinical efficiency. It contributed to the proposal and implementation of a model to assess the management and clinical efficiencies of municipalities in the context of COVID-19, with the inclusion of the vaccinated population as an analysis variable. The models and results can be used by researchers and public bodies such as ministries and secretariats.

**Key words:** COVID-19; Efficiency; *Data Envelopment Analysis (DEA)*.

## RESUMEN

Se evaluó la eficiencia clínica y gerencial de los hospitales del SUS en el tratamiento del COVID-19 en los municipios brasileños desde la fecha del primer caso de la enfermedad en el país hasta la fecha del fallecimiento, número 600.000, con la inclusión del número de vacunados como variable de análisis. Se utilizó el método DEA de dos etapas. Los 640 municipios de la muestra se utilizaron como DMU para evaluar la eficiencia administrativa y clínica en el tratamiento de COVID-19. Los resultados muestran que las ciudades analizadas tienen, en promedio, mejores niveles de eficiencia gerencial (0,86) que la eficiencia clínica (0,67). Fue evidente que el 38% de la muestra tuvo alta eficiencia administrativa y clínica en el tratamiento de COVID-19, mientras que el 19% tuvo baja eficiencia administrativa y clínica. Se demostró que el 63% de los municipios tienen una oportunidad significativa para mejorar su eficiencia administrativa o clínica. Contribuyó a la propuesta e implementación de un modelo de evaluación de la gestión y las eficiencias clínicas de los municipios en el contexto del COVID-19, con la inclusión de la población vacunada como variable de análisis. Los modelos y resultados pueden ser utilizados por investigadores y organismos públicos como ministerios y secretarías.

**Palavras-chave:** COVID-19; Eficiência; Análisis Envoltente de Datos (*DEA*).

## INTRODUÇÃO

No dia 08 de outubro de 2021, enquanto o mundo alcançava a marca de 237,69 milhões de casos confirmados do novo Coronavírus (*COVID-19*) e 4,84 milhões de óbitos (JOHNS HOPKINS UNIVERSITY, 2021; OMS, 2021), o Brasil ultrapassava a marca de 600.000 vítimas fatais por essa doença (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2021) e se mantinha, na ocasião, na posição de segundo país com o maior

número de óbitos por *COVID-19* em todo o mundo, atrás apenas dos Estados Unidos da América (JOHNS HOPKINS UNIVERSITY, 2021; OMS, 2021). Estes números evidenciam que o Brasil alcançou a proporção de 12,4% do número total de óbitos por *COVID-19* no mundo, mesmo possuindo somente cerca de 2,8% da população mundial<sup>1</sup>. Ao se considerar a relevância do uso de vacinas no combate a essa doença (NDWANDWE; WIYSONGE, 2021), ressalta-se que nesta mesma data o Brasil atingiu o número de 98,2 milhões de pessoas vacinadas com a segunda dose ou dose única de vacinas anti-*COVID-19* (46,6% da população do país), os considerados completamente imunizados; e 149,2 milhões de pessoas com somente uma dose (69,9%), os considerados como parcialmente imunizados contra a doença (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2021).

A *COVID-19* é uma doença respiratória causada pela Síndrome Respiratória Aguda Grave do Coronavírus 2 (*SARS-COV-2*) (CAO, 2020), determinada como pandêmica pela Organização Mundial da Saúde (OMS) no dia 11 de março de 2020 (CUCINOTTA; VANELLI, 2020). Apesar de se considerar o fato da pandemia de *COVID-19* ter sido caracterizada como a mais recente ameaça à saúde global (FAUCI *et al.*, 2020), com impactos aos sistemas de saúde de praticamente todos os países do planeta (OMS, 2021) e sem precedentes na história humana recente (NDWANDWE; WIYSONGE, 2021), a elevada proporcionalidade de óbitos no Brasil desperta o interesse de pesquisadores pelo estudo e avaliação da gestão da saúde pública no país (AROEIRA *et al.*, 2020; CAMPOS *et al.*, 2021; GRAMACHO; TURGEON, 2021; LEITE *et al.*, 2021) a fim de identificar fatores de influência para o elevado número de óbitos.

O sistema de saúde é um elemento vital para uma nação, pois possui grande influência no desenvolvimento socioeconômico de um país, sobretudo durante um período pandêmico. Neste contexto, o setor de saúde destaca-se como um dos setores de maior aplicação do método *Data Envelopment Analysis (DEA)* (CHILINGERIAN; SHERMAN, 2011; LIU *et al.*, 2013) para a avaliação da eficiência de diferentes unidades produtivas em saúde (KOHL *et al.*, 2018). Além disso, o *DEA* é, também, extensivamente aplicado para comparar a eficiência das instalações de saúde dentro de países e entre países (BREITENBACH *et al.*, 2021).

Em consideração a esses fatos, diversos pesquisadores se utilizam do método *DEA* para avaliar a eficiência do setor de saúde em combater a *COVID-19* em diferentes países do globo (BREITENBACH *et al.*, 2021; GHASEMI *et al.*, 2020; MD HAMZAH *et al.*, 2021; MOURAD *et al.*, 2021; SHIROUYEHZAD *et al.*, 2020) e também no Brasil (AROEIRA *et al.*, 2020; MARIANO *et al.*, 2020). Porém, apesar da relevância do uso de vacinas no combate *COVID-19* (NDWANDWE; WIYSONGE, 2021), não foram identificados estudos com o método *DEA*, sobretudo no contexto do Brasil, que consideram os números de vacinados como variável de potencial influência na avaliação da eficiência do combate à *COVID-19*.

Neste contexto, para se definir o objetivo deste estudo, considera-se o elevado impacto da pandemia de *COVID-19* no mundo (OMS, 2021) e no Brasil (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2021), além da extensiva aplicação do método *DEA* para avaliações de eficiência dos sistemas de saúde (LIU *et al.*, 2013), sobretudo durante a pandemia de *COVID-19* (BREITENBACH *et al.*, 2021), bem como a relevância do uso de vacinas no combate a essa doença (NDWANDWE; WIYSONGE, 2021). Assim, este estudo objetiva propor e testar um modelo capaz de avaliar a eficiência clínica e gerencial dos hospitais do SUS (Sistema Único de Saúde) no tratamento à *COVID-19* nos municípios brasileiros a partir da data do primeiro caso da doença no país até a data em que foi contabilizado o óbito de número 600.000, com a inclusão do número de vacinados como variável de análise.

## FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

---

<sup>1</sup> Foi considerada a população brasileira de 213,3 milhões (IBGE, 2021) e a população mundial de 7,630 bilhões (OUR WORLD IN DATA, 2021) para se identificar o percentual de 2,8%.

### **Data Envelopment Analysis (DEA) no setor da saúde no contexto da COVID-19**

Ao surgir e avançar de forma acelerada, a *COVID-19* impôs a pesquisadores de diferentes áreas de estudo a necessidade de superar desafios de saúde pública (FAUCI *et al.*, 2020), além de desafios econômicos e sociais. Nesse contexto, desde o início do período pandêmico, o método *DEA* começou a ser recomendado (ZAMPIERI *et al.*, 2020) e utilizado por pesquisadores (BREITENBACH *et al.*, 2021; GHASEMI *et al.*, 2020; MD HAMZAH *et al.*, 2021; MOURAD *et al.*, 2021; SHIROUYEHZAD *et al.*, 2020) para avaliar a eficiência do setor de saúde de diferentes países em combater a *COVID-19*.

O método *Data Envelopment Analysis (DEA)* caracteriza-se por ser quantitativo e utilizado para a avaliação da eficiência comparativa de unidades produtivas similares quanto aos insumos (*inputs*) utilizados e os produtos (*outputs*) gerados (BANKER *et al.*, 1984; CHARNES *et al.*, 1978; EMROUZNEJAD; YANG, 2018). Baseado em programação linear, *DEA* apresenta-se como uma técnica não paramétrica capaz de avaliar a eficiência relativa de unidades produtivas, denominadas como *Decision-Making-Units (DMU)* (COOPER *et al.*, 2011). O método *DEA* é aplicado em diferentes setores produtivos, com um destaque para o setor de saúde que está entre os de maior aplicação deste método (CHILINGERIAN; SHERMAN, 2011; LIU *et al.*, 2013). Em levantamento sobre a aplicação do *DEA* no setor de saúde, Kohl *et al.* (2018) afirmam que dentre as principais unidades produtivas avaliadas, estão: hospitais, sistemas de saúde de países e regiões, departamentos médicos, centros cirúrgicos, unidades de terapia intensiva (UTIs), médicos e pacientes.

No contexto específico da pandemia de *COVID-19*, foram realizados estudos com o objetivo de avaliar e comparar a eficiência relativa no combate à doença entre diferentes países (BREITENBACH *et al.*, 2021; BREITENBACH *et al.*, 2020; GHASEMI *et al.*, 2020; MOURAD *et al.*, 2021; SHIROUYEHZAD *et al.*, 2020), entre hospitais de um mesmo país (KAMEL; MOUSA, 2021; NEPOMUCENO *et al.*, 2020), entre estados de um mesmo país (MARIANO *et al.*, 2020; MD HAMZAH *et al.*, 2021), entre microrregiões de um mesmo país (FERRAZ *et al.*, 2021) e entre municípios de um mesmo país (AROEIRA *et al.*, 2020).

No que se refere a realização de estudos que fizeram uso do método *DEA* com o objetivo de avaliar o desempenho comparativo entre países, Breitenbach *et al.* (2020) avaliaram a eficiência dos 31 países mais infectados durante os 100 primeiros dias de propagação da *COVID-19*, referente à eficiência de gerenciamento dos recursos para achatar a curva de contágio no combate à disseminação da doença. O estudo evidenciou que, dentre os 31 países da amostra, 12 foram eficientes, enquanto 19 foram ineficientes no uso de recursos para gerenciar o achatamento de suas curvas de contágio por *COVID-19*. Ghasemi *et al.* (2020) também compararam a eficiência entre países, ao avaliarem o desempenho de 19 países quanto a ineficiência na prevenção da propagação da *COVID-19* e a ineficiência na prevenção de mortes causadas pela doença no período de setenta dias, do dia 2 de fevereiro até 12 de abril de 2020. Shirouyehzad *et al.* (2020) avaliaram a eficiência de 29 países de diferentes continentes em controlar o contágio da *COVID-19* e em tratar as pessoas infectadas. Já no ano de 2021, Mourad *et al.* (2021) avaliaram o desempenho dos sistemas de saúde dos países acima de 50 milhões de habitantes no enfrentamento da propagação da pandemia de *COVID-19* desde o final de dezembro de 2019. O estudo revelou que menos da metade dos países analisados são relativamente eficientes.

Quanto à realização de estudos que compararam a eficiência de hospitais em um mesmo país, Kamel e Mousa (2021) avaliaram a eficiência de 26 hospitais do Egito durante a pandemia de *COVID-19*. Os autores evidenciaram que somente 4, dentre os 26 hospitais, foram eficientes com a aplicação do modelo CCR de análise do método *DEA* e 12 foram eficientes no modelo BCC. Nepomuceno *et al.* (2020) avaliaram, durante os primeiros meses da evolução *COVID-19* no Brasil no ano de 2020, a capacidade produtiva dos hospitais e leitos hospitalares e propuseram uma metodologia para avaliação da vacância e realocação de leitos hospitalares durante a pandemia de *COVID-19*. Os autores evidenciaram a viabilidade de evacuação de 3.772 leitos em 64% das unidades de saúde analisadas, com mais de 82% das evacuações com característica de complexidade moderada.

No que se refere a avaliação da eficiência entre microrregiões de um mesmo país, Ferraz *et al.* (2021) apresentaram relevante contribuição ao criarem o Índice *COVID-19*, por meio do método *DEA*, para avaliarem a eficiência de 543 microrregiões do Brasil, a partir de critérios como as estruturas hospitalares e a adequação das políticas públicas implementadas nestas microrregiões. Os resultados encontrados pelo estudo evidenciaram que, embora o pico da *COVID-19* no ano de 2020 e meados de 2021 tenha ocorrido nas microrregiões de maior renda do estado de São Paulo, as estruturas hospitalares das microrregiões mais pobres apresentaram-se mais vulneráveis. Além disso, observou-se que os estados da região sudeste do Brasil apresentaram maior facilidade em realocar recursos entre as suas microrregiões, do que os estados da região nordeste.

Os estudos de Mariano *et al.* (2020) e Md Hamzah *et al.* (2021) se destacam no uso do método *DEA* com o objetivo de avaliação comparativa do desempenho entre estados de um mesmo país, no contexto do combate à pandemia de *COVID-19*. Mariano *et al.* (2020) avaliaram a eficiência dos estados do Brasil com dados referentes aos casos notificados de *COVID-19* até o dia 27 de abril de 2020, a fim de evidenciar discrepâncias regionais no país. Os autores propuseram um modelo com três variáveis de *input* (número de médicos, número de respiradores e número de leitos clínicos), uma variável intermediária (número de casos notificados) e uma variável de *output* (número de óbitos). Os resultados evidenciaram que o estado do Amazonas foi a unidade federativa com pior desempenho geral de eficiência. Md Hamzah *et al.* (2021) avaliaram a eficiência comparativa entre estados da Malásia no combate à *COVID-19*. Os resultados evidenciaram que a ineficiência geral foi influenciada pela ineficiência dos processos de assistência médica, e não pelo processo de vigilância comunitária.

No que se refere à avaliação da eficiência comparativa entre municípios de um mesmo país, Aroeira *et al.* (2020) avaliaram a eficiência clínica e gerencial dos hospitais do SUS no tratamento à *COVID-19* nos municípios do Brasil, a partir do primeiro caso até o óbito de número 100 mil. O estudo realizado em um período ainda anterior ao início da aplicação de vacinas na população brasileira, evidenciou, dentre outros fatores, os seguintes aspectos: (i) os 437 municípios brasileiros que compunham a amostra apresentaram melhores índices de eficiência clínica do que gerencial; (ii) é possível que municípios com baixa eficiência gerencial alcancem alta eficiência clínica; (iii) a proporção de municípios que apresentaram alta eficiência gerencial e clínica (38%) foi maior do que as de municípios com baixa eficiência gerencial e clínica (29%); e (iv) cerca de 62% dos municípios apresentaram oportunidade significativa para melhoria da eficiência gerencial ou clínica no combate à *COVID-19*.

Ao se considerar os estudos destacados referentes à aplicação do método *DEA* no setor de saúde no contexto específico da *COVID-19*, é possível observar que desde o início do período pandêmico diversos estudos contribuíram com a avaliação da eficiência de diferentes unidades produtivas como hospitais, países, estados, microrregiões e municípios. Os estudos realizados apresentam contribuições metodológicas referentes a utilização de métodos complementares ao método *DEA*, bem como contribuem com a proposição de modelos e variáveis replicáveis em diferentes contextos. Além disso, apresentam contribuições e direcionamentos para a tomada de decisão de gestores públicos, a partir dos resultados evidenciados com as análises de eficiência realizadas. Destaca-se, no entanto, que apesar da relevância da aplicação de vacinas anti-*COVID-19* para o combate a esta doença (NDWANDWE; WIYSONGE, 2021), os estudos apresentados foram realizados, predominantemente, em um período anterior a aplicação em massa destas vacinas em populações das regiões estudadas. A partir disso, apresenta-se a seguir o método *DEA* e o modelo proposto e utilizado neste estudo, com a consideração do número de vacinados anti-*COVID-19* para avaliação da eficiência dos municípios no combate à esta doença pandêmica.

## MÉTODOS

*Data Envelopment Analysis (DEA)* é o método utilizado nesta pesquisa com o objetivo de propor e testar um modelo capaz de avaliar a eficiência clínica e gerencial dos hospitais do SUS (Sistema Único de

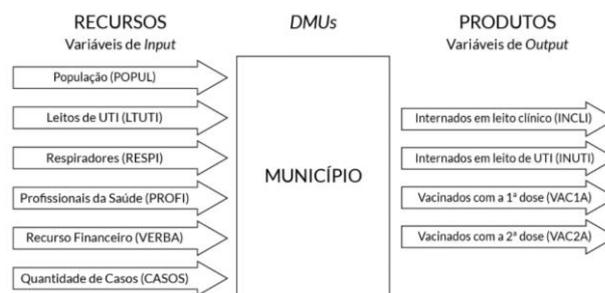
Saúde) no tratamento à *COVID-19* nos municípios brasileiros a partir da data do primeiro caso da doença no país até a data em que foi contabilizado o óbito de número 600.000, com a inclusão do número de vacinados como variável de análise. O método *DEA*, também denominado como Análise Envoltória dos Dados oferece um elevado número de vantagens para a avaliação do desempenho de organizações no setor de saúde (CHILINGERIAN; SHERMAN, 2011; LIU *et al.*, 2013).

Para a realização desta pesquisa, foram seguidas as oito etapas propostas por Chilingirian & Sherman (2011): (i) identificação do problema de saúde de interesse e os objetivos da pesquisa; (ii) definição do modelo conceitual do processo de produção de assistência médica; (iii) definição do mapa conceitual de fatores que influenciam a produção de cuidados; (iv) seleção das variáveis a serem consideradas no estudo; (v) análise dos fatores utilizando métodos estatísticos; (vi) execução de vários modelos *DEA*; (vii) análise das pontuações *DEA* com métodos estatísticos; e (viii) registro e compartilhamento dos resultados com outros pesquisadores de *DEA* em saúde.

Neste estudo, propõe-se um modelo para a avaliação da eficiência em dois estágios, sendo que no primeiro estágio é avaliada a eficiência gerencial e no segundo estágio é avaliada a eficiência clínica, conforme recomendado por diversos autores (CHILINGERIAN; SHERMAN, 2011; GHASEMI *et al.*, 2020; SHIROUYEHZAD *et al.*, 2020) e utilizado em estudos anteriores com o método *DEA* no contexto da *COVID-19* (AROEIRA *et al.*, 2020). A *Decision-Making-Unit (DMU)* considerada para avaliação tanto da eficiência gerencial quanto a clínica é o município.

A eficiência gerencial é analisada no primeiro estágio a partir das seguintes variáveis de *input*: população do município (POPUL); quantidade de leitos de UTI existentes no município (LTUTI); quantidade de respiradores existentes no município (RESPI); quantidade de casos de *COVID-19* registrados no município (CASOS); quantidade de profissionais de saúde no município (PROFI); e verba transferida do governo federal para o município destinada ao combate à pandemia (VERBA). As variáveis de *output* consideradas para avaliação da eficiência gerencial no primeiro estágio são: quantidade total de internações por *COVID-19* em leitos de UTI no município (INUTI); quantidade total de internações por *COVID-19* em leitos clínicos no município (INCLI); quantidade total de vacinados com primeira dose (VAC1A); e quantidade total de vacinados com segunda dose ou dose única (VAC2A). A partir destas variáveis que compõem o modelo da avaliação em primeiro estágio da eficiência gerencial, é considerado como referência em eficiência aquele município capaz de maximizar a quantidade de pacientes internados com *COVID-19* em leitos clínicos e de UTI, bem como a quantidade de vacinados com a primeira e segunda dose, utilizando-se da menor quantidade de leitos, menor quantidade de respiradores, menor quantidade de profissionais de saúde, menor quantidade de recursos financeiros, bem como da menor quantidade de casos.

**Figura I:** Primeiro estágio – Eficiência Gerencial

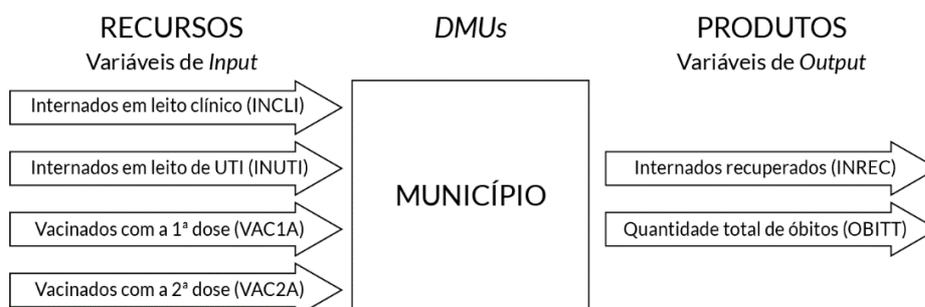


Fonte: Elaborada pelos autores.

Já a eficiência clínica é analisada no segundo estágio a partir da utilização das variáveis de *output* do primeiro estágio como variáveis de *input* no segundo estágio, por tanto: quantidade total de internações por *COVID-19* em leitos de UTI no município (INUTI); quantidade total de internações por *COVID-19* em leitos clínicos no município (INCLI); quantidade total de vacinados com primeira dose (VAC1A); e quantidade total de vacinados com segunda dose ou dose única (VAC2A). As variáveis de *output*

consideradas para avaliação da eficiência clínica no segundo estágio são: quantidade total de internados recuperados (INREC); e quantidade total de óbitos no município (OBITT).

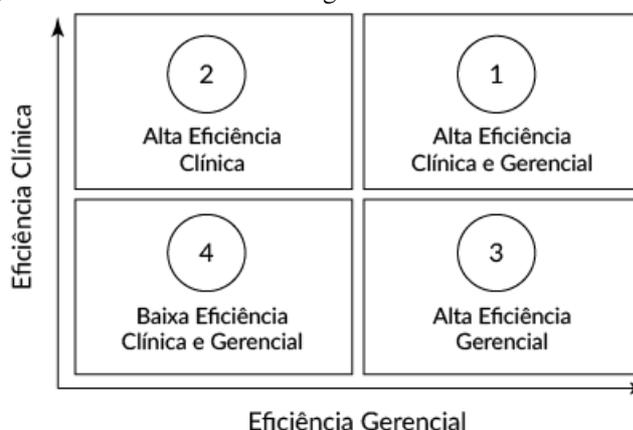
**Figura 2:** Segundo estágio – Eficiência Clínica



Fonte: Elaborada pelos autores.

A avaliação das eficiências gerencial e clínica dos municípios com as variáveis selecionadas foi operacionalizada por meio do *software* estatístico R (<http://www.r-project.org/>), com o pacote específico para aplicação do modelo *DEA* denominado como *Benchmarking*, desenvolvido e aplicado também em Bogetoft & Otto (2011). O resultado de eficiência apresentado é um número de 0 a 1, em que quanto mais próximo de 1, mais eficiente é considerada a *DMU*.

**Figura 3:** Matriz de avaliação das eficiências clínicas e gerenciais



Fonte: Aroeira *et al.* (2020)

A matriz de avaliação das eficiências clínicas e gerenciais proposta por Aroeira *et al.* (2020) é utilizada neste estudo com o objetivo de se avaliar a relação entre as eficiências por município. Nesta matriz, o eixo horizontal se refere à eficiência gerencial e o eixo vertical se refere à eficiência clínica. O Quadro 2 apresenta a descrição para cada quadrante.

**Quadro I:** Descrição dos quadrantes da matriz de eficiência

#	Eficiência Gerencial	Eficiência Clínica	Descrição	Nota
I	↑	↑	Alta eficiência gerencial e clínica para otimizar os recursos utilizados e maximizar o número de pacientes internados, vacinados e recuperados.	Referência de alta eficiência gerencial e clínica.

2	↓	↑	Baixa eficiência gerencial para otimizar os recursos utilizados e maximizar o número de internações e vacinados. Porém, alta eficiência clínica para tratar os pacientes e recuperá-los.	Referência de alta eficiência clínica.
3	↑	↓	Alta eficiência gerencial para otimizar os recursos utilizados e maximizar o número de pacientes internados e vacinados. Mas baixa eficiência clínica em tratar pacientes e recuperá-los.	Referência de alta eficiência gerencial.
4	↓	↓	Baixo desempenho gerencial e clínico quanto à eficiência da otimização dos recursos utilizados para se maximizar o número de pacientes internados, vacinados e recuperados.	Situação crítica. Necessita melhorar as duas eficiências.

Fonte: Adaptado de Aroeira *et al.* (2020)

## Apresentação dos dados

Todos os dados presentes na análise deste estudo se referem ao período que se estende do dia 25 de fevereiro de 2020, quando o Brasil registrou o primeiro caso oficial de *COVID-19*, até o dia 8 de outubro de 2021, quando o país ultrapassou a marca de 600.000 óbitos notificados causados por esta doença pandêmica. São utilizadas três fontes de dados principais para a coleta dos dados: site Coronavírus Brasil oficial do governo federal com a exposição dos dados sobre casos e óbitos de *COVID-19* (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2021); DataSus com todos os dados públicos sobre saúde disponíveis no Brasil (DATASUS, 2021); e o Portal da Transparência (2021) com a informação sobre os recursos financeiros transferidos pelo governo federal aos municípios para combate à pandemia de *COVID-19*. Todas as bases de dados utilizadas foram unificadas a partir da utilização do código de identificação único de cada município, nome do município e estado.

A partir da descrição apresentada no Quadro 3, torna-se possível observar que os dados coletados do DataSus (DATASUS, 2021) são referentes às variáveis que avaliam o uso dos recursos físicos e humanos dos hospitais dos municípios (como leitos, profissionais de saúde e respiradores), além dos dados que se referem aos atendimentos realizados aos pacientes notificados com *COVID-19* (como internações em leitos clínicos e de UTI, bem como altas de recuperados). Já os dados coletados do Portal da Transparência (2021) se referem aos recursos financeiros direcionados pelo governo federal e recebidos por cada município de janeiro a setembro de 2021. Por fim, os dados referentes à população de cada município, óbitos ocorridos, casos notificados e a quantidade de vacinados com 1ª e 2ª dose foram coletados do site Coronavírus Brasil (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2021).

## Quadro 2: Fonte dos dados utilizados neste estudo

(Continua)

Variáveis	Sigla	Fonte
Quantidade de leitos de UTI disponíveis para COVID-19	LTUTI	DATASUS (2021)
Quantidade de respiradores <sup>2</sup> disponíveis na pandemia	RESPI	DATASUS (2021)
Quantidade de profissionais de saúde no município	PROFI	DATASUS (2021)
Internações de pacientes com COVID-19	INTER	DATASUS (2021)
Internações de pacientes com COVID-19 em leitos clínicos	INCLI	DATASUS (2021)
Internações de pacientes com COVID-19 em leitos de UTI	INUTI	DATASUS (2021)
Pacientes internados com COVID-19 que receberam alta	INREC	DATASUS (2021) (Conclusão)
<b>Variáveis</b>	<b>Sigla</b>	<b>Fonte</b>
Verba federal de saúde destinada ao município	VERBA	Portal da Transparência (2021)
População	POPUL	Ministério da Saúde (2021)
Quantidade de vacinados com 1ª dose	VACIA	Ministério da Saúde (2021)
Quantidade de vacinados com 2ª dose	VAC2A	Ministério da Saúde (2021)
Quantidade de casos de COVID-19 notificados	CASOS	Ministério da Saúde (2021)
Quantidade de óbitos de COVID-19 notificados	OBITT	Ministério da Saúde (2021)

Fonte: Elaborado pelos autores.

<sup>2</sup> Equipamento essencial ao tratamento de *COVID-19* em pacientes na UTI (Barbosa *et al.*, 2020).

Os dados foram submetidos a um tratamento inicial e as bases de dados foram integradas para unificação em uma base única. Além disso, foi realizada a exclusão dos municípios com dados ausentes e, assim, restaram-se para análise 5.565 municípios com a representatividade de 210,09 milhões de brasileiros, por tanto, cerca de 98,5% do total da população de 213,3 milhões do país (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2021). A partir dos dados apresentados no Quadro 4, é possível observar que o número total de óbitos da amostra é de 600.493, o qual se refere a 100% do total de óbitos do período analisado (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2021). Pode-se observar, também, que a quantidade total de leitos de UTI exclusivos para tratar pacientes com *COVID-19* no SUS na amostra é de 25.928 e se refere a 100% do total deste tipo de leito disponível no país, o que evidencia a abrangência do estudo realizado.

**Quadro 3:** Resumo dos dados que compõem a amostra deste estudo

Itens analisados	Amostra	Total do país	Percentual da amostra
Municípios	5.565	5.570	99,9%
População	210.099.632	213.300.000	98,5%
Respiradores existentes para COVID-19	87.621	87.621	100%
Leitos de UTI exclusivos para COVID-19	25.928	25.928	100%
Profissionais de saúde no Brasil	3,55 milhões	6,65 milhões <sup>3</sup>	54,2%
Recursos financeiros de saúde para COVID-19	~R\$ 35,293 bi	~R\$ 35,322 bi	99,9%
<b>Total de internações por COVID-19 no SUS</b>	1.450.838	-	-
Internações clínicas por COVID-19	1.014.052 (69,9%)	-	-
Internações em UTI por COVID-19	436.786 (30,1%)	-	-
Internados por COVID-19 e recuperados	809.266 (55,8%)	-	-
<b>Quantidade de casos de COVID-19 notificados</b>	21.550.000	21.550.000	100%
<b>Quantidade de óbitos de COVID-19 notificados</b>	600.493	600.493	100%

Fonte: Elaborada pelos autores.

## ANÁLISE E DISCUSSÃO

Após o tratamento inicial dos dados, seguiu-se a orientação do Cooper *et al.* (2011) para a não utilização de *DMUs* com variáveis zeradas em modelos *DEA*. Assim, foram excluídos da análise os municípios que possuíam ao menos uma das variáveis com valor zero. Além disso, considerou-se que os municípios sem leitos de UTI exclusivos para *COVID-19* e sem respiradores não são comparáveis à municípios que possuem este tipo de leito, no que se refere à disponibilidade de recursos para o tratamento à doença. A partir disso, todos os municípios sem leitos de UTI direcionados para *COVID-19*, sem respiradores e com variáveis zeradas foram excluídos, o que reduziu o número de municípios analisados para 640, sendo 272 (42,5%) de grande porte (mais de 100 mil habitantes), 187 (29,2%) de médio porte (na faixa entre 50 mil e 100 mil habitantes) e 181 (28,3%) de pequeno porte (até 50 mil habitantes).

A Tabela I, ao apresentar as eficiências gerencial e clínica dos municípios por porte, região e estado, evidencia que os municípios de pequeno porte se destacam por se apresentarem com médias de eficiência gerencial (0,89) e clínica (0,72) maiores do que as dos municípios de grande e médio porte analisados. Observa-se, ainda, que os municípios analisados possuem, na média, melhores índices de eficiência gerencial (0,87), do que de eficiência clínica (0,67). É importante destacar que em todas as regiões há ao menos um município com 100% de eficiência gerencial e ao menos um município com 100% de eficiência clínica. Pode-se relatar o mesmo sobre haver ao menos um município 100% eficiente em cada uma das eficiências avaliadas em cada um dos portes de municípios considerados (grande, médio e pequeno). Ressalta-se, ainda, que das 27 unidades federativas com municípios analisados, 21 UFs (por

<sup>3</sup> Dados do Conselho Federal de Enfermagem com quantidade de profissionais de saúde no Brasil (COFEN, 2021)

tanto, 78%) possuem ao menos um município com eficiência gerencial em 100% e que 26 UFs (por tanto, 96%) possuem ao menos um município com eficiência clínica em 100%. Isso evidencia que as elevadas eficiências gerencial e clínica não são influenciadas necessariamente pelo porte do município, pela a região do país, nem pelo estado em que o município se encontra. Tal fato corrobora os resultados apresentados por Aroeira *et al.* (2020). De forma complementar, ressalta-se que os estados do Acre, Alagoas, Distrito Federal, Paraíba, Roraima e Sergipe, são as únicas seis unidades federativas (por tanto, 22% da amostra) que não possuem nenhum município da amostra com eficiência gerencial de 100%. Além disso, Sergipe é a única UF que não possui nenhum município da amostra com avaliação da eficiência clínica em 100%.

Ao se analisar a média das eficiências por regiões do país, observa-se que a média da eficiência gerencial dos municípios é bem aproximada por região, em que as de maior média são as regiões Sul (0,90) e Sudeste (0,89) e a menor é a região Nordeste (0,76). Porém, quando se avalia a média da eficiência clínica por região, a diferença entre a menor e a maior eficiência é um pouco mais acentuada, pois a região Centro-Oeste apresenta a melhor média (0,74), enquanto o Nordeste apresenta a menor média (0,56). A região do Nordeste apresenta a menor média de eficiência gerencial e clínica.

Foram analisadas, também, os índices de eficiência gerencial e clínica dos municípios por faixa de eficiência, conforme evidenciado pela Tabela 2. É possível observar que, apesar da evidência na Tabela 1 de que a média da eficiência gerencial entre todos os municípios (0,86) é maior do que a média da eficiência gerencial (0,67), a Tabela 2 evidencia que há uma quantidade maior de municípios com eficiência gerencial em 100% (169 municípios, 26,4% da amostra), do que municípios com eficiência clínica em 100% (52 municípios, 8,1% da amostra). Isso demonstra que uma maior quantidade de municípios se apresentou capaz de alcançar 100% de eficiência gerencial, do que clínica.

**Tabela 1:** Eficiências gerencial e clínica dos municípios por porte, região e UF

(Continua)

Análise agrupada dos municípios por característica		Municípios da Amostra		Eficiência Gerencial			Eficiência Clínica		
				Média	Máximo	Mínimo	Média	Máximo	Mínimo
		Nº	%						
Porte	Grande Porte	272	43%	0,85	1	0,20	0,64	1	0,01
	Médio Porte	187	29%	0,84	1	0,35	0,66	1	0,02
	Pequeno Porte	181	28%	0,89	1	0,42	0,72	1	0,02
Região	Centro-oeste	51	8,0%	0,82	1	0,58	0,74	1	0,02
	Nordeste	117	18,3%	0,76	1	0,20	0,56	1	0,01
	Norte	38	5,9%	0,82	1	0,55	0,59	1	0,03
	Sudeste	289	45,2%	0,89	1	0,42	0,68	1	0,01
	Sul	145	22,7%	0,90	1	0,65	0,73	1	0,02
	Estados (UF)	Acre (AC)	2	0,3%	0,83	0,87	0,80	0,79	1
Alagoas (AL)	7	1,1%	0,79	0,96	0,67	0,77	1	0,49	
Amapá (AP)	2	0,3%	1	1	1,00	0,65	1	0,43	
Amazonas (AM)	3	0,5%	0,77	1	0,55	0,80	1	0,59	
Bahia (BA)	26	4,1%	0,72	1	0,43	0,70	1	0,36	
Ceará (CE)	17	2,7%	0,55	1	0,20	0,33	1	0,02	
Distrito Federal (DF)	1	0,2%	0,88	0,88	0,88	0,94	1	0,94	
Espírito Santo (ES)	7	1,1%	0,84	1	0,59	0,32	1	0,02	
Goiás (GO)	20	3,1%	0,87	1	0,68	0,72	1	0,02	
Maranhão (MA)	13	2,0%	0,79	1	0,64	0,55	1	0,01	
Mato Grosso (MT)	17	2,7%	0,73	1	0,58	0,72	1	0,30	
Mato G. do Sul (MS)	13	2,0%	0,87	1	0,66	0,78	1	0,41	
Minas Gerais (MG)	93	14,5%	0,81	1	0,42	0,72	1	0,06	
Pará (PA)	17	2,7%	0,80	1	0,57	0,60	1	0,03	
Paraíba (PB)	8	1,3%	0,79	0,95	0,64	0,74	1	0,27	
Paraná (PR)	39	6,1%	0,93	1	0,70	0,73	1	0,16	
Pernambuco (PE)	22	3,4%	0,90	1	0,65	0,42	1	0,01	
Piauí (PI)	7	1,1%	0,83	1	0,59	0,63	1	0,30	

Rio de Janeiro (RJ)	39	6,1%	0,86	I	0,45	0,62	I	0,01
Rio G. Norte (RN)	14	2,2%	0,77	I	0,54	0,59	I	0,02
Rio G. do Sul (RS)	65	10,2%	0,92	I	0,67	0,70	I	0,02
Rondônia (RO)	7	1,1%	0,83	I	0,64	0,42	I	0,03
Roraima (RR)	1	0,2%	0,62	0,62	0,62	0,63	I	0,63
Santa Catarina (SC)	41	6,4%	0,85	I	0,65	0,76	I	0,03
São Paulo (SP)	150	23,4%	0,95	I	0,50	0,68	I	0,01
Sergipe (SE)	3	0,5%	0,69	0,75	0,62	0,22	0,31	0,12
Tocantins (TO)	6	0,9%	0,82	I	0,65	0,56	I	0,06
<b>TOTAL</b>	<b>640</b>	<b>100%</b>	<b>0,86</b>	<b>1,00</b>	<b>0,20</b>	<b>0,67</b>	<b>1,00</b>	<b>0,01</b>

Fonte: Elaborada pelos autores.

Observa-se também na Tabela 2 que em todas as faixas de eficiência clínica há ao menos um município com eficiência gerencial igual à 100%. Isso evidencia que, independente da eficiência clínica, o município pode apresentar uma elevada eficiência gerencial. Algo similar se observa na análise por faixa da eficiência gerencial, já que, a partir da faixa de 30-39%, em todas as faixas superiores há ao menos um município com eficiência clínica em 100%. Outro aspecto relevante é que enquanto não há nenhum município com eficiência gerencial abaixo de 20%, 67 municípios de 16 estados diferentes das regiões Centro-Oeste, Nordeste, Norte, Sul e Sudeste, e de grande, médio e pequeno porte, possuem eficiência clínica nesta faixa.

Tabela 2: Eficiências gerencial e clínica dos municípios por faixa de eficiência

(Continua)

Análise agrupada dos municípios por faixa de eficiência		Municípios da Amostra		Eficiência Gerencial			Eficiência Clínica		
		Nº	%	Média	Máximo	Mínimo	Média	Máximo	Mínimo
Eficiência Gerencial	100%	169	26,4%	I	I	1,00	0,69	I	0,01
	Entre 90-99%	133	20,8%	0,95	I	0,90	0,70	I	0,01
	Entre 80-89%	138	21,6%	0,86	0,90	0,80	0,69	I	0,01
	Entre 70-79%	110	17,2%	0,75	0,80	0,70	0,63	I	0,01
	Entre 60-69%	53	8,3%	0,66	0,70	0,60	0,57	I	0,01
	Entre 50-59%	25	3,9%	0,56	0,60	0,50	0,59	I	0,02
	Entre 40-49%	7	1,1%	0,45	0,48	0,42	0,69	I	0,11
	Entre 30-39%	3	0,5%	0,34	0,36	0,31	0,37	I	0,02
	Entre 20-29%	2	0,3%	0,24	0,28	0,20	0,14	0,25	0,03
	Entre 10-19%	-	-	-	-	-	-	-	-
	Até 10%	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>640</b>	<b>100%</b>	<b>0,65</b>	<b>I</b>	<b>0,20</b>	<b>0,56</b>	<b>I</b>	<b>0,01</b>	
Eficiência Clínica	100%	52	8,1%	0,86	I	0,35	I	I	I
	Entre 90-99%	71	11,1%	0,89	I	0,59	0,94	0,99	0,90
	Entre 80-89%	138	21,6%	0,87	I	0,48	0,85	0,90	0,80
	Entre 70-79%	114	17,8%	0,88	I	0,58	0,75	0,80	0,70
	Entre 60-69%	72	11,3%	0,87	I	0,43	0,65	0,70	0,60
	Entre 50-59%	40	6,3%	0,82	I	0,47	0,56	0,60	0,50
	Entre 40-49%	26	4,1%	0,85	I	0,65	0,45	0,49	0,40
	Entre 30-39%	27	4,2%	0,82	I	0,64	0,35	0,40	0,30
	Entre 20-29%	33	5,2%	0,82	I	0,28	0,26	0,30	0,20
	Entre 10-19%	31	4,8%	0,83	I	0,46	0,15	0,20	0,10
	Até 10%	36	5,6%	0,80	I	0,20	0,05	0,10	0,01
<b>TOTAL</b>	<b>640</b>	<b>100%</b>	<b>0,85</b>	<b>I</b>	<b>0,20</b>	<b>0,54</b>	<b>I</b>	<b>0,01</b>	

Fonte: Elaborada pelos autores.

Os resultados da matriz de avaliação das eficiências gerencial e clínica dos municípios analisados são apresentados no Gráfico 1 e na Tabela 3. As linhas do gráfico que delimitam os quadrantes representam a média da eficiência gerencial (0,86) e clínica (0,67). É possível observar que 119 (18,6%)

municípios apresentam eficiência gerencial e clínica classificadas como baixa, por estarem abaixo da média, enquanto 240 (37,5%) dos municípios apresentam eficiência gerencial e clínica classificadas como alta, por estarem acima da média.

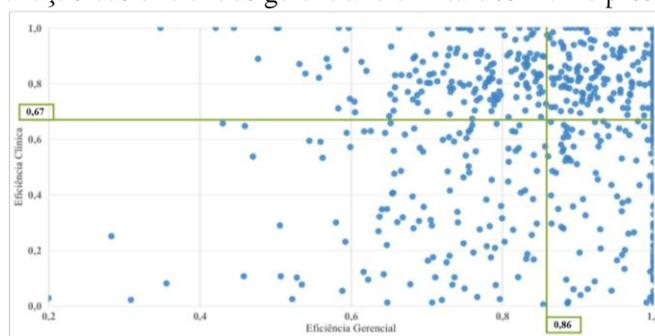
**Tabela 3:** Eficiências gerencial e clínica dos municípios por quadrante da matriz

Análise agrupada dos municípios por quadrante		Municípios da Amostra		Eficiência Gerencial			Eficiência Clínica		
Nº	Descrição	Nº	%	Méd.	Máx.	Mín.	Méd.	Máx.	Mín.
1	Alta eficiência gerencial e alta eficiência clínica	240	37,5%	0,96	1,0	0,86	0,85	1	0,68
2	Baixa eficiência gerencial e alta eficiência clínica	153	23,9%	0,96	1,0	0,86	0,39	1	0,01
3	Alta eficiência gerencial e baixa eficiência clínica	128	20,0%	0,74	0,9	0,35	0,85	1	0,68
4	Baixa eficiência gerencial e baixa eficiência clínica	119	18,6%	0,70	0,9	0,20	0,36	1	0,01
<b>TOTAL</b>		<b>640</b>	<b>100%</b>	<b>0,86</b>	<b>1,00</b>	<b>0,20</b>	<b>0,67</b>	<b>1,00</b>	<b>0,01</b>

Fonte: Elaborada pelos autores.

Observa-se, também, que 153 (23,9%) municípios apresentam baixa eficiência gerencial, porém alta eficiência clínica, enquanto 128 (20%) estão na situação oposta, com alta eficiência gerencial e baixa eficiência clínica. Complementa-se que 393 (61,4%) municípios apresentam eficiência clínica acima da média, enquanto 368 (57,5%) apresentam eficiência gerencial acima da média. No oposto, observa-se que 247 (38,6%) municípios apresentam eficiência clínica abaixo da média, enquanto 272 (42,5%) apresentam eficiência gerencial abaixo da média.

**Gráfico I:** Matriz de avaliação das eficiências gerencial e clínica dos municípios



Fonte: Elaborado pelos autores.

O Gráfico 2 e a Tabela 4 apresentam os resultados da matriz de avaliação da média das eficiências clínica e gerencial dos municípios de cada estado. As linhas do gráfico que delimitam os quadrantes representam a média da eficiência gerencial (0,82) e clínica (0,63) dos valores exibidos no gráfico. É possível observar que, das cinco regiões do Brasil, todas possuem ao menos uma UF com a média de eficiência gerencial e clínica dos municípios acima da média.

**Tabela 4:** Eficiências gerencial e clínica dos municípios na média por UF

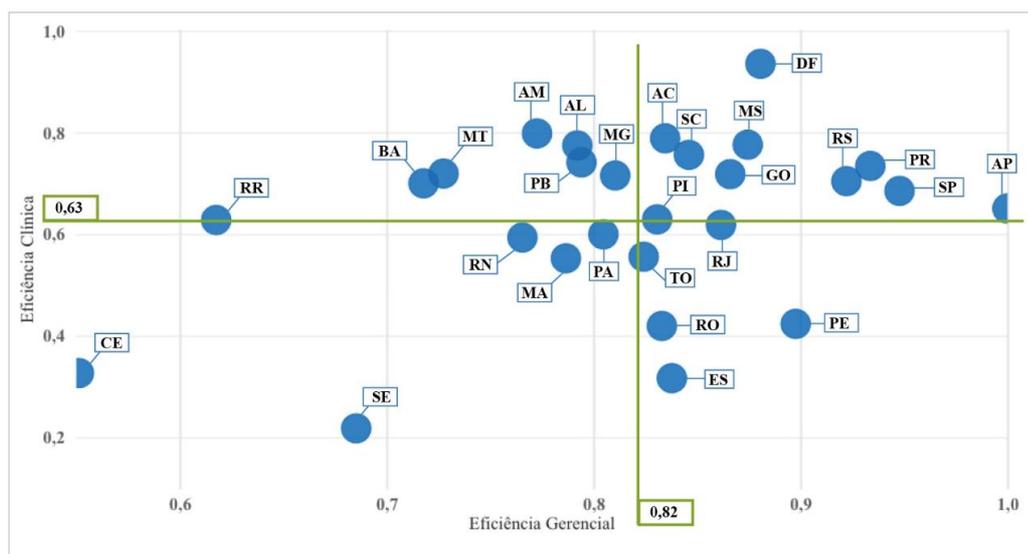
Análise dos municípios da UF por quadrante		Municípios por UF na Amostra			Eficiência Gerencial			Eficiência Clínica		
Nº	Descrição	Nº	UFs	%	Méd.	Máx.	Mín.	Méd.	Máx.	Mín.
1	Alta eficiência gerencial e alta eficiência clínica	240	10	37%	0,89	1,00	0,83	0,74	0,94	0,62

2	Baixa eficiência gerencial e alta eficiência clínica	153	7	26%	0,75	0,81	0,62	0,73	0,80	0,62
3	Alta eficiência gerencial e baixa eficiência clínica	128	5	19%	0,85	0,90	0,82	0,47	0,62	0,32
4	Baixa eficiência gerencial e baixa eficiência clínica	119	5	19%	0,72	0,80	0,55	0,46	0,60	0,22
<b>TOTAL</b>		<b>640</b>	<b>27</b>	<b>-</b>	<b>0,82</b>	<b>1,00</b>	<b>0,55</b>	<b>0,63</b>	<b>0,94</b>	<b>0,22</b>

Fonte: Elaborada pelos autores.

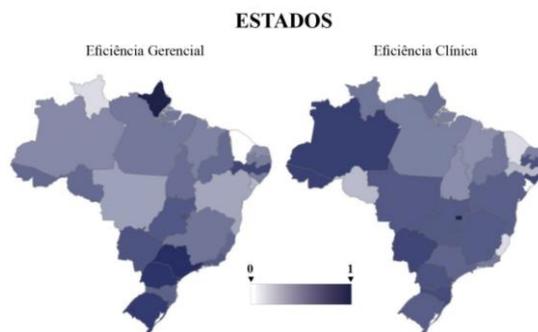
De forma complementar, destaca-se que as regiões Nordeste e Sudeste possuem somente um estado (PI e SP, respectivamente) com a eficiência gerencial e clínica acima da média, enquanto a região Norte possui dois estados (AC e AP) com a eficiência gerencial e clínica acima da média e todos os estados da região sul (PR, RS e SC) encontram-se nesta mesma situação. Além disso, dentre as quatro unidades federativas da região Centro-Oeste, três (DF, GO e MS) possuem alta eficiência gerencial e clínica. Observa-se, também, que os cinco estados que apresentam eficiência gerencial e clínica abaixo da média são todos das regiões Norte (PA) e Nordeste (CE, MA, RN e SE), enquanto no quadrante em que estão os estados com alta eficiência gerencial e baixa eficiência clínica há estados de quatro, das cinco regiões do país: Centro-Oeste (TO), Norte (RO), Nordeste (PE) e Sudeste (RJ e ES).

**Gráfico 2:** Matriz de avaliação das eficiências dos municípios na média por UF



Fonte: Elaborado pelos autores.

**Figura 4 –** Mapa da média das eficiências gerencial e clínica dos municípios por UFs

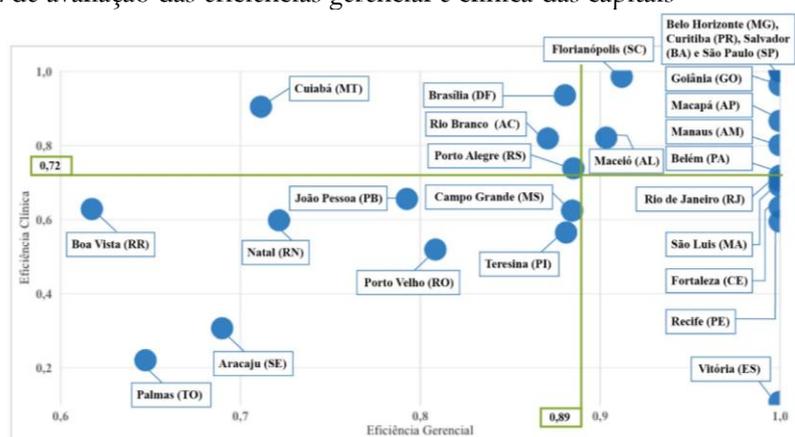


Fonte: Elaborada pelos autores.

A Figura 4 apresenta graficamente a média das eficiências gerencial e clínica dos municípios por cada uma das unidades federativas do Brasil. A partir da Figura 4 é possível observar visualmente que o estado do Amapá, localizado na região Norte do país, é o único estado a alcançar 100% de eficiência gerencial. Além disso, nenhuma unidade federativa alcançou, na média dos municípios, a eficiência clínica de 100%. A unidade federativa com a mais alta eficiência clínica foi o Distrito Federal, com 93,5% de eficiência. A Figura 4 também evidencia a situação dos estados do Ceará e do Sergipe, o primeiro apresenta a tonalidade mais clara no mapa da esquerda sobre a eficiência gerencial e o segundo apresenta a tonalidade mais clara no mapa da direita sobre a eficiência clínica. O estado do Ceará apresenta o menor índice de eficiência gerencial (0,55) e o terceiro menor índice de eficiência clínica (0,33), enquanto o estado do Sergipe apresenta o mais baixo índice de eficiência clínica (0,22) e o terceiro menor índice de eficiência gerencial (0,69).

O Gráfico 3 e a Tabela 5 apresentam os resultados da matriz de avaliação das eficiências gerencial e clínica de cada capital, a partir dos municípios analisados. As linhas do gráfico que delimitam os quadrantes representam a média da eficiência gerencial (0,89) e clínica (0,72) dos valores no gráfico. É possível observar que 10 das 27 capitais estaduais analisadas (por tanto, 37% da amostra) apresentam alta eficiência clínica e gerencial, com capitais localizadas em todas as cinco regiões do Brasil. Além disso, observa-se que 8 das 27 capitais analisadas (por tanto, 26%) apresentam situação crítica com baixa eficiência gerencial e clínica. Dentre estas, estão capitais das regiões Centro-Oeste (Palmas), Norte (Boa Vista, Campo Grande e Porto Velho) e Nordeste (Aracaju, João Pessoa, Natal e Teresina). É possível observar que Vitória (ES) é a capital com o menor índice de eficiência clínica (0,11), apesar de apresentar o mais alto índice de eficiência gerencial (1,00).

**Gráfico 3:** Matriz de avaliação das eficiências gerencial e clínica das capitais



Fonte: Elaborado pelos autores.

Destaca-se, também, que pertencem as regiões Sudeste, Sul e Nordeste as capitais que apresentam simultaneamente o mais alto índice de eficiência clínica (1,00) e gerencial (1,00): Belo Horizonte (MG), Curitiba (PR), Salvador (BA) e São Paulo (SP). Além destas quatro capitais, outras nove (Goiânia, Macapá, Manaus, Belém, Rio de Janeiro, São Luís, fortaleza, Recife e Vitória) apresentam o mais alto índice de eficiência gerencial (1,00), porém sem apresentarem o índice de 100% de eficiência clínica. Em situação oposta, encontra-se a capital do estado de Santa Catarina (Florianópolis) que apresenta o mais alto índice de eficiência clínica (1,00), porém sem apresentar o índice de 100% de eficiência gerencial.

**Tabela 5:** Eficiências gerencial e clínica das capitais de estado do Brasil

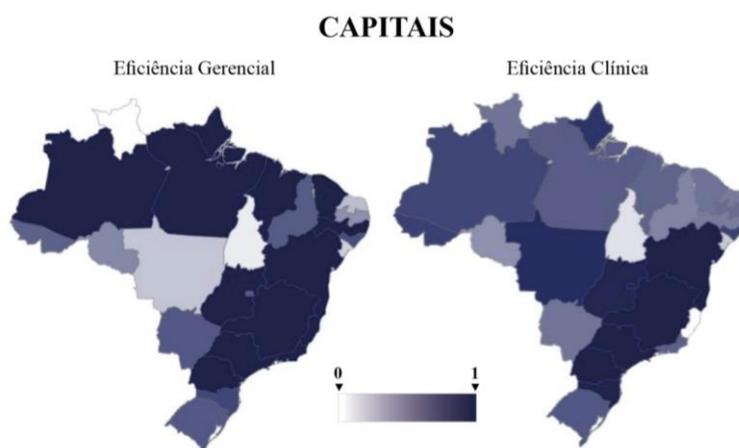
Análise agrupada dos municípios por quadrante	Municípios da Amostra	Eficiência Gerencial			Eficiência Clínica		
		Méd.	Máx.	Mín.	Méd.	Máx.	Mín.

N <sup>o</sup>	Descrição	N <sup>o</sup>	%						
1	Alta eficiência gerencial e alta eficiência clínica	10	37%	0,97	1,00	0,89	0,90	1,00	0,72
2	Baixa eficiência gerencial e alta eficiência clínica	4	14,8%	0,82	0,88	0,72	0,89	0,94	0,82
3	Alta eficiência gerencial e baixa eficiência clínica	5	18,5%	1,00	1,00	1,00	0,55	0,70	0,11
4	Baixa eficiência gerencial e baixa eficiência clínica	8	29,7%	0,76	0,88	0,62	0,51	0,65	0,22
<b>TOTAL</b>		<b>27</b>	<b>100%</b>	<b>0,89</b>	<b>1,00</b>	<b>0,62</b>	<b>0,72</b>	<b>1,00</b>	<b>0,11</b>

Fonte: Elaborada pelos autores.

Deve-se destacar, também, o fato de que todas as quatro capitais da região sudeste apresentam eficiência gerencial de 100%. Ressalta-se, no entanto, que enquanto São Paulo e Belo Horizonte apresentam eficiência clínica também de 100%, Rio de Janeiro (0,70) e Vitória (0,11) apresentam eficiência clínica abaixo da média das capitais brasileiras. Outro ponto a se destacar é fato de que Porto Alegre é a única capital estadual da região sul que não possui eficiência gerencial e clínica acima da média das demais capitais brasileiras, pois, apesar de apresentar eficiência clínica acima da média, apresenta eficiência gerencial abaixo da média.

Figura 5 – Mapa das eficiências gerencial e clínica das capitais do Brasil



Fonte: Elaborada pelos autores.

De forma complementar, a Figura 5 apresenta graficamente as eficiências gerencial e clínica das capitais de cada uma das unidades federativas do Brasil. A partir da Figura 5 é possível observar visualmente que há uma maior quantidade de capitais com a eficiência gerencial de 100%, com a tonalidade mais escura no mapa da esquerda (13 capitais, por tanto 48,1%), do que capitais com a eficiência clínica em 100%, com a tonalidade mais escura no mapa da direita (5 capitais, por tanto 18,5%).

No que se refere à análise comparativa entre as eficiências médias gerencial e clínica de cada estado e as eficiências gerencial e clínica de cada capital, deve-se destacar a identificação de três situações possíveis: (i) capital e estado ocupam o mesmo quadrante na análise matricial; (ii) capital ocupa um quadrante mais favorável que o estado na análise matricial; e (iii) estado ocupa um quadrante mais favorável na análise matricial. Este estudo evidencia que dentre as 27 ocorrências analisadas referente a relação comparativa entre a posição da capital e do estado em cada quadrante das matrizes analisadas, existem 11 (40,7%) ocorrências da situação (i), 7 (25,9%) ocorrências da situação (ii), e 9 (33,3%) ocorrências da situação (iii).

Quanto à situação (i), em que capital e estado ocupam o mesmo quadrante na análise matricial, observa-se que Curitiba (PR), São Paulo (SP), Florianópolis (SC), Goiânia (GO) e Macapá (AP) ocupam o Quadrante 1 na análise matricial por capitais e por estado e, assim, apresentam eficiências gerencial e clínica acima da média tanto na comparação entre capitais, quanto na comparação entre estados. Além disso, Cuiabá (MT) ocupa o Quadrante 2 na análise matricial por capitais e por estado, por apresentar eficiência gerencial abaixo da média, porém eficiência clínica acima da média. Já as capitais e estados que incluem Rio de Janeiro (RJ), Recife (PE) e Vitória (ES) também se encontram na situação (i), porém ocupam o Quadrante 3 na análise matricial por capitais e por estado, por apresentarem eficiência gerencial acima da média, porém eficiência clínica abaixo da média. Por fim, Natal (RN) e Aracaju (SE) ocupam o Quadrante 4 na análise matricial por capitais e por estado, por apresentarem eficiências gerencial e clínica abaixo da média.

No âmbito da situação (ii), em que a capital ocupa um quadrante mais favorável que o estado na análise matricial, observa-se que enquanto as capitais Belo Horizonte (MG), Salvador (BA), Maceió (AL) e Manaus (AM) ocupam o Quadrante 1 com eficiências gerencial e clínica acima da média, os respectivos estados ocupam o Quadrante 2 com a eficiência gerencial abaixo da média e a eficiência clínica acima da média. Um caso extremo a ser considerado é o referente a capital Belém e o estado do Pará. Enquanto Belém ocupa o Quadrante 1 e evidencia eficiências gerencial e clínica acima da média, o estado do Pará ocupa posição oposta no Quadrante 4 ao apresentar baixa eficiência gerencial e baixa eficiência clínica. Por fim, enquanto as capitais São Luís (MA) e Fortaleza (CE) ocupam o Quadrante 3 com a eficiência gerencial acima da média e a eficiência clínica abaixo da média, os respectivos estados ocupam o Quadrante 4 e apresentam baixa eficiência gerencial e clínica.

Referente à situação (iii), em que o estado ocupa um quadrante mais favorável na análise matricial do que as capitais, observa-se que as unidades federativas AC, DF e RS ocupam o Quadrante 1 na análise matricial por estados com eficiência gerencial e clínica acima da média, enquanto as respectivas capitais ocupam o Quadrante 2, com eficiência gerencial abaixo da média e eficiência clínica acima da média. De forma complementar, os estados do Mato Grosso do Sul e Piauí também o ocupam o Quadrante 1, porém as respectivas capitais estão em situação oposta e ocupam o Quadrante 4, em que apresentam baixa eficiência gerencial e clínica. Os estados de Rondônia e Tocantins também se encontram em situação mais favorável e ocupam o Quadrante 3, enquanto suas respectivas capitais ocupam o Quadrante 4. Por fim, os estados da Paraíba e Roraima ocupam o Quadrante 2, enquanto suas respectivas capitais ocupam o Quadrante 4.

## CONCLUSÃO

Considera-se que este estudo alcançou o objetivo de propor e testar um modelo capaz de avaliar a eficiência clínica e gerencial dos hospitais do SUS (Sistema Único de Saúde) no tratamento à *COVID-19* nos municípios brasileiros a partir da data do primeiro caso da doença no país até a data em que foi contabilizado o óbito de número 600.000, com a inclusão do número de vacinados como variável de análise. A amostra inicial de 5.565 municípios foi reduzida para 640 municípios distribuídos em todas as cinco regiões do país e das 27 UFs do Brasil, o que evidencia a preservação do rigor metodológico ao tratar os dados, bem como a abrangência do estudo realizado.

O estudo foi realizado a partir da utilização do método *DEA* em dois estágios, em que os municípios foram utilizados como *DMU* para a avaliação da eficiência gerencial e a eficiência clínica no tratamento à *COVID-19*. A eficiência gerencial foi avaliada no primeiro estágio a partir do uso de seis variáveis de *input* referentes aos recursos físicos, humanos e financeiros disponíveis para a internação de pacientes com *COVID-19* nos municípios, além de quatro variáveis de *output*, referentes às internações realizadas em pacientes com *COVID-19* em leitos clínicos e de UTI, além da quantidade de vacinados contra *COVID-19* com a primeira e segunda dose. A eficiência clínica foi avaliada no segundo estágio a

partir do uso de quatro variáveis de *input* (as mesmas quatro utilizadas como *output* no primeiro estágio) referentes às internações realizadas e a quantidade de vacinados, enquanto a variáveis de *output* consideradas foram duas, sendo uma referente à quantidade de pacientes internados que receberam alta e outra referente à quantidade total de óbitos pela doença registrados no município.

Os resultados evidenciam que os municípios analisados possuem, na média, melhores índices de eficiência gerencial (0,86), do que clínica (0,67), ou seja, os gestores são, em média, mais eficientes em otimizar os recursos para possibilitar atender ao maior número de internações necessárias e alcançar maior número de vacinados com primeira e segunda dose, no contexto da *COVID-19*, do que a equipe médica dos municípios analisados é, em média, eficiente em recuperar os pacientes internados. Este resultado é o oposto do evidenciado por Aroeira *et al.* (2020) quando, na análise referente ao período dos 100 mil óbitos no Brasil, a média da eficiência clínica apresentou valor superior à média da eficiência gerencial. Tal fato pode estar relacionado à inclusão da variável da quantidade de vacinados tanto como *output* da avaliação da eficiência gerencial, quanto como *input* da avaliação da eficiência clínica. Observa-se, ainda, que há a possibilidade de municípios com baixa eficiência gerencial alcançarem alta eficiência clínica e vice-versa. Destaca-se que há uma maior parcela de municípios com alta eficiência gerencial e clínica no tratamento a pacientes de *COVID-19* (240, ou seja, 37,5% da amostra), do que municípios com baixa eficiência gerencial e clínica (119, ou seja, 18,6% da amostra). Destaca-se, no entanto, que 400 municípios (63% da amostra) possuem oportunidade significativa de melhoria da eficiência gerencial ou clínica para, ao menos, alcançarem a média das eficiências gerencial e clínica dos municípios estudados. Este percentual é similar ao percentual de 62% identificado por Aroeira *et al.* (2020). Em complemento, observa-se, na comparação relativa entre as eficiências gerencial e clínica entre capitais e estados, que existem 11 capitais (40,7%) que apresentam situação similar a situação dos estados, 7 capitais (25,9%) que possuem situação mais favorável que os respectivos estados, bem como existem 9 estados (33,3%) que apresentam situação mais favorável do que as respectivas capitais.

Como relevante contribuição deste estudo, destaca-se a proposição e validação empírica neste artigo de um modelo para mensuração das eficiências gerencial e clínica de municípios no contexto da *COVID-19* com a consideração da população vacinada como variável de análise. Sugere-se que este modelo seja utilizado por pesquisadores e órgãos competentes, tais como ministérios em âmbito nacional e secretarias em âmbitos estadual e municipal para a avaliação das eficiências gerencial e clínica de municípios em diferentes contextos durante a pandemia de *COVID-19*.

Destaca-se como limitações do estudo, o fato de que os resultados são restritos aos dados analisados referentes a 11,5% (640) dos 5.570 municípios brasileiros no período de 25 de fevereiro de 2020 até 8 de outubro de 2021, por tanto, a generalização do estudo para outros períodos e outros municípios que não compõem a amostra não se faz adequada. Ressalta-se, ainda, que a seleção das variáveis de *input* e *output*, por mais que feita com substancial fundamentação teórica, afeta os resultados do modelo.

Como sugestão de estudos futuros, sugere-se a utilização deste modelo em diferentes contextos para análise de municípios brasileiros; a aplicação do mesmo modelo durante novos períodos a medida que a pandemia avance e continue a afetar a sociedade; o ajuste e aplicação do modelo para avaliação da eficiência dos hospitais como *DMUs*; aplicação do modelo em outros países; além da mensuração da relação existente entre as eficiências gerencial e clínica e variáveis socioeconômicas, tais como índice de desenvolvimento humano do município.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AROEIRA, T.; VILELA, B.; FERREIRA, R. MORE THAN 100,000 DEATHS: EVALUATION OF THE EFFICIENCY OF SUS HOSPITALS IN THE TREATMENT OF COVID-19 IN BRAZILIAN MUNICIPALITIES. *Revista de Administração Hospitalar e Inovação em Saúde*, v. 18, n. 2, 2020.

BANKER, R. D.; CHARNES, A.; COOPER, W. W. SOME MODELS FOR ESTIMATING TECHNICAL AND SCALE INEFFICIENCIES IN DATA ENVELOPMENT ANALYSIS. **Management Science**, v. 30, n. 9, 1984.

BARBOSA, L. D.; ZANATTA, G.; CAMPIOLO, E. L. O USO DE VENTILADORES NA PANDEMIA DO COVID-19. **Interamerican Journal Of Medicine Health**, 2020.

BOGETOFT, P.; OTTO, L. **Benchmarking with DEA, SFA, and R**. [s.l: s.n.]. v. 157, 2011.

BREITENBACH, M. C.; NGOBENI, V.; AYE, G. C. Global Healthcare Resource Efficiency in the Management of COVID-19 Death and Infection Prevalence Rates. **Frontiers in Public Health**, v. 9, 29 abr. 2021.

BREITENBACH, M. C.; NGOBENI, V.; AYTE, G. The first 100 days of COVID-19 coronavirus – How efficient did country health systems perform to flatten the curve in the first wave? **MPRA Paper**, p. 25, 2020.

CAMPOS, I. S. et al. A Vulnerability Analysis for the Management of and Response to the COVID-19 Epidemic in the Second Most Populous State in Brazil. **Frontiers in Public Health**, v. 9, 13 abr. 2021.

CAO, X. COVID-19: Imunopatologia e suas implicações para a terapia. **Nature Reviews Immunology**, v. 20, p. 269–270, 2020.

CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision making units. **European Journal of Operational Research**, v. 2, n. 6, 1978.

CHILINGERIAN, J. A.; SHERMAN, H. D. Health-care applications: From hospitals to physicians, from productive efficiency to quality frontiers. In: **International Series in Operations Research and Management Science**. [s.l: s.n.]. v. 164, 2011.

COFEN. **Conselho Federal de Enfermagem**.

COOPER, W. W.; SEIFORD, L. M.; ZHU, J. Handbook on Data Envelopment Analysis. **Chapter I: Data Envelopment Analysis**, 2011.

CUCINOTTA, D.; VANELLI, M. **WHO declares COVID-19 a pandemic** *Acta Biomedica*, 2020. DATASUS. **DATASUS**. Disponível em: <<http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php>>. Acesso em: 31 out. 2021.

EMROUZNEJAD, A.; YANG, G. LIANG. A survey and analysis of the first 40 years of scholarly literature in DEA: 1978–2016. **Socio-Economic Planning Sciences**, v. 61, 2018.

FAUCI, A. S.; LANE, H. C.; REDFIELD, R. R. Covid-19 — Navigating the Uncharted. **The New England Journal Of Medicine**, 2020.

FERRAZ, D. et al. COVID Health Structure Index: The Vulnerability of Brazilian Microregions. **Social Indicators Research**, v. 158, n. 1, p. 197–215, 5 nov. 2021.

GHASEMI, A.; BOROUMAND, Y.; SHIRAZI, M. How do governments perform in facing

COVID-19? **MPRA Paper**, v. 99844, p. 36, 2020.

GRAMACHO, W. G.; TURGEON, M. When politics collides with public health: COVID-19 vaccine country of origin and vaccination acceptance in Brazil. **Vaccine**, v. 39, n. 19, p. 2608–2612, maio 2021.

IBGE. **IBGE**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/>>, 2021.

JOHNS HOPKINS UNIVERSITY. **COVID-19 Map - Johns Hopkins Coronavirus Resource Center**. Disponível em: <<https://coronavirus.jhu.edu/>>. Acesso em: 20 nov. 2021.

KAMEL, M. A.; MOUSA, M. E.-S. Measuring operational efficiency of isolation hospitals during COVID-19 pandemic using data envelopment analysis: a case of Egypt. **Benchmarking: An International Journal**, v. 28, n. 7, p. 2178–2201, 2 ago. 2021.

KOHL, S. et al. The use of Data Envelopment Analysis (DEA) in healthcare with a focus on hospitals. **Health Care Management Science**, v. 22, n. 2, 2018.

LEITE, S. N. et al. Management of the health workforce in facing COVID-19: disinformation and absences in Brazil's Public Policies. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 26, n. 5, p. 1873–1884, maio 2021.

LIU, J. S. et al. A survey of DEA applications. **Omega**, v. 41, n. 5, p. 893–902, out. 2013.

MARIANO, E. et al. Brazilian states in the context of COVID-19 pandemic: an index proposition using Network Data Envelopment Analysis. **IEEE Latin America Transactions**, v. 100, 2020.

MD HAMZAH, N.; YU, M.-M.; SEE, K. F. Assessing the efficiency of Malaysia health system in COVID-19 prevention and treatment response. **Health Care Management Science**, v. 24, n. 2, p. 273–285, 2 jun. 2021.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Coronavírus Brasil**. Disponível em: <<https://covid.saude.gov.br/>>. Acesso em: 31 out. 2021.

MOURAD, N.; HABIB, A. M.; THARWAT, A. Appraising healthcare systems' efficiency in facing COVID-19 through data envelopment analysis. **Decision Science Letters**, v. 10, n. 3, p. 301–310, 2021.

NDWANDWE, D.; WIYSONGE, C. S. COVID-19 vaccines. **Current Opinion in Immunology**, v. 71, p. 111–116, ago. 2021.

NEPOMUCENO, T. C. C. et al. A DEA-Based Complexity of Needs Approach for Hospital Beds Evacuation during the COVID-19 Outbreak. **Journal of Healthcare Engineering**, v. 2020, p. 1–9, 30 set. 2020.

OMS. **Dashboard com a situação da COVID-19 nos países**. Disponível em: <<https://covid19.who.int/table>>. Acesso em: 31 out. 2021.

OUR WORLD IN DATA. **World Population**.

PORTAL DA TRANSPARÊNCIA. **Portal da Transparência**. Disponível em:

<<http://www.portaltransparencia.gov.br/>>. Acesso em: 31 out. 2021.

SHIROUYEHZAD, H.; JOUZDANI, J.; KHODADADI-KARIMVAND, M. Fight Against COVID-19: A Global Efficiency Evaluation based on Contagion Control and Medical Treatment. **Journal of Applied Research on Industrial Engineering**, v. 7, n. 2, p. 109–120, 2020.

ZAMPIERI, F. G.; SOARES, M.; SALLUH, J. I. F. Avaliação do desempenho de unidades de terapia intensiva durante a pandemia da COVID-19. **Revista Brasileira de Terapia Intensiva**, v. 32, n. 2, p. 203–206, 2020.