



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO, ATUARIAS E**  
**CONTABILIDADE**  
**DEPARTAMENTO DE ADMINISTRAÇÃO**  
**CURSO DE ADMINSTRAÇÃO**

**JOÃO PAULO BATISTA BARBOSA**

**AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA RELATIVA DE 12 HOSPITAIS DA REDE EBSEH**  
**NO CONTEXTO DA PANDEMIA DE COVID-19**

**FORTALEZA**

**2022**

JOÃO PAULO BATISTA BARBOSA

AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA RELATIVA DE 12 HOSPITAIS DA REDE EBSEH  
NO CONTEXTO DA PANDEMIA DE COVID-19

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de administração da Universidade Federal do Ceará, como requisito para a graduação em administração.

Orientador: Prof.<sup>a</sup> Dra. Luma Louise Sousa Lopes

FORTALEZA

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Sistema de Bibliotecas  
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

B198a Barbosa, João Paulo Batista.

Avaliação da eficiência relativa de 12 hospitais da rede EBSEH no contexto da pandemia de COVID-19 / João Paulo Batista Barbosa. – 2021.  
63 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Faculdade de Economia, Administração, Atuária e Contabilidade, Curso de Administração, Fortaleza, 2021.  
Orientação: Profa. Dra. Luma Louise Sousa Lopes.

1. COVID-19. 2. Pandemia. 3. Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares. I. Título.

CDD 658

---

JOÃO PAULO BATISTA BARBOSA

AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA RELATIVA DE 12 HOSPITAIS DA REDE EBSEH NO  
CONTEXTO DA PANDEMIA DE COVID-19

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de administração da Universidade Federal do Ceará, como requisito para a graduação em administração.

Aprovada em: 02/02/2022.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Luma Louise Sousa Lopes  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Bruno Chaves Correia Lima  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Paulo Henrique Nobre Parente  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Branquinha (in memoriam)

## **AGRADECIMENTOS**

A minha orientadora Prof.<sup>a</sup> Dra. Luma Louise Sousa Lopes, suas valiosas indicações e sugestões foram fundamentais para concluir essa pesquisa.

Aos professores participantes da banca examinadora Prof. Dr. Bruno Chaves Correia Lima e Prof. Dr. Paulo Henrique Nobre Parente, por dedicarem seu tempo a avaliarem essa pesquisa. Muito obrigado!

A minha esposa Débora pela sua compreensão com o tempo que eu dedicava a este trabalho de pesquisa e por aturar todo os meus momentos de estresse durante o processo.

“A primeira regra de qualquer tecnologia utilizada num negócio é que a automação aplicada a uma operação eficiente vai aumentar a eficiência. A segunda é que a automação aplicada a uma operação ineficiente vai aumentar a ineficiência” (GATES, 1995)

## RESUMO

O presente trabalho consiste da avaliação da eficiência relativa de 12 hospitais da rede EBSEH no contexto da pandemia de COVID-19. Objetivou-se identificar o nível de eficiência hospitalar antes e após o período da pandemia de Covid-19. O método utilizado foi a análise envoltória de dados conjuntamente com o índice de Malmquist. Selecionaram-se três variáveis ou insumos para *input*: quantidade de profissionais cadastrados no cadastro nacional de estabelecimentos de saúde; valor total mensal das autorizações de internação hospitalar e número de leitos hospitalares. Como variável de resultado ou *output* utilizou-se a quantidade de internações hospitalares, o modelo foi aplicado considerando retornos constantes a escala. Apresentou-se os scores de eficiência obtidos para o período pandêmico comparando-os com os escores de eficiência do período controle anterior à pandemia. Como resultado verificou-se durante a pandemia houve aumento na média da quantidade de profissionais, leitos hospitalares e dos valores totais de AIH, mas que esses aumentos não representaram ganho no total de internações. A média do total de internações diminuiu durante a pandemia em relação ao 2º semestre de 2019. No período da pandemia houve perda de eficiência relativa entre os hospitais, e que a produtividade total dos fatores teve decréscimo na pandemia influenciada por mudanças na eficiência tecnológicas.

**Palavras-chave:** DEA; Malmquist; Eficiência Hospitalar; Covid-19.

## ABSTRACT

The present work consists of the evaluation of the relative efficiency of 12 hospitals of the EBSEH network in the context of the COVID-19 pandemic. The objective was to identify the level of hospital efficiency before and after the period of the Covid-19 pandemic. The method used was the data envelopment analysis together with the Malmquist index. Three variables or Inputs were selected for input: number of professionals registered in the national registry of health establishments; total monthly amount of hospital admission authorizations and number of hospital beds. As a result or output variable, the number of hospital admissions was used, the model was applied considering constant returns to scale. The efficiency scores obtained for the pandemic period were presented, comparing them with the efficiency scores of the control period before the pandemic. As a result, during the pandemic, there was an increase in the average number of professionals, hospital beds and total AIH values, but these increases did not represent a gain in total hospitalizations. The average of total hospitalizations decreased during the pandemic compared to the 2nd half of 2019. During the pandemic period, there was a loss of relative efficiency among hospitals, and that the total productivity of the factors had a decrease in the pandemic influenced by changes in technological efficiency.

**Keywords:** DEA; Malmquist; Hospital Efficiency; Covid-19..

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1-</b> Tipos de eficiência .....	19
<b>Figura 2</b> – Função de Produção $y=f(x)$ .....	20
<b>Figura 3</b> – Processos de produção de hospitais .....	22
<b>Figura 4</b> – Métodos para a estimação da eficiência técnica por fronteiras.....	23

## LISTA DE EQUAÇÕES

Equação(1) Produtividade Parcial Dos Fatores .....	19
Equação (2) Eficiência Global.....	21
Equação (3) Função De Produção Estocastica .....	24
Equação (4) Ineficiência Tecnica.....	25
Equação (5) Índice De Produtividade De Malmquist.....	26
Equação(6) Função De Produção A Ser Maximizada .....	28
Equação(7) Restrição Da Equação 6 .....	28
Equação(8) Restrição Da Equação 6 .....	28
Equação (9) Modelo Ccr Primal Ou Dos Multiplicadores Orientado A <i>Input</i> .....	28
Equação(10) Restrição Equação 9.....	28
Equação(11) Restrição Equação 9 .....	28
Equação (12) Restrição Equação 9.....	28
Equação(13) Modelo Ccr Primal Ou Dos Multiplicadores Orientado A <i>Output</i> .....	29
Equação(14) Modelo Ccr Orientado A <i>Output</i> Na Forma Fracionaria.....	29
Equação(15) Modelo Ccr Orientado A <i>Output</i> Na Forma Linearizada .....	29
Equação(16) Modelo Bcc Ou Vrs.....	30

## LISTA DE TABELAS E QUADROS

<b>Tabela 1-</b> Distribuição de frequência de internações com diagnóstico de Covid-19 na rede EBSERH entre março de 2020 e setembro de 2021 _____	37
<b>Tabela 2</b> – Teste de normalidade de Shapiro-Wilk. Calculado sobre os dados obtidos dos hospitais da amostra entre julho de 2019 e junho de 2021 _____	40
<b>Tabela 3</b> – Matriz de Correlação de Spearman. Calculado sobre os dados obtidos dos hospitais da amostra entre julho de 2019 e junho de 2021 _____	40
<b>Tabela 4</b> – Estatística descritiva por <i>input</i> e <i>output</i> entre o 2º semestre de 2019 ao 1º semestre de 2021. _____	42
<b>Tabela 5</b> – Escores de eficiência técnica por hospital e semestre _____	43
<b>Tabela 6</b> – Benchmarks hospitalares por semestres _____	44
<b>Tabela 7</b> – Índice de Malmquist: sumário das médias mensais _____	45
<b>Tabela 8</b> – Índice de Malmquist: sumário das médias mensais dos hospitais no período ____	46
<b>Tabela 9</b> - Dados de pesquisa mensais por hospital entre jul. 2019 a jun. 2021 _____	54
<b>Quadro 1</b> - Hospitais selecionados para amostra de pesquisa _____	38
<b>Quadro 2</b> - Detalhamento dos <i>Inputs</i> e <i>outputs</i> escolhidos _____	39

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AIH	Autorização de Internação Hospitalar
BCC	Denomina o modelo DEA para retornos variáveis de escala, formado pelas iniciais de Banker, Charnes e Cooper, seus criadores.
CCR	Denomina o modelo DEA para retornos constantes de escala, formado pelas iniciais de Charnes, Cooper e Rhodes, seus criadores.
CEROF	Centro de Referência em Oftalmologia
CHC	Complexo Hospitalar de Clínicas
CHUJBB	Hospital Universitário João de Barros Barreto
CNES	Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde
COVID19	Do inglês <i>coronavirus disease</i> 2019, doença de coronavírus 2019. (PRIBERAM, 2021, n.p.)
DATASUS	Departamento de Informática do SUS.
DEA	Do inglês <i>Data Envelopment Analysis</i> , análise por envoltória de dados.
DMU	Do inglês <i>Decision Making Unit</i> , unidade tomadora de decisão,
EBSERH	Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares
Furg	Universidade Federal do Rio Grande
HC	Hospital de Clínicas
HDT	Hospital de doenças tropicais
HE	Hospital Escola
HU	Hospital Universitário
Huab	Hospital Universitário Ana Bezerra
HUAP	Hospital Universitário Antônio Pedro
HUB	Hospital Universitário de Brasília
HUBFS	Hospital Universitário Bettina Ferro de Souza
Hucam	Hospital Universitário Cassiano Antônio Moraes
HUF	Hospital Universitário Federal
HUGG	Hospital Universitário Gaffree e Guinle
HUJB	Hospital Universitário Júlio Bandeira
HUL	Hospital Universitário de Lagarto
HULW	Hospital Universitário Lauro Wanderley
HUmap	Hospital Universitário Maria Aparecida Pedrossian

HUPAA	Hospital Universitário Professor Alberto Antunes
HUSM	Hospital Universitário de santa maria
HUWC	Hospital Universitário Walter Cantídio
Meac	Maternidade Escola Assis Chateaubriand
MVFA	Maternidade Victor Ferreira do Amaral
PPLs	Problemas de Programação Linear
SIH/SUS	Sistema de Informações Hospitalares do SUS
SNSP	Sistema Único de Saúde de Portugal
SUS	Sistema Único de Saúde
TCU	Tribunal de Contas da União
UFAL	Universidade Federal de Alagoas
UFBA	Universidade Federal da Bahia
UFC	Universidade Federal do Ceará
UFMG	Universidade Federal de Campo Grande
UFES	Universidade Federal do Espírito Santo
UFF	Universidade Federal Fluminense
UFG	Universidade Federal de Goiás
UFGD	Universidade Federal da Grande Dourados
UFJF	Universidade Federal de Juiz de Fora
UFMA	Universidade Federal do Maranhão
UFMA	Universidade Federal do Amazonas
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
UFMS	Universidade Federal de Mato Grosso Do Sul
UFMT	Universidade Federal do Mato Grosso
UFPA	Universidade Federal do Pará
UFPB	Universidade Federal da Paraíba
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco
UFPEL	Universidade Federal de Pelotas
UFPI	Universidade Federal do Piauí.
UFPR	Universidade Federal do Paraná
UFRN	Universidade Federal do Rio Grande do Norte
UFS	Universidade Federal de Sergipe
Ufscar	Universidade Federal de São Carlos

UFSM	Universidade Federal de Santa Maria
UFT	Universidade Federal do Tocantins
UFU	Universidade Federal de Uberlândia
UNB	Universidade de Brasília
UNIRIO	Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Univasf	Universidade Federal do Vale do Rio São Francisco
VRS	Do inglês, <i>variable returns to scale</i> , retornos variáveis de escala.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	16
<b>2 CONCEITOS E MEDIDAS DE EFICIÊNCIA</b> .....	18
<b>2.1 - Conceito de eficiência</b> .....	18
<b>2.2 – Medidas de eficiência</b> .....	23
<b>3 ESTUDOS EMPÍRICOS</b> .....	31
<b>4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b> .....	36
<b>5 ANÁLISE DOS RESULTADOS</b> .....	42
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	47
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	49
<b>APÊNDICE</b> .....	54

## 1 INTRODUÇÃO

Os sistemas de saúde pública buscam, além da prevenção de doenças, a promoção, a assistência e a recuperação da saúde da população. As preocupações com saúde nos países são geralmente relevantes e, no Brasil, essa preocupação está, inclusive, presente na Constituição Federal de 1988 como um direito do cidadão e dever do Estado (art. 6º). Por um lado, a demanda pelos serviços de saúde, por parte da população é continuamente crescente, enquanto, por outro, os ciclos de crises políticas e econômicas limitam os recursos orçamentários da área e o aumento da expectativa de vida da população desafia ainda mais a capacidade dos sistemas de saúde. (ROCHA; FURTADO; SPINOLA, 2019). Para que esse sistema não colapse, torna-se imprescindível a busca constante de formas de reduzir os desperdícios usando eficientemente os recursos disponíveis.

O período 2020-2021 foi intenso para administração dos hospitais ao redor do mundo. A pandemia causada pelo vírus SARS-CoV-2 obrigou os hospitais se reorganizarem operacionalmente, cancelando procedimentos eletivos, contratando mão de obra emergencial, criando protocolos de atendimento, além de adaptar e/ou construir novas alas para o atendimento exclusivo de acometidos pela nova doença (COVID-19). A isso, somou-se também a escassez de insumos e de mão de obra em decorrência da alta demanda ocasionada pela pandemia.

Para serviços de saúde que não atenderam casos da COVID-19, foram afetados indiretamente pelas medidas de distanciamento social e pelo direcionamento da demanda de pacientes, antes acolhidos pelos serviços de saúde envolvidos no tratamento de infectados pelo SARS-CoV-2. No Brasil, a pandemia foi oficialmente declarada em 20 de março de 2020 a partir da confirmação da transmissão comunitária pelo Ministério da Saúde.

O contexto operacional intenso imposto pela pandemia ao sistema de saúde brasileiro, especificamente aos hospitais públicos, trouxe impacto para vários indicadores de gestão, em especial àqueles direcionados para a avaliação das linhas de frente. Como consequência, espera-se que esses impactos alterem os níveis de eficiência nos hospitais públicos.

Portanto, é necessário entender o reflexo desse contexto sobre a eficiência das unidades hospitalares, especialmente as públicas, que já sofriam antes da pandemia com a escassez de recursos diante de uma demanda crescente por serviços de saúde. Entende-se eficiência como a forma ótima de gestão e alocação de *inputs* e *outputs*, de modo a produzir o melhor resultado comparativamente a um referencial determinado (*benchmark*).

Diante desse cenário surge a seguinte questão de pesquisa: Quais os níveis de eficiência relativa e produtividade dos hospitais administrados pela Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares (EBSERH) antes e durante a pandemia da COVID-19

O objetivo geral dessa pesquisa consiste em comparar o nível de eficiência hospitalar relativa e produtividade de doze unidades hospitalares administrados pela Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares (EBSERH) antes e durante o contexto da pandemia da Covid-19.

Para tanto, tem-se os seguintes objetivos específicos: i) identificar o nível de eficiência relativa hospitalar de cada unidade investigada antes e durante o contexto da pandemia de Covid-19; ii) analisar eventuais variações de eficiência relativa hospitalar durante os períodos avaliados e iii) descrever as mudanças ocorridas na produtividade total dos fatores de produção apresentando as alterações em seus componentes de eficiência técnica, tecnológica e de escala. Foram utilizados dados primários originados de bancos de dados públicos do Ministério da Saúde do Brasil.

Esse estudo motivou-se pelo contexto em que se insere, (pandemia da covid-19) melhorias na eficiência relativa hospitalar podem representar mais vidas salvas justificando, assim, a relevância do presente estudo nesse cenário. Ao comparar a eficiência dessas unidades hospitalares pode-se identificar *benchmarks* e demonstrar a capacidade (indireta) dos gestores hospitalares na condução (operacional e financeira) dessas instituições frente à pandemia.

A literatura mostra muitos estudos empíricos que analisam prestadores de serviços de saúde ou avaliam e comparam o desempenho de regiões no tocante a saúde de suas populações. Nessa pesquisa serviram de base alguns desses estudos tais como, Afonso e Fernandes (2008), Marinho (2001, 2002, 2003); Sousa e Macedo (2006), Trivelato *et al.* (2005); Silva M. (2016). No contexto da pandemia, dado a sua recentidade, ainda são poucos os estudos que tratam de eficiência, mas cita-se o pioneirismo de Ordu, Akin e Demir (2021) e de Aroeira (2020)

Ao estudar sobre como pandemia da Covid-19 reflete na eficiência de unidades hospitalares públicas, e, dado que, avaliar a eficiência deve ser constante nas instituições que usam recursos públicos, essa pesquisa contribui para que os usuários saibam se essas instituições foram eficientes; contribui na autoavaliação (competitiva) do desempenho das instituições; na identificação, a posteriori, das estratégias adotadas por àquelas consideradas eficientes; e na avaliação da produtividade (evolução), possibilitando, identificar o fator temporal (antes e após) a pandemia no contexto da gestão dos recursos públicos.

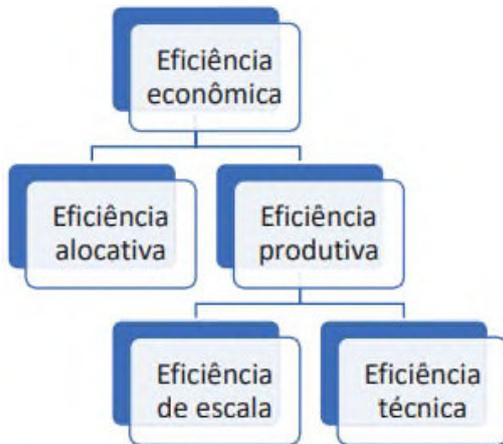
## 2 CONCEITOS E MEDIDAS DE EFICIÊNCIA

### 2.1 Conceito de eficiência

Segundo Marcovitch (1979), existem três dimensões de êxito de uma organização: a produtividade, a eficácia e eficiência. Enquanto a eficácia e produtividade podem ser mais facilmente quantificados, o mesmo não ocorre com a eficiência (MARCOVITCH, 1979). A produtividade pode ser medida pela razão entre os *Inputs* e *outputs* (ROSANO-PEÑA *et al.* 2012) e a eficácia pode ser medida por indicadores financeiros, contábeis, operacionais, mercadológicas entre outros, que mensurarão se a organização foi capaz de cumprir os objetivos estratégicos traçados. A eficiência, por sua vez, além de ter circunscrita o conceito de produtividade também condensa a forma como a organização aloca seus recursos para auferir o melhor resultado (MACEDO, 2018).

A depender da disciplina o conceito de eficiência pode ser um pouco diferente, (MACEDO, 2018). Nas Engenharias pode-se calcular a eficiência de um motor, por exemplo, pela razão entre a energia consumida e o trabalho (rotações) gerado, comparar isso com um padrão teórico ideal (um estado no qual não houvesse perdas de energia através da geração de calor e/ou por meio do atrito dos componentes) e com esse dado classificar o motor em “eficiente energeticamente”. Na Administração, a eficiência pode diferir em conceituação a depender da abordagem que se adote. Na teoria estruturalista da Administração, a eficiência é conseguida quando a organização aplica seus recursos, diante de um leque de alternativas disponíveis, na opção que produz o melhor resultado (SERGEANT; FERES, 1972).

Já no campo da auditoria, o tribunal de contas da união (TCU) em seu manual de auditoria operacional adota a definição de que a eficiência é a “relação entre os produtos (bens e serviços) gerados por uma atividade e os custos dos insumos empregados para produzi-los, em um determinado período, mantidos os padrões de qualidade” (TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO, 2020. Pg. 17) para o TCU a eficiência é um conceito relativo necessitando de um referencial de comparação (TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO, 2020). Macedo (2018) afirma que existem muitas formas de mensurar a eficiência e classifica a eficiência em tipos, as hierarquizando na forma da figura 1.

**Figura 1-** Tipos de eficiência

Fonte: (MACEDO, 2018)

Para abordar os tipos de eficiências em Macedo (2018), se faz necessário, antes, introduzir o conceito de produtividade, já que, como citado, a mesma está circunscrita no conceito de eficiência. Ambas, produtividade e eficiência, permitem inferências sobre o desempenho das organizações, entretanto seus significados distinguem-se quanto ao tipo de valor informativo.

A produtividade em geral pode ser descrita como o quociente resultante da razão entre as saídas da produção (*output*) e os fatores de entrada (*Inputs*) (ROSANO-PEÑA, *et al* 2012). A produtividade pode ser avaliada em termos totais e parciais. Na fórmula (1), tem-se a produtividade parcial dos fatores (PPF), que considera unicamente a razão de um determinado produto por um determinado insumo ignorando a possível contribuição de outros fatores de produção. (BURKE, 2015).

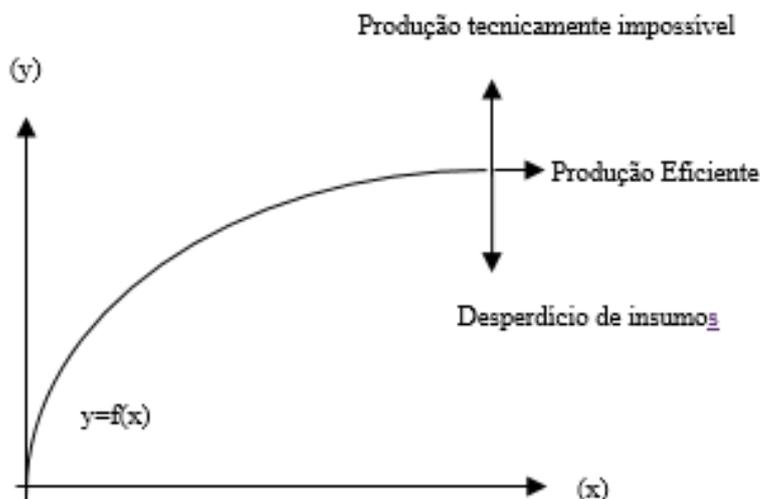
$$\text{Produtividade parcial dos fatores} = \frac{y_1}{x_1} = \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \quad (1)$$

A relação entre os insumos do processo produtivo e o produto resultante a um certo nível tecnológico pode ser representado por uma função de produção. Segundo Pindyck e Rubinfeld (2013, p. 194) “Uma função de produção indica o produto máximo (volume de produção) [...] que uma empresa produz para cada combinação específica de insumos”.

A função de produção  $y = f(x)$  é mostrada na Figura 2. A área abaixo da curva representa o conjunto de produção cada ponto de produção nessa área converte uma quantidade de insumo  $x$  em uma saída  $y$ . Os pontos situados na fronteira superior dessa área representam a melhor transformação possível de insumo em produto. Pontos abaixo dessa

fronteira demonstram desperdício de insumos e pontos acima da fronteira são impossíveis tecnicamente ao nível tecnológico considerado.

**Figura 2** – Função de Produção  $y=f(x)$



Fonte: Elaborado pelo autor.

A soma das saídas  $Y_i$  ( $i = 1, 2, \dots, I$ ) em relação a soma das entradas  $x_j$  ( $j = 1, 2, \dots, J$ ) de um processo resulta na produtividade total dos fatores (PTF), expressa pela razão entre um índice de produto e um índice composto pelos fatores de produção envolvidos no processo produtivo. (MORAIS, *et al.* 2016)

A busca de medir e interpretar a produtividade geral dos fatores (PTF) vem fomentando os estudos sobre produtividade ao longo dos anos. Mais intensamente, a partir da década de 1950 (MORAIS, *et al.* 2016). Segundo Macedo (2018, p. 58), a partir dessa época “ampliam-se os estudos inspirados na análise microeconômica e voltados a produção de medidas de eficiência, relacionando as empresas e sua capacidade no uso de insumos na produção”. Duas abordagens distintas vêm caracterizando esses estudos uma se utiliza do instrumental teórico de Solow-Swan (1956) e Solow (1957), que se baseia no conhecimento da contabilidade do crescimento e a outra baseada no trabalho de Farrell (1957), que, a partir do nível microeconômico, incorporou novos conceitos de eficiência e produtividade. (MORAIS, *et al.* 2016).

A diferença dessas duas abordagens reside na suposição sobre eficiência de produção. Na abordagem da contabilidade de crescimento de Solow-Swan (1956) e Solow (1957), admite-se eficiência técnica na produção, enquanto os trabalhos fundamentados em Farrell

(1957), atentam-se para a possibilidade de ineficiências no processo produtivo. (MORAIS, *et al.* 2016)

Farrell (1957) se concentrou na medição da eficiência em função da utilização dos insumos. Segundo Farrell (1957), a eficiência econômica apresenta dois distintos componentes “eficiência alocativa”(EA)também denominada de “eficiência de preço” e “eficiência técnica” (ET) esses tipos de eficiência compõem juntos a “eficiência global” (EG), relacionadas como segue:

$$EG = EA + ET \quad (2)$$

A eficiência técnica consiste na produção máxima de um *output* (por exemplo número de internações e consultas ambulatoriais) em relação a uma dada quantidade de *Inputs* (por exemplo número de leitos, número de médicos), ou, alternativamente, produzir um dado *output* com uma mínima quantidade de *Inputs*. O cálculo da eficiência técnica é representado pela função de produção mostrada anteriormente na Figura (2). (AFONSO; FERNANDES, 2008). Portanto, quando uma empresa é tecnicamente eficiente ela opera na fronteira de produção.

Já a eficiência alocativa reflete a habilidade de uma unidade de negócios usar os seus *Inputs* em proporções ótimas. Em outras palavras, se refere ao uso de um mix de *Inputs* que maximizam a receita dado os custos de produção. Uma empresa tem eficiência global (EG) quando opera em sua fronteira de custo ou receita. (AFONSO; FERNANDES, 2008).

A base do conceito de eficiência remonta a Koopmans (1951), que afirma que uma unidade é considerada tecnicamente eficiente se não for possível, dentro de uma quantidade considerada de tecnologia, melhorar em um critério sem se deteriorar em outro.

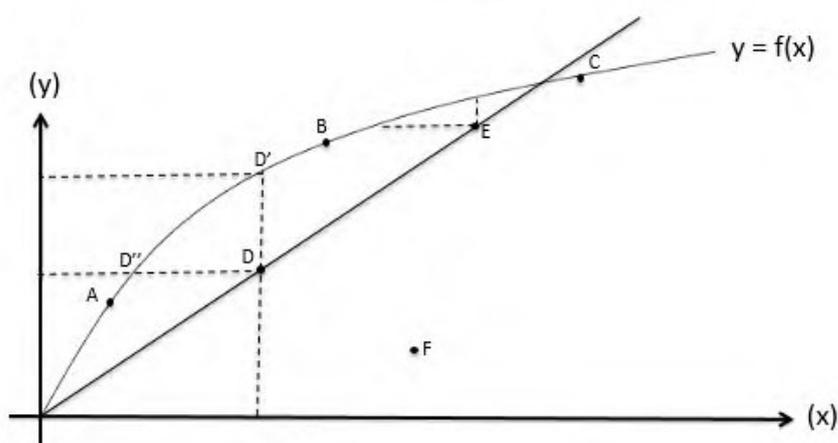
Decorrente da definição de eficiência tem-se também o conceito de ineficiência. Uma unidade é considerada ineficiente se e somente se for possível melhorar algum *input* ou *output* sem alterar outros *inputs* ou *outputs*.

Quando se transpõe essa definição graficamente colocando num plano cartesiano todos os pontos eficientes surge o conceito de fronteira de eficiência, Segundo Ferreira e Braga (2005, p. 3):

As medidas de eficiência são normalmente representadas por uma função de fronteiras construídas no sistema de coordenadas, sendo eficiente as firmas que se posicionam sobre essa fronteira. Sobre a ótica da produção, essas firmas conseguem produzir o máximo possível dado suas restrições. Sendo assim, uma medida de ineficiência seria a distância que uma unidade de produção se encontra abaixo da fronteira de produção.

Ilustrando a diferença entre produtividade e eficiência a figura (3) mostra um processo de produção simplificado no qual as unidades hospitalares A até F transformam um insumo (x) em um produto (y). As unidades A, B e C estão na fronteira de produção sendo consideradas como tecnicamente eficientes, pois só conseguiriam aumentar as suas saídas caso tivessem alterado as quantidades de insumos envolvidos.

**Figura 3** – Processos de produção de hospitais



Fonte: Elaborado pelo autor

Os hospitais D e E tem a mesma produtividade por possuírem a mesma inclinação, mas, não possuem a mesma eficiência diferindo substancialmente. O hospital D poderia obter um volume muito maior de produção com os mesmos insumos, enquanto o hospital E só poderia melhorar um pouco. As duas unidades, entretanto, poderiam melhorar o nível de produção desejado com um uso de insumos significativamente menor

Os hospitais A, B e C considerados eficientes tem produtividades bem diferentes se fossem medidas a inclinação desses pontos verificaríamos que A é o mais produtivo C o menos produtivo e B estaria numa posição intermediária.

Na busca por eficiência é possível assumir uma orientação para os *outputs* ou para os *Inputs*. No caso do hospital, ao direcionar para D' assume-se uma orientação para os *outputs* e no caso de direcionar para D'', assume-se uma orientação para os *Inputs*.

Na literatura, as abordagens de fronteira de eficiência são subdivididas por meio de diferentes critérios. De acordo com Franco e Fortuna (2003 p. 8), elas podem ser divididas em cinco grupos: 1. Métodos de Programação Matemática Não-Paramétrica (MPMNP); 2. Métodos de Programação Matemática Paramétrica (MPMP); 3. Métodos Estatísticos

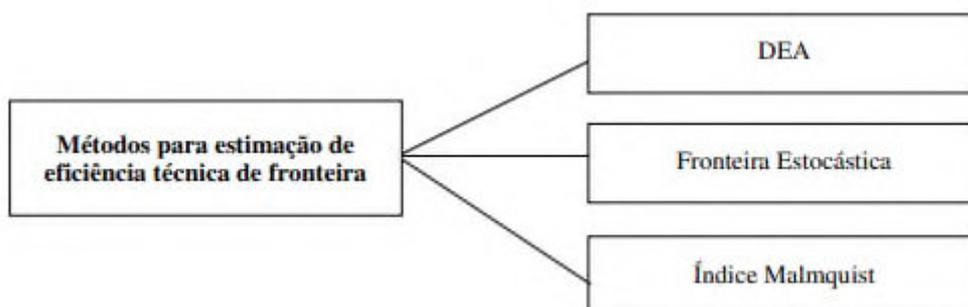
Deterministas (MED); 4. Métodos Estatísticos Estocásticos (MEE); e, 5. Métodos de Engenharia (ME).

Segundo Sousa (2003), essas abordagens diferem no modo como especificam a fronteira (não paramétrica e paramétrica), na forma de construção da fronteira (técnicas estatísticas ou de programação) e no modo de interpretar os desvios, podendo considerar o desvio como simplesmente ineficiência ou uma combinação de ineficiência e ruído.

## 2.2 – Medidas de eficiência

Indicadores são variáveis essenciais para a tomada de decisão gerencial. Em relação a eficiência, os principais métodos quantitativos para a sua aferição são a análise envoltória de dados (DEA), a fronteira estocástica e o índice de Malmquist, conforme a Figura (4). Podem ainda existir combinações entre estas técnicas como: DEA e Índice Malmquist, DEA e Fronteira Estocástica, Fronteira Estocástica e Índice Malmquist. (ALMEIDA; REBELATTO, 2014)

**Figura 4** – Métodos para a estimação da eficiência técnica por fronteiras



Fonte: (ALMEIDA; REBELATTO, 2014)

Na abordagem estocástica, um termo de perturbação de dois componentes é embutido na formulação do modelo. Um desses componentes contabiliza os efeitos aleatórios e o outro para contabilizar as ineficiências tecnológicas (ALMEIDA; REBELATTO, 2014). Assim, a fronteira não será determinada exclusivamente pelos fatores de produção envolvidos na função de produção, como numa abordagem determinística, mas as influências e flutuações aleatórias também são levadas em consideração. No entanto, nesse modelo ao incluir uma variável de perturbação, erros na distribuição da função marginal podem ser distorcidos afetando a medição da eficiência.

Essa abordagem é importante para a análise da eficiência, principalmente em setores

que a aleatoriedade está muito presente. Em instalações agrícolas, por exemplo, tem uma alta probabilidade de que situações imprevisíveis aconteçam, pragas, variações climáticas, podem afetar substancialmente a eficiência geral mesmo que não tenha havido variação dos fatores.

Segundo Mendonça e Leal (2007, pg. 5),

A função de produção estocástica tem sido utilizada para uma infinidade de pesquisas, entre elas, àquelas relacionadas à produtividade das propriedades rurais, à produtividade da transferência de tecnologia nas universidades e ao desempenho das firmas em determinados ambientes econômicos que podem ser vistas em Bagi (1984), Chapple et alii (2005) e Battese e Coelli (1992, 1995). A utilização da metodologia da fronteira estocástica da função de produção na análise de desempenho das firmas permite verificar vários aspectos relevantes, entre eles: em que medida as firmas estão distantes da sua fronteira de eficiência e como as variáveis que modelam a equação de ineficiência podem explicar essa distância.

O modelo proposto por Battese e Coelli (1995) analisa a ineficiência técnica na função produção de fronteira estocástica, onde os parâmetros da fronteira são estimados simultaneamente, conforme a Equação (3):

$$\ln y_i^t = f(x_i^t; \beta) + v_i^t - u_i^t \quad (3)$$

Em que (ALMEIDA; REBELATTO, 2014):

$y_i^t$  = representa o produto do i-ésimo gênero industrial ( $i= 1,2,3,\dots,N$ ) no t-ésimo período;

$f(x_i^t; \beta)$  = representa o termo de uma função de produção;

$x_i^t$  = vetor de quantidades de fatores de produção relativamente à i-ésima unidade produtiva e medida no tempo t;

$\beta$  = vetor de parâmetros desconhecidos e que são estimados;

$v_i^t$  = são erros aleatórios que por hipótese;

$u_i^t$  = são variáveis aleatórias não-negativas associadas à ineficiência técnica de produção;

t = tempo; i = unidades produtivas.

Para caracterizar a fronteira de produção, a equação (4), tem como objetivo identificar o valor da ineficiência técnica de cada unidade produtiva por meio de variáveis explicativas. (ALMEIDA; REBELATTO, 2014)

$$u_{it} = Z_{it}\delta + W_{it} \quad (4)$$

O Índice de Malmquist, formulado por Malmquist (1953), apropria-se do conceito de função distância para medir variações na produtividade total dos fatores entre dois períodos de tempo. As funções distância podem ser descritas em relação a quantidades de insumos ou produtos. (MORAIS, *et al.*, 2016)

A metodologia de análise é apresentada em Coelli *et al.* (1998) para determinar o valor da variação na Produtividade Total de Fatores (PTF) e desdobrá-la em seus componentes de mudança – mudança técnica e eficiência técnica. (MORAIS *et al.* 2016)

Na determinação do Índice de Malmquist é aplicado o modelo de programação linear para construir a fronteira de produção em dois períodos de tempo diferentes considerando a distância de cada DMU, antes e depois, em relação às duas fronteiras distintas. (MACEDO, 2018).

Tal índice possibilita a identificação de mudanças de eficiência em termos de **eficiência técnica** (capacidade de produzir uma determinada produção com uma quantidade mínima de insumos); **eficiência alocativa** (habilidade das unidades de negócios utilizar insumos em proporções ótimas dados os seus preços. Alocação eficaz dos recursos existentes); **eficiência de escala** (relação entre a eficiência técnica calculada considerando retornos constantes de escala e eficiência técnica calculado considerando retornos variáveis) **eficiência técnica pura** (é obtida comparando a produtividade de uma unidade com produtividade máxima relativa à sua escala de produção.)

O índice foi criado por Caves *et al* (1982) inspirado em Malmquist (1953), para avaliar a evolução da produtividade de cada unidade de produção relativamente ao conjunto de unidades em que se insere (ALMEIDA; REBELATTO, 2014).

Segundo Morais e Costa, *et al.*, (2016)

O Índice de Malmquist é definido pelo conceito de funções distâncias, as quais permitem descrever uma tecnologia de produção sem especificar uma função objetivo comportamental. Essas funções distâncias podem ser definidas e orientadas pelo insumo ou orientada pelo produto. Já o índice de Produtividade Total de Fatores (PTF) de Malmquist mede a mudança na PTF entre dois períodos, calculando a razão da distância de cada período em relação a uma tecnologia comum. (MORAIS, *et al.* 2016, p. 409)

Segundo Mendonça e leal (2007), o índice de produtividade de Malmquist representado por Färe *et al* (1994) é definido como (5)

$$m_0(y_s, y_t, x_s, x_t) = \frac{d_0^t(y_t, x_t)}{d_0^s(y_s, x_s)} \left[ \frac{d_0^s(y_t, x_t)}{d_0^t(y_t, x_t)} \times \frac{d_0^s(y_s, x_s)}{d_0^t(y_s, x_s)} \right]^{1/2} \quad (5)$$

O componente  $\frac{d_0^t(y_t, x_t)}{d_0^s(y_s, x_s)}$  mede a mudança na eficiência técnica orientação produto entre os períodos t e t+1 e pode assumir valores maiores que a unidade quando existem ganhos de eficiência., São iguais a unidade quando não existem nem ganhos nem perdas e menores que a unidade quando ocorrem perdas de eficiência. (MENDONÇA; LEAL, 2007)

O componente  $\left[ \frac{d_0^s(y_t, x_t)}{d_0^t(y_t, x_t)} \times \frac{d_0^s(y_s, x_s)}{d_0^t(y_s, x_s)} \right]^{1/2}$  é a média geométrica da mudança na tecnologia entre os dois períodos. Da mesma forma, o termo é maior que a unidade quando existe expansão, igual a unidade quando não a nem expansão nem contração, ou menor que a unidade quando existe contração da fronteira tecnológica. (MENDONÇA; LEAL, 2007)

Para o cálculo do termo de progresso tecnológico, necessitam-se das seguintes funções distância:  $d_0^s(y_s, x_s)$ ,  $d_0^t(y_t, x_t)$ ,  $d_0^t(y_s, x_s)$  e  $d_0^s(y_t, x_t)$ . As duas primeiras funções distância são as funções em que se compara as observações de cada período com a sua fronteira de melhor prática. As duas últimas, por outro lado, são as funções distância cruzadas em que as observações de cada período são comparadas com a fronteira de melhor prática do outro. (MENDONÇA; LEAL, 2007).

A análise envoltória de dados (DEA) é uma ferramenta que apresenta crescente uso na avaliação de diversos setores produtivos. É uma técnica matemática não-paramétrica que utiliza de programação linear para calcular e comparar as eficiências de diferentes sistemas produtivos, seja de bens ou de serviços, por meio da criação de uma fronteira de eficiência, sendo pré-requisito para isso que as unidades produzam os mesmos produtos e serviços (*outputs*) com os mesmos insumos (*Inputs*). (BARBOSA; FUCHIGAMI, 2018).

Na DEA, as unidades analisadas são chamadas unidades tomadoras de decisão (DMUS na sigla em inglês). Na DEA, cada DMU tem sua eficiência maximizada, sendo a grande vantagem do método o fato de usar uma técnica de programação linear para estimar os pesos que maximizam as eficiências de cada unidade analisada. (BARBOSA; FUCHIGAMI, 2018)

A DEA permite identificar empiricamente combinações ótimas de insumos e produtos, definindo uma fronteira de produção que revela as melhores práticas observadas, denominada de *benchmark*. O uso da DEA apresenta algumas vantagens que incluem: i) é uma ferramenta que não necessita de escolha prévia de pesos para as variáveis; ii) é de fácil compreensão não

necessitando de conhecimento prévio de distribuições de probabilidade, por exemplo; e iii) comporta a inclusão de variáveis com unidades de medidas distintas. Além disso, a DEA permite a utilização simultânea de múltiplas entradas e saídas no processo de transformação com duas alternativas de orientação (*input ou output*) para se atingir a fronteira de eficiência e identifica metas de eficiência para a melhoria de unidades ineficientes (MICLOS; CALVO; COLUSSI, 2015).

Segundo Cooper, Seiford e Tone (2006), a definição deste método parte da Eficiência Pareto-Koopmans, em que uma organização é completamente eficiente se, e somente se, não é possível aumentar nenhum insumo ou produto sem diminuir algum outro insumo ou produto.

A DEA surgiu a partir do trabalho de Charnes, Cooper e Rhodes (1978). Os pesquisadores estavam enfrentando dificuldades para calcular a eficiência de escolas aderentes a um programa de acompanhamento discente. O cálculo dependia do estabelecimento de pesos para cada uma das variáveis envolvidas. Com o objetivo de eliminar possíveis vieses na arbitragem de pesos aos *Inputs* e *outputs*, a solução que encontraram foi baseada na generalização das definições de Farrel (1957) para eficiência. (BARBOSA; FUCHIGAMI, 2018)

A técnica criada traz o conceito de *input* e *output* virtual, que se trata da soma ponderada dos *Inputs* e *outputs*. A partir desse conceito o método calcula o peso de cada variável na busca de maximizar a eficiência total de cada unidade tomadora de decisão (DMU) os pesos no modelo são calculados através de programação linear (BARBOSA; FUCHIGAMI, 2018).

Segundo Mello J. *et al.* (2005)

Em contraste com as aproximações paramétricas, que otimizam um plano de regressão a partir das observações, [...] DEA otimiza cada observação individual com o objetivo de calcular uma fronteira de eficiência, determinada pelas unidades que são Pareto eficientes. Uma unidade é Pareto eficiente se, e somente se, ela não consegue melhorar alguma de suas características sem piorar as demais. (MELLO J. *et al.* 2005, p. 2525)

Existem dois modelos clássicos no DEA, o CCR e o BCC. A sigla CCR é o acrônimo para Charnes, Cooper e Rhodes (1978) “O modelo CCR, constrói uma superfície linear por partes, não paramétrica, envolvendo os dados. Trabalha com retornos constantes de escala, isto é, qualquer variação nas entradas (*Inputs*) produz variação proporcional nas saídas (*outputs*)” (MELLO J. *et al.* 2005, p. 2525)

Já BCC é o acrônimo de Banker, Charnes e Cooper (1984). O modelo BCC que também é conhecido pela sigla VSR, considera retornos variáveis de escala e não assume

proporcionalidade entre *Inputs* e *outputs*. (MEZA; NETO; RIBEIRO. 2005)

Na sua orientação para *Inputs* o modelo determina a eficiência otimizando a divisão da soma ponderada das saídas (*output* virtual) pela soma ponderada das entradas (*Inputs* virtuais) no modelo cada DMU escolhe os pesos para cada *input* e *output* da forma que lhe seja mais favorável, com a restrição de que esses pesos não sejam maiores que 1. (MELLO J. *et al.* 2005)

Nas equações 6 a 8 são representadas essas condições.  $Eff_o$  é a eficiência da DMU o em análise;  $v_i$  e  $u_j$  são os pesos de *Inputs*  $i, i = 1, \dots, r$ , e *outputs*  $j, j = 1, \dots, s$  respectivamente;  $x_{ik}$  e  $y_{jk}$  são os *Inputs*  $i$  e *outputs*  $j$  da DMU  $k, k = 1, \dots, n$ ;  $x_{io}$  e  $y_{jo}$  são os *Inputs*  $i$  e *outputs*  $j$  da DMU  $o$ . (MELLO J. *et al.*, 2005)

$$Max\ Eff_o = \left( \frac{\sum_{j=1}^s u_j y_{jo}}{\sum_{i=1}^r v_i x_{io}} \right) \quad (6)$$

Sujeito a

$$\frac{\sum_{j=1}^s u_j y_{jk}}{\sum_{i=1}^r v_i x_{ik}} \quad (7)$$

$$v_i, u_j \geq 0, \forall i, j \quad (8)$$

Tem-se então um problema de programação fracionaria, que necessita ser resolvido para cada DMU e que admite a transformação em um problema de programação linear (PPL), para isso força-se o denominador da função objetivo a ser igual a uma constante, geralmente igual a unidade. (MELLO J. *et al.* 2005) o que se traduz na fórmula do modelo apresentado nas equações 9 a 12.

$$Max\ Eff_o = \sum_{j=1}^s u_j y_{jo} \quad (9)$$

Sujeito a

$$\sum_{i=1}^r v_i x_{io} = 1 \quad (10)$$

$$\sum_{j=1}^s u_j y_{jk} - \sum_{i=1}^r v_i x_{ik} \leq 0, \forall k \quad (11)$$

$$v_i, u_j \geq 0, \forall i, j \quad (12)$$

A estrutura matemática desses modelos permite que uma DMU seja considerada eficiente em várias combinações de pesos, na resolução do problema podem ser atribuídos pesos zeros a algum *output* ou *input* o que significa que essa variável foi desconsiderada no modelo.

Na abordagem CCR orientada a *outputs* apresentada em (13) tem-se as mesmas variáveis de decisão do modelo orientado a *input*, mas  $h_o$  revela por quanto a totalidade dos recursos deve ser multiplicada, mantendo constante os recursos, para que a DMU atinja a fronteira eficiente.  $h_o$  é, então, um número maior que 1 (causa aumento no valor dos *outputs*), quanto a eficiência é  $1/h_o$  no modelo CCR, as duas orientações resultam no mesmo valor de eficiência, entretanto, com  $\lambda$ 's diferentes. (MELLO J. *et al.* 2005).

$$\begin{aligned}
 & \text{Max } h_o & (13) \\
 & \text{sujeito a} \\
 & x_{jo} - \sum_{k=1}^n x_{jk} \lambda_k \geq 0, \forall i \\
 & -h_o y_{jo} + \sum_{k=1}^n y_{jk} \lambda_k \geq 0, \forall j \\
 & \lambda_k \geq 0, \forall k
 \end{aligned}$$

Em (14),  $h_o$  é a eficiência ( $h_o = 1/\text{Eff}_o$ ) e  $\lambda_k$  é a contribuição de cada DMU  $k$  na formação do Benchmark da DMU  $o$ . as equações apresentadas em (14) mostram o modelo CCR orientado a *output* na forma fracionaria em (15) é apresentado na forma linearizada. Nas duas  $h_o = 1/\text{Eff}_o$ .

$$\begin{aligned}
 \text{Min } h_o &= \left( \frac{\sum_{i=1}^r v_i x_{io}}{\sum_{j=1}^s u_j y_{jo}} \right) \\
 & \text{sujeito a} & (14) \\
 & \frac{\sum_{i=1}^r v_i x_{io}}{\sum_{j=1}^s u_j y_{jo}} \geq 1, \forall k \\
 & u_j, v_i \geq 0, \forall j, i
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Min } h_o &= \sum_{i=1}^r v_i x_{io} \\
 & \text{sujeito a} & (15) \\
 & \sum_{j=1}^s u_j y_{jo} = 1 \\
 & \sum_{j=1}^s u_j y_{jk} - \sum_{i=1}^r v_i x_{ik} \leq 0, \forall k \\
 & u_j, v_i \geq 0, \forall j, i
 \end{aligned}$$

O modelo BCC (BANKER *et al.* 1984), também chamado de VRS (*variable returns to scale*), calcula a eficiência de produção com variação de escala não assumindo proporcionalidade entre *Inputs* e *outputs*. A formulação do modelo VRS usa para cada DMU o problema de programação linear (PPL) apresentado em (16) (COOPER; SEIFORD; TONE 2006).

$$\begin{aligned}
 \max h_o &= \sum_{j=1}^s u_j y_{jo} - u_* \\
 \text{sujeito a} & \\
 \sum_{i=1}^m v_i x_{io} &= 1 \\
 \sum_{j=1}^s u_j y_{jk} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ik} - u_* &\leq 0, \quad k = 1, \dots, n \\
 u_j, v_i &\geq 0 \quad \forall x, y \\
 u_* &\in \mathfrak{R}
 \end{aligned} \tag{16}$$

A eficiência fica dada para a DMU  $o$  por  $h_o$ ;  $x_{ik}$  representa o *input*  $i$  da DMU  $k$ ;  $y_{ik}$  representa o *output*  $j$  da DMU  $k$ ;  $v_i$  e  $u_j$  representam os pesos dados aos *Inputs*  $i$  e aos *outputs*  $j$ , respectivamente;  $u_*$  é um fator de escala (quando positivo, indica que a DMU está em região de retornos decrescentes de escala; se negativo, os retornos de escala são crescentes). Se  $h_o$  é igual a 1, a DMU  $o$  em análise é considerada eficiente. Da mesma forma que no PPL (9), as variáveis de decisão do PPL (15) são  $v_i$ ,  $u_j$  mais a variável adicional  $u_*$ . De forma não matemática, no modelo VRS uma DMU é eficiente se, na escala em que opera, é a que melhor aproveita os *Inputs* de que dispõe (MEZA, NETO; RIBEIRO, 2005).

### 3 ESTUDOS EMPÍRICOS

O estudo da eficiência dos serviços de saúde é uma das mais importantes questões do debate econômico mundial, economias consideráveis podem ser alcançadas ao se melhorar a eficiência de um hospital. A medição da eficiência em saúde só é ultrapassada pela medição da qualidade dos cuidados em saúde. (GIANCOTTI; PIPITONE; GUGLIELMO, 2016)

Giancotti, Pipitone e Guglielmo, (2016) fazem uma retrospectiva dos 20 anos anteriores com objetivo de analisar os mais frequentes métodos utilizados na literatura para estimar as eficiências técnicas e de escala no setor hospitalar. Nesse estudo foram analisados 59 artigos, com as seguintes conclusões:

Primeira, a escolha do modelo apropriado é uma importante questão metodológica. Diferentes metodologias têm suas vantagens e desvantagens e a escolha do método mais adequado de estimativa deve depender dos tipos de organização a serem investigadas, da orientação escolhida, e da qualidade dos dados disponíveis. A DEA é o método não-paramétrico mais usado porque não impõe uma forma funcional na fronteira de produção e, portanto, pode acomodar um comportamento abrangente. [...] Segunda, muitos dos problemas em medir a eficiência técnica e de escala no setor hospitalar, dizem respeito à incapacidade de medir os resultados reais no setor de saúde, mudanças no estado de saúde e a baixa qualidade dos dados. É quase certo que os estudos da indústria da saúde sofrem do viés da variável omitida. A seleção das variáveis de entrada e saída são muito importantes em estudos que aplicam métodos paramétricos e não paramétricos para estimar a produtividade dos hospitais. (GIANCOTTI, PIPITONE; GUGLIELMO, 2016, p. 52, tradução nossa)

Afonso e Fernandes (2008), calcularam as pontuações de eficiência DEA e os índices de Malmquist para um conjunto de dados em painel de 68 hospitais públicos portugueses pertencentes ao Sistema Único de Saúde de Portugal (SNSP) no período de 2000-2005. Com dados sobre os serviços hospitalares e quantidades de recursos, construíram uma função de distância de saída, avaliaram o quanto as variáveis de saída podem ser expandidas proporcionalmente sem alterar as quantidades de entrada. Seus estudos mostraram que, em média, o setor hospitalar do SNSP revelou crescimento de produtividade positivo, mas pequeno entre 2000 e 2004. Os índices médios de produtividade total dos fatores variaram entre 0,917 e 1,109, o que segundo eles implica algumas diferenças nos índices de Malmquist entre as especificações. Além disso, há flutuações significativas entre os hospitais do SNSP em termos de pontuações de eficiência individual de um ano para o outro.

Já no Brasil Marinho (2001), no seu estudo, analisou quatro hospitais públicos e dois privados, com a utilização de indicadores de performance e DEA, analisou-se as produções e consumos individuais efetivos dos hospitais, comparando os valores obtidos com os valores eficientes, o seu estudo evidenciou que a análise da eficiência operacional de hospitais

públicos e privados, realizada com a utilização de indicadores de desempenho monocriteriais, tais como a relação funcionários/leitos e pacientes atendidos/leitos, pode ser aprofundada e estendida com a aplicação conjunta da DEA. Também em seu estudo foi possível estabelecer um ranking para os hospitais analisados, com o estabelecimento de valores ótimos de produção e de consumos individuais e associados em todos os *Inputs* e *outputs* relacionados ao sistema.

O mesmo autor desenvolveu outros dois estudos. No primeiro, Marinho (2002) concentrou-se no desempenho de 45 hospitais universitários federais brasileiros (HUFs) durante cinco semestres a partir de 1998, com o fito de realizar análises específicas e conexões entre indicadores de eficiência técnica, extraídos de modelos de programação matemática com base em DEA, e de utilização da capacidade de atendimentos dos HUFs, os indicadores utilizados foram o tempo médio de internação e taxas de ocupação e de rotatividade. A conexão mencionada foi realizada empregando-se o recurso de regressão de painel para os cinco semestres disponíveis, que permitiu a constatação da integração entre os dois indicadores.

No segundo estudo, Marinho (2003) examinou a eficiência na prestação do serviço de saúde em 74 municípios do estado do Rio de Janeiro, onde seus desempenhos relativos foram calculados por meio da confrontação de seus resultados e consumos, com os resultados e consumos de outras DMUs da amostra. Utilizou-se como variáveis de *input* o total de leitos por hospital per capita, o total de leitos contratados por hospital per capita, o total de hospitais credenciados per capita, o total da capacidade ambulatorial per capita, o valor médio da internação e o valor médio dos procedimentos ambulatoriais; e como variáveis de *output* o total de internações em hospitais credenciados per capita, o total de procedimentos ambulatoriais per capita e a taxa de mortalidade. Os resultados mostraram que os níveis gerais de eficiência nos municípios foram apenas medianos e estavam dispersos aparentemente de forma aleatória pelo estado. Pode-se também indicar o excesso de unidades na rede, porém o total dos leitos estava bem ajustado. Os custos de internação e de procedimentos laboratoriais estavam bem ajustados, e de acordo com a análise DEA o estado tinha problemas em números de atendimentos, notadamente nos procedimentos laboratoriais, que deveriam ser aumentados em 20%. Por fim, as taxas de mortalidade se mostravam muito acima (300% dos níveis ótimos), o que denotava um potencial significativo de diminuição de óbitos evitáveis.

Sant'Anna e Oliveira (2001) aplicaram análise envoltória de dados (DEA) para analisar a produtividade do setor odontológico do sistema de saúde da Marinha do Brasil, complementando a análise dos dados com o uso do método de Malmquist-DEA para calcular

a medida do crescimento da produtividade total dos fatores ao longo do tempo. Os pesquisadores utilizaram dados extraídos dos resumos anuais da diretoria de saúde da marinha relativos aos anos de 1996 a 2000 relacionados ao setor odontológico das unidades hospitalares da marinha do Brasil. Ao todo foram analisadas três unidades ambulatoriais no Rio de Janeiro e seis unidades hospitalares fora do Rio de Janeiro. Os autores concluíram pela evidência do poder dos novos enfoques, que apresentaram, de facilitar a avaliação das decisões de planejamento e de contribuir para orientar a revisão das técnicas de coleta de dados e operacionalização das variáveis.

Sousa e Macedo (2008) através de um estudo de caso da odontoclínica central do Exército Brasileiro, buscou apresentar e discutir uma metodologia capaz de prover a avaliação de desempenho das outras onze clínicas integrantes da organização militar da saúde, utilizou para esse fim a metodologia DEA. Os autores criaram dois modelos distintos, inicialmente contrapuseram-se os insumos (materiais diretos e custos indiretos relevantes) com a receita (componente de natureza financeira) e posteriormente os mesmos insumos com o número de pacientes atendidos (componentes de natureza não financeira) buscando em ambos a eficiência através da minimização dos insumos (*Inputs*), mantendo-se os *outputs*.

Observaram que foi possível avaliar o desempenho das onze unidades sob a ótica da relação entre insumos e produtos, e que no estudo foi demonstrado que considerar grandezas financeiras e não financeiras com o método empregado no estudo é pertinente e factível, com a metodologia também permitindo a definição das eficiências e ineficiências identificadas, revelando, assim, aspectos importantes e determinantes para a tomada de decisão da administração da organização militar de saúde de natureza odontologia (OCEx).

Trivelato *et al.* (2015) utilizaram a análise envoltória de dados para avaliar se existia diferença na alocação de recursos econômico-financeiros de uma amostra composta de 35 hospitais entre públicos, privados e filantrópicos, como *Inputs* foram analisados o número de leitos; número de médicos; número de colaboradores não médicos e número de equipamentos diagnósticos, com *outputs* foram utilizados o número de internações; número de atendimentos ambulatoriais e número de cirurgias. Os resultados mostraram que dentro da amostra os hospitais mais eficientes situaram-se entre os públicos e privados, ficando os hospitais filantrópicos com menor número de hospitais eficientes. Em relação a liquidez o estudo pontua que existe uma relação positiva em relação a eficiência com os hospitais eficientes tendo média superior de liquidez do que os ineficientes.

Silva M. *et al.* (2016) utilizaram análise envoltória de dados para avaliar a eficiência produtiva de hospitais credenciados ao sistema único de saúde na região sul do Brasil, para

tanto selecionaram uma amostra de 139 hospitais localizados em municípios com mais de 100 mil habitantes nos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, para garantir um melhor tratamento estatístico dos resultados os hospitais foram separados em clusters. Como resultado verificou-se no estudo que o score máximo de eficiência foi atingido por 34% dos hospitais catarinenses, 49% dos hospitais paranaenses e 35% dos hospitais rio-grandenses também pode-se inferir que 41% dos hospitais analisados eram eficientes e utilizavam de forma eficiente os recursos físicos e pessoais disponíveis ao atendimento da população através do SUS. Concluiu-se, por fim, que por não se identificar discrepância significativa, quanto aos scores de eficiência nos hospitais ineficientes, constatou-se que estes estão, na sua maioria, próximos da fronteira de eficiência.

Silva B. *et al.* (2017) utilizaram análise envoltória de dados para analisar a eficiência técnica hospitalar das regiões do Brasil, nos anos de 2014 e 2015 utilizou-se do número de leitos e do número de médicos e enfermeiros como *input* e para *output* o número de pacientes internados e o número de óbitos hospitalares. O estudo também buscou verificar a relação entre a eficiência técnica hospitalar com as despesas empenhadas com assistência hospitalar. Os resultados mostraram que a região Norte teve a média mais ineficiente comparada com as outras regiões, sendo que nenhum estado da região se apresentou eficiente nos anos analisados. As regiões que se mostraram mais eficientes foram as regiões Sul e Sudeste em ambos os anos analisados dentre os estados apenas dois se mostraram eficientes nos dois anos, Rio de Janeiro e Rio Grande do Sul, por meio concluiu-se que não havia relação estatisticamente significativa entre as despesas empenhadas e a eficiência técnica hospitalar.

No período da pandemia de covid-19 alguns estudos foram publicados com intuito de medir os seus efeitos nas eficiências de unidades tomadoras de decisão. Cita-se o trabalho de Ordu, Akin e Demir (2021) que analisaram por meio de análise envoltória uma amostra de dezesseis países por um período de cinco semanas consecutivas após a identificação do 100º caso de coronavírus em cada nação, para a análise selecionaram os *Inputs* com base na demografia (população total, porcentagem da população com idade maior que 70 anos e Idade média) casos de covid-19 (total confirmado de casos de covid-19, total semanal de casos de covid-19) e estrutura (Número de leitos por 100.000 habitantes e número de médicos por 1.000 habitantes). Como *outputs* selecionaram o total de mortes confirmadas, o total de mortes por semana e a taxa de não-mortalidade de Covid-19. Os resultados mostraram que as porcentagens de eficiência dos países diminuíram drasticamente ao longo do tempo, de 43,75% na primeira semana para 25% na quinta semana. Ao contrário da maioria dos países

européus, China e Coreia do Sul aumentaram suas eficácias após a primeira semana de implementação de todas as medidas necessárias.

Aroeira, Vilela e Ferreira (2020) avaliaram a eficiência clínica e gerencial dos hospitais do SUS no tratamento de 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, como método usaram DEA em dois estágios variando os *Inputs* e *outputs* para cada estágio, a amostra foi composta de 437 municípios. Os resultados evidenciaram que os municípios analisados possuem, na média, melhores índices de eficiência clínica (0,76) do que gerencial (0,65). Observou-se que há a possibilidade de municípios com baixa eficiência gerencial alcançarem alta eficiência clínica. Evidenciou-se que 38% da amostra apresenta alta eficiência gerencial e clínica no tratamento à COVID-19, enquanto 29% apresentam baixa eficiência gerencial e clínica. E demonstrou-se que 62% dos municípios possuem oportunidade significativa de melhoria da eficiência gerencial ou clínica.

## 4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O método de pesquisa escolhido foi a análise envoltória de dados (DEA). Esse método apresenta crescente uso na avaliação de diversos setores produtivos, com aumento contínuo de trabalhos que o usam nos últimos trinta anos, especialmente em pesquisas nas áreas de economia e administração nas temáticas de saúde e educação (SILVA C., *et al.* 2021).

O uso da DEA apresenta algumas vantagens, que incluem: (i) é uma ferramenta que não necessita de escolha previa de pesos para as variáveis; (ii) é um método de fácil compreensão, não necessitando de conhecimento prévio de distribuições de probabilidade, por exemplo; e (iii) comporta a inclusão de variáveis com unidades de medidas distintas. Além disso, a DEA permite a utilização simultânea de múltiplas entradas e saídas no processo de transformação com duas alternativas de orientação (*input* ou *output*) para se atingir a fronteira de eficiência e identifica metas de eficiência para a melhoria de unidades ineficientes (MICLOS; CALVO; COLUSSI, 2015)

Para implementar a DEA é preciso seguir três etapas: (i) definição e seleção das DMUS; (ii) seleção das variáveis; (iii) escolha e aplicação do modelo. (MEZA, 1998). A demonstram-se os procedimentos em cada dessas fases. A população de DMUS do estudo é composta de unidades hospitalares administradas pela empresa brasileira de serviços hospitalares (EBSERH), são 40 hospitais universitários distribuídos pelo Brasil.

Na DEA o conjunto de DMUS escolhidas devem ser homogêneas, isto é, devem utilizar as mesmas entradas e saídas, variando apenas em intensidade ou magnitude, devem realizar as mesmas tarefas, com os mesmos objetivos, trabalhando sob as mesmas condições de mercado e terem autonomia na tomada de decisão. (MELLO, *et al.* 2005)

As unidades hospitalares da rede EBSERH tem características que permitem considerá-las como homogêneas, todas são hospitais universitários, são financiados exclusivamente por recursos públicos, atendem somente pacientes do SUS, tem administração descentralizada comandadas por superintendentes com certa autonomia para a tomada de decisão local, se utilizam dos mesmos insumos médico-hospitalares e mão de obra, e tem em comum as mesmas saídas (internações, óbitos, altas, atendimentos ambulatoriais...), portanto são adequadas para à aplicação do modelos DEA.

Cada hospital da rede EBSERH desempenha diferentes papéis e tem graus de importância distintos em relação aos sistemas locais de saúde nos quais estão inseridos. Dado este fato e os objetivos da pesquisa, foi necessário isolar apenas os hospitais que efetiva e

significativamente atenderam pacientes acometidos com COVID-19. Para a composição dessa amostra de hospitais, foi pesquisada na base de dados do SIH/SUS a quantidade de internações registrados com o código internacional de doença (CID) ‘B342 – infecção por coronavírus de localização indeterminada’ período considerado para essa busca foi o compreendido entre março de 2020 a setembro de 2021 este por ser o último mês com dados no SIH/SUS em dezembro de 2021. O resultado da busca é apresentado na Tabela 1.

**Tabela 1-** Distribuição de frequência de internações com diagnóstico de Covid-19 na rede EBSEH entre março de 2020 e setembro de 2021

HUs Filiados EBSEH (CNES)	Frequência	%	% Acumulada
Complexo do HC da Univ. Fed. do Paraná (CHC-UFPR)	2503	13,60%	13,60%
HC da Universidade Federal de Goiás (HC-UFG)	1239	6,73%	20,33%
Hospital Universitário de Lagarto (HUL-UFS)	1151	6,25%	26,58%
HU da Universidade Federal do Piauí (HU-UFPI)	1062	5,77%	32,35%
Hospital de Clínicas de Uberlândia (UFU)	886	4,81%	37,17%
HU da Universidade de Santa Catarina (HU-UFSC)	840	4,56%	41,73%
HU Walter Cantídio (HUWC-UFC)	644	3,50%	45,23%
HU da Universidade de Brasília (HUB-UnB)	632	3,43%	48,66%
HE da Univers. Feder. de Pelotas (HE-UFPel)	622	3,38%	52,04%
HU da Universidade Federal do Maranhão (HU-UFMA)	604	3,28%	55,32%
HU Doutor Miguel Riet Correa Junior (HU-Furg)	577	3,13%	58,46%
HU Getúlio Vargas (HUGV-UFAM)	571	3,10%	61,56%
HC da Univ. Federal de Minas Gerais (HC-UFMG)	535	2,91%	64,47%
HU Cassiano Antônio Moraes (Hucam-UFES)	513	2,79%	67,26%
HU da Univ. Federal de Santa Maria (HUSM-UFSM)	502	2,73%	69,98%
HU da Univ. Federal da Grande Dourados (HU-UFGD)	467	2,54%	72,52%
HC da Univ. Federal de Pernambuco (HC-UFPE)	458	2,49%	75,01%
HU da Univ. Federal de São Carlos (HU-UFSCar)	404	2,19%	77,20%
HU Antônio Pedro (HUAP-UFF)	384	2,09%	79,29%
Hospital de Doenças Tropicais (HDT-UFT)	382	2,08%	81,36%
HU da Univ. Federal de Juiz de Fora (HU-UFJF)	377	2,05%	83,41%
HU Lauro Wanderley (HULW-UFPB)	375	2,04%	85,45%
HU Maria Aparecida Pedrossian (Humap-UFMS)	324	1,76%	87,21%
HU Gaffree e Guinle (HUGG-Unirio)	324	1,76%	88,97%
HU da Universidade Federal de Sergipe (HU-UFS)	309	1,68%	90,65%
HU da Univ. Fed. Vale do S. Francisco (HU-Univasf)	295	1,60%	92,25%
HU Onofre Lopes (Huol-UFRN)	206	1,12%	93,37%
HU Joao de Barros Barreto (CHUJBB-UFPA)	205	1,11%	94,49%
HU Júlio Muller (HUJM-UFMT)	201	1,09%	95,58%
HC da Univ. Feder. do Triângulo Mineiro (HC-UFTM)	190	1,03%	96,61%
HU Alcides Carneiro (HUAC-UFCE)	178	0,97%	97,58%
HU Professor Alberto Antunes (HUPAA-UFAL)	148	0,80%	98,38%
HU Professor Edgard Santos (Hupes-UFBA)	145	0,79%	99,17%
Maternidade Escola Assis Chateaubriand (Meac-UFC)	81	0,44%	99,61%
Maternidade Escola Januário Cicco (Mejc-UFRN)	35	0,19%	99,80%
HU Júlio Bandeira (HUJB-UFCE)	22	0,12%	99,92%
HU Ana Bezerra (Huab-UFRN)	8	0,04%	99,96%
Maternidade Climério de Oliveira (MCO-UFBA)	7	0,04%	100,00%
Maternidade Victor F. do Amaral (MVFA-UFPR)	0	0,00%	100,00%
HU Bettina Ferro de Souza (HUBFS-UFPA)	0	0,00%	100,00%
Total: 40	18406		

Fonte: Elaborado pelo autor

Verifica-se, então, que 12 hospitais (30% dos hospitais da rede) apresentam no acumulado 61,56% dos diagnósticos de COVID-19 na rede EBSEH sendo considerados,

portanto, os mais representativos dos efeitos da pandemia de covid-19 na eficiência hospitalar dentro da rede. Sendo escolhidos por esse motivo para compor a amostra da pesquisa.

Os hospitais escolhidos são apresentados na Quadro 1. Listados com os números de identificação que os representarão quando da análise do índice de Malmquist.

Quadro 1 – Hospitais selecionados para amostra de pesquisa.

Hospitais Selecionados	Estados	Id.
HU da Universidade de Brasília (HUB-UnB)	Distrito Federal	1
HU Getúlio Vargas (HUGV-UFAM)	Amazonas	2
Hospital de Clínicas de Uberlândia (UFU)	Minas Gerais	3
HE da Univers. Feder. de Pelotas (HE-UFPel)	Rio grande do Sul	4
HC da Universidade Federal de Goiás (HC-UFG)	Goiás	5
Complexo do HC da Univ. Fed. do Paraná (CHC-UFPR)	Paraná	6
HU Walter Cantídio (HUWC-UFC)	Ceará	7
HU Doutor Miguel Riet Correa Junior (HU-Furg)	Rio grande do Sul	8
HU da Universidade Federal do Maranhão (HU-UFMA)	Maranhão	9
HU da Universidade de Santa Catarina (HU-UFSC)	Santa Catarina	10
HU da Universidade Federal do Piauí (HU-UFPI)	Piauí	11
Hospital Universitário de Lagarto (HUL-UFS)	Sergipe	12

Fonte: Elaborado pelo autor.

Em relação aos *outputs* e *Inputs* a chamada “regra de ouro da DEA” recomenda que o número de DMUS devem ser iguais a duas vezes a multiplicação da soma de *Inputs* e *outputs*, (FITZSIMMONS; FITZSIMMONS, 2011). Como foram definidas 12 DMUS anteriormente poder-se-ia, pela regra, ter no máximo seis variáveis no total entre *Inputs* e *outputs*, o que foi respeitado nesse estudo.

A escolha dos *Inputs* teve como referência três dimensões comumente usadas na literatura: as dimensões trabalho, capital e financeira. Para a dimensão trabalho, foi utilizado como *input* o número total de profissionais que prestam serviço nas unidades hospitalares, cadastrados no cadastro nacional de estabelecimentos de saúde (CNES). Para a dimensão capital, foi utilizado como *input* o total de leitos hospitalares cadastrados por hospital no CNES e, por último, para a dimensão financeira foi utilizado o valor total das autorizações de internação hospitalar (AIH) disponíveis na base do SIH/SUS. Todos os *Inputs* foram coletados de forma mensal. Utilizou-se como *output* a quantidade de internações hospitalares. O Quadro

2 detalha os *outputs* e *Inputs* escolhidos.

Quadro 2 – Detalhamento dos *Inputs* e *outputs* escolhidos

<i>Natureza</i>	<i>Descrição</i>	<i>Dimensão</i>	<i>Referencias</i>	<i>Banco de dados</i>
<i>Inputs</i>	Número de profissionais	Dimensão trabalho	Aroeira et.al. (2020); Marinho (2001); Silva M. et al. (2017); Saquetto (2019); Lobo et al. (2008).	CNES
	Número de leitos	Dimensão estrutura	Souza et al. 2017; Silva B. et al. (2017); Silva M. et al. (2017); Aroeira et.al. 2020; Marinho (2001); Saquetto (2019); Lobo et al. 2008.	CNES
	Valor total da AIH Mensal.	Dimensão Financeira	Souza et al. 2017 Silva M. et al. 2017	SIH/SUS
<i>Output</i>	Internações.	Variável de Resultado	Rodrigues, (2020); Aroeira, et.al. (2020); Marinho (2001); Silva M. et al. 2017; Souza et al (2016); Saquetto (2019)	SIH/SUS

Fonte: Elaborada pelo Autor

Os dados coletados para os *Inputs* e *outputs* considerados abrangem o último semestre de 2019, considerado como período de controle não-pandêmico para a comparação das eficiências observadas durante o período pandêmico. Sendo o período pandêmico para o estudo o todo o ano de 2020 e o primeiro semestre de 2021.

Os dados primários referentes aos *Inputs* (Entradas) e *outputs* (Saídas) foram obtidos a partir de dois bancos de dados do Ministério da Saúde do Brasil, a saber: Sistema de Informação Hospitalar do SUS (SIH/SUS) e Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES).

O SIH/SUS tem por finalidade transcrever todos os atendimentos provenientes de internações hospitalares financiadas pelo SUS. O sistema recebe os dados e gera relatórios para os gestores locais do SUS realizarem o pagamento dos estabelecimentos de saúde. Este sistema tem periodicidade de alimentação mensal, organizando os dados por competência mensal.

O CNES operacionaliza os sistemas de informação em saúde, automatizando todo o processo de coleta de dados realizado nos Estados e Municípios acerca da capacidade física instalada, dos serviços de Saúde disponíveis, e dos profissionais vinculados as unidades de saúde, subsidiando os gestores do Ministério da Saúde e das secretarias estaduais e municipais de saúde com dados para o planejamento de ações em saúde. Os dados no cadastro são catalogados e divulgados por competência mensal.

Para obter os dados dos sistemas SIH/SUS e CNES foi utilizado o programa TAB para Windows TABWIN. Esse programa foi desenvolvido pelo departamento de informática do

SUS (DATASUS), e tem por objetivo permitir às equipes técnicas do Ministério da Saúde, das secretarias estaduais e municipais de saúde a realização de tabulações sobre as bases de dados do ministério da saúde.

O teste de normalidade de Shapiro-Wilk mostra que os dados da amostra não seguem uma distribuição normal, dado que, seu coeficiente p é menor que 0,05. O que corrobora para a escolha do método DEA no estudo, pois é um método não paramétrico de aferição de eficiência. (Tabela 2)

**Tabela 2** – Teste de normalidade de Shapiro-Wilk. Calculado sobre os dados obtidos dos hospitais da amostra ente julho de 2019 e junho de 2021

	Internações	Profissionais	Leitos	Valor Total da AIH
N	288	288	288	288
Missing	0	0	0	0
Media	797	2527	289	1,88e+6
Mediana	609	1894	222	1,40e+6
Mínimo	100	641	78	63086
Máximo	2149	10632	711	7.26e+6
Shapiro-Wilk W	0,886	0,816	0,816	0,836
Shapiro-Wilk p	<,001	<,001	<,001	<,001

Fonte: Dados de Pesquisa  
Calculado com Jamovi 2.2.5

O índice de correlação de Spearman demonstra que as variáveis do estudo são relacionadas positivamente com intensidade forte e o p-valor menor que 0,05 demonstram que essa relação é significativa estatisticamente (Tabela 3).

Em decorrência da relação forte e positiva entre as variáveis, verifica-se que os *Inputs e outputs* selecionados guardam relação entre si de retornos constantes a escala, o que favorece o uso do modelo CCR do DEA.

**Tabela 3** – Matriz de Correlação de Spearman. Calculado sobre os dados obtidos dos hospitais da amostra ente julho de 2019 e junho de 2021

		Internações	Profissionais	Leitos	Valor Total da AIH
Internações	Spearman's rho	—			
	p-valor	—			
Profissionais	Spearman's rho	0,761	—		
	p-valor	<,001	—		
Leitos	Spearman's rho	0,874	0,779	—	
	p-valor	<,001	<,001	—	

		<b>Internações</b>	<b>Profissionais</b>	<b>Leitos</b>	<b>Valor Total da AIH</b>
Valor Total da AIH	Spearman's rho	0,770	0,703	0,769	—
	p-valor	<,001	<,001	<,001	—

Fonte: Dados de Pesquisa  
Calculado com Jamovi 2.2.5

Na definição da orientação do modelo (se a *Inputs* ou *outputs*) considerou-se o fato dos hospitais pesquisados terem natureza pública sendo totalmente financiados pelo SUS, com orçamentos definidos antecipadamente pelo poder público com valores oriundos de incentivos e contratos com as secretarias de saúde municipais ou estaduais, dado que, os orçamentos e a mão de obra são relativamente estáticos no curto prazo a orientação que se supõe para a aplicação DEA é maximizar as saídas (*outputs*) dos hospitais da amostra. Já que, dado um conjunto de insumos e sem visão de lucro tais hospitais devem buscar maximizar o retorno para a comunidade, através do aumento da quantidade de atendimentos hospitalares.

Os dados foram coletados mensalmente e condensados em semestres para facilitar a análise, sendo calculados as médias dos *inputs* e *outputs* de cada hospital nos quatro semestres avaliados. Essas médias foram usadas para rodar a aplicação DEA multi-estágio, calculada pelo programa DEAP versão 2.1 desenvolvido por Coelli (1996).

O cálculo das mudanças de produtividade total dos fatores e de seus componentes de eficiência técnica, tecnológica, de escala, e de eficiência pura, foi feito por intermédio do índice de Malmquist. Calculado também por meio do programa DEAP versão 2.1.

## 5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Inicialmente, apresenta-se a análise descritiva das variáveis de *input* e *output* para uma melhor visão inicial sobre os dados, essa análise foi feita por semestres conforme tabela 4.

**Tabela 4** – Estatística descritiva por *input* e *output* entre o 2º semestre de 2019 ao 1º semestre de 2021.

Períodos	Internações			Profissionais			Leitos			Valor Total da AIH		
	Média	DP.	CV	Média	DP	CV	Média	DP	CV	Média	DP	CV
2º sem. de 2019	906,86	78,05	9%	2465,22	851,13	32%	274,06	0,8	0%	1785054,3	238503,89	18%
1º sem. de 2020	710,1	124,31	21%	2281,14	306,26	8%	281,76	16,08	8%	1557619,8	313017,81	22%
2º sem. de 2020	774,07	46,23	7%	2841,46	1047,04	37%	291,86	5,04	2%	1850107,6	366986,69	25%
1º sem. de 2021	797,31	88,26	12%	2519,04	137,8	5%	309,85	8,55	3%	2338449,6	455904,48	27%

Fonte: Elaborada pelo autor.

CV (coeficiente de variação); DP (Desvio padrão)

Durante o período considerado pandêmico houve aumento na média da quantidade de profissionais, leitos hospitalares e dos valores totais de AIH, mas que esses aumentos não representaram ganho no total de internações. A média do total de internações diminuiu durante a pandemia em relação ao 2º semestre de 2019.

Da análise descritiva do 2º semestre de 2019, verifica-se que nesse período não houve mudança significativa na quantidade de leitos hospitalares que se mantiveram estáveis para todos os hospitais. Os dados também mostram grande variabilidade na quantidade de profissionais no período influenciados, em grande medida, por saltos na mão de obra cadastrada no CNES nos mês de dezembro de 2019, em várias unidades, sem, contudo, continuidade para os meses posteriores, o que pode indicar a contratação de pessoal temporário para suprir as necessidades de mão de obra do mês de dezembro ocasionadas por férias e afastamentos que aumentam nesse período, isso também pode indicar alguma mudança de orientação relacionada ao cadastro de profissionais no CNES comum aos hospitais administrados pela EBSERH, que porventura, tenha sido implementada no período e revogada nos meses subsequentes.

No início do período pandêmico (1º semestre de 2020) verifica-se um leve aumento na média de leitos hospitalares no período, assim como uma maior homogeneidade na distribuição de profissionais em relação ao período anterior. Também é observado uma diminuição da média agregada de profissionais para o semestre em relação ao período anterior, vemos que houve um aumento do valor médio total da AIH no período e uma

redução do número médio de internações hospitalares no semestre.

Já no 2º semestre de 2020 percebe-se um aumento da média agregada das variáveis no período comparativamente ao período. No início do período houve uma diminuição do número de casos, com o conseguinte afrouxamento de algumas medidas de combate a transmissão da doença, mas ao final do período houve um recrudescimento da pandemia com a deflagração de uma segunda onda do vírus. Em alguns hospitais é perceptível, quando se analisa os dados mensais, uma desabilitação de leitos no início do período e nova habilitação ao final, que poderia estar relacionado a esse recrudescimento da transmissão do vírus.

O primeiro semestre de 2021 mostra maior homogeneidade na quantidade de profissionais e nos números de leitos hospitalares que se mantiveram praticamente estáveis de um período para outro.

A Tabela 5 mostra os escores de eficiência técnica obtidos, após rodar as aplicações DEA. Nas médias de eficiência dos períodos verifica-se redução de 7,92% entre o semestre anterior a pandemia e o primeiro semestre com pandemia, como a transmissão comunitária só foi identificada em meados de março percebe-se que nos meses iniciais da pandemia houve uma rápida deterioração dos indicadores de eficiência relativa dos hospitais nesse período inicial.

**Tabela 5** – Escores de eficiência técnica por hospital e semestre

Hospitais	Id.	2º sem.19 Te.	1º sem.20 Te.	2º sem.20 Te.	1º sem.21 Te.
HU da Universidade de Brasília (HUB-UnB)	1	0,937	1,000	1,000	1,000
HU Getúlio Vargas (HUGV-UFAM)	2	0,637	0,486	0,706	0,416
Hospital de Clinicas de Uberlândia (UFU)	3	1,000	1,000	1,000	0,919
HE da Univers. Feder. de Pelotas (HE-UFPel)	4	0,663	0,606	0,605	0,564
HC da Universidade Federal de Goiás (HC-UFG)	5	1,000	0,864	0,698	0,840
Complexo do HC da Univ. Fed. do Paraná (CHC-UFPR)	6	0,664	0,579	0,738	0,618
HU Walter Cantídio (HUWC-UFC)	7	0,790	0,572	0,708	0,560
HU Doutor Miguel Riet Correa Junior (HU-Furg)	8	0,709	0,749	1,000	0,796
HU da Universidade Federal do Maranhão (HU-UFMA)	9	0,817	0,733	0,997	1,000
HU da Universidade de Santa Catarina (HU-UFSC)	10	1,000	1,000	1,000	1,000
HU da Universidade Federal do Piauí (HU-UFPI)	11	0,642	0,560	0,512	0,552
Hospital Universitário de Lagarto (HUL-UFS)	12	1,000	1,000	0,987	0,948
Médias		0,821	0,762	0,829	0,768

Fonte: Elaborado pelo Autor

Te: eficiência Técnica

No segundo semestre de 2020 houve um ganho de 8,79% na eficiência relativa média em relação ao período anterior. A mudança se deveu principalmente de melhorias de

eficiência em hospitais que estavam com índices muito baixos no período anterior, com destaque para o hospital Getúlio Vargas que melhorou 45% em relação ao primeiro semestre de 2020. Os hospitais Miguel Riet e o HU da universidade do maranhão também aumentaram suas eficiências técnicas relativas em 34% e 36%, respectivamente.

Para o primeiro semestre de 2021 verifica-se nova queda de eficiência técnica de 7,36%. Pode-se relacionar isso ao aumento do número de casos e posterior estabilização em patamares elevados ocasionados pela segunda onda de Covid-19 deflagrada no período. Cabe destacar a elevada queda de eficiência ocorrida no Hospital Getúlio Vargas 41% que talvez esteja relacionada a crise de falta de oxigênio enfrentada pelo estado do Amazonas no período da pandemia o que levou a suspensão até de procedimentos de baixa complexidade que necessitariam do insumo.

Olhando os resultados percebe-se que hospitais que eram eficientes ou que estavam no limiar da eficiência antes da pandemia tiveram perdas de eficiência muito menores no período. O hospital de Brasília que estava próximo a eficiência no período anterior a pandemia tornou-se eficiente durante todo o período da pandemia. O HU da Universidade Federal de Santa Catarina permaneceu eficiente durante todos os semestres analisados. O hospital da universidade federal de Uberlândia Perdeu a condição de eficiente relativamente apenas no primeiro semestre de 2021. Cabe destacar, no tocante de perda de eficiência, o hospital da Universidade Federal de Goiás, que se apresentava como eficiente no semestre anterior a pandemia e não se mostrou eficiente em nenhum semestre pandêmico.

A Tabela 6 mostra os *benchmarks* de cada hospital nos períodos analisados, conhecer os *benchmarks* é importante para que os tomadores de decisões possam copiar as melhores práticas das unidades eficientes.

**Tabela 6** – *Benchmarks* hospitalais por semestres

	id	<i>Benchmarks</i>			
		2º sem. de 19	1º sem. de 20	2º sem. de 20	1º sem. de 21
HU da Universidade de Brasília (HUB-UnB)	1	10;12	1	1	1
HU Getúlio Vargas (HUGV-UFAM)	2	10;12	1;12;10	1	1; 9
Hospital de Clinicas de Uberlândia (UFU)	3	3	3	3	10; 1
HE da Univers. Feder. de Pelotas (HE-UFPel)	4	10;12	12; 1;10	1; 8;10	1; 9;10
HC da Universidade Federal de Goiás (HC-UFG)	5	5	10; 3	10; 3	10
Complexo do HC da Univ. Fed. do Paraná (CHC-UFPR)	6	10;12	12; 1;10	10; 3	1;10
HU Walter Cantídio (HUWC-UFC)	7	10	10	3; 1	10; 1
HU Doutor Miguel Riet Correa Junior (HU-Furg)	8	12; 5	12;10	8	1; 9
HU da Universidade Federal do Maranhão	9	12; 5	12;10	10; 3	9

(HU-UFMA)

	id	2º sem. de 19	1º sem. de 20	2º sem. de 20	1º sem. de 21
HU da Universidade de Santa Catarina (HU-UFSC)	10	10	10	10	10
HU da Universidade Federal do Piauí (HU-UFPI)	11	10;12;5	12;10	1;10; 3	10
Hospital Universitário de Lagarto (HUL-UFS)	12	12	12	10; 3	10

Fonte: Elaborada pelo autor

Obs.: as unidades eficientes tem elas mesmas como *benchmarks*.

Para fugir das limitações de uma análise inteiramente *Cross-Section* dado que por ela não é possível identificar com clareza que um hospital se torna eficiente de um período para o outro por melhoria de seus processos ou por deterioração das condições de seus pares, calculou-se o índice de Malmquist para os semestres analisados. O resultado médio do índice de Malmquist por semestre é apresentado na tabela 7.

**Tabela 7** – Índice de Malmquist: sumário das médias mensais

Semestres	EFFCH.	TECHCH.	PECH.	SECH.	TFPCH.
1º sem. 20	0,913	0,878	0,900	1,014	0,802
2º sem. 20	1,097	0,813	1,053	1,042	0,892
1º Sem.21	0,912	1,140	1,005	0,908	1,040
Média	0,970	0,934	0,984	0,987	0,906

Fonte: Elaborada pelo autor

Legenda: EFFCH (Mudança Técnica); TECHCH (Mudança tecnológica); PECH. (Mudança na Eficiência Pura); SECH. (mudança na eficiência de escala); TFPCH (mudança na produtividade total dos fatores).

A análise do índice evidencia que de forma agregada nos dois primeiros semestres de 2020 houve aumento da eficiência de escala dos hospitais, isto quer dizer que, em 2020, os hospitais conseguiram produzir mais, dado os mesmos insumos, mas mesmo ganhando em eficiência de escala os hospitais perderam em produtividade total dos fatores. Essa perda foi influenciada principalmente pelo componente de mudança tecnológica, quando os hospitais aumentaram a escala para se adequar a pandemia a defasagem tecnológica das instituições, consumiu todo esse incremento de forma mais que proporcional, reduzindo a produtividade total dos fatores.

No 1º semestre de 2021 ocorreu o fato inverso, ou seja, ganho tecnológico de todos os hospitais deslocando a curva de possibilidade de produção, com isso é criada uma capacidade ociosa diminuindo as eficiências técnicas e de escala no período. Mesmo assim a mudança tecnológica foi mais intensa que as reduções na eficiência técnica e de escala o que levou ao aumento da produtividade total dos fatores.

**Tabela 8** – Índice de Malmquist: sumário das médias mensais dos hospitais no período

Hospitais	EFFCH.	TECHCH.	PECH.	SECH.	TFPCH.
1	1022	0.986	1000	1022	1008
2	0.868	0.914	1058	0.821	0.794
3	0.972	0.950	1000	0.972	0.923
4	0.948	0.915	0.965	0.982	0.868
5	0.944	0.947	0.945	0.998	0.893
6	0.976	0.924	0.987	0.990	0.902
7	0.892	0.951	0.897	0.995	0.848
8	1039	0.905	1035	1004	0.940
9	1070	0.944	1000	1070	1010
10	1000	0.947	1000	1000	0.947
11	0.951	0.944	0.930	1022	0.898
12	0.982	0.881	1000	0.982	0.866
Média	0.970	0.934	0.984	0.987	0.906

Fonte: Elaborada pelo autor

Legenda: EFFCH (Mudança Técnica); TECHCH (Mudança tecnológica); PECH. (Mudança na Eficiência Pura); SECH. (mudança na eficiência de escala); TFPCH (mudança na produtividade total dos fatores).

Ao longo dessa pesquisa foi possível apresentar os índices de eficiência relativa dos doze hospitais selecionados antes e durante a pandemia de covid-19. A análise mostrou que durante o período da pandemia houve redução dos scores de eficiência quando se agrega os 12 hospitais em semestres. Através do índice de Malmquist foram decompostos os componentes de mudança, técnica, de escala, tecnológica, de eficiência pura e de mudança na produtividade total dos fatores. Com isso, verificou-se que, no tocante a produtividade total dos fatores houve decréscimo nos dois semestres iniciais da pandemia em 2020 e aumento no primeiro semestre de 2021, tanto os aumentos quanto as reduções da produtividade total dos fatores foram influenciados preponderantemente pelo componente de mudança tecnológica.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante de todas as dificuldades já enfrentadas pelos sistemas de saúde no seu dia a dia normal de funcionamento, o surgimento de uma pandemia é desesperador, por pressionar ainda mais a demanda de um sistema já tão inchado. Entretanto, é necessário seguir em frente colocar racionalidade para trabalhar e pesquisar formas de medir o desempenho das unidades de saúde para que se possa melhorá-las.

O objetivo desta pesquisa foi comparar os níveis de eficiência relativas de 12 unidades hospitalares da rede EBSEH no contexto da pandemia de COVID-19. Para tanto, utilizou-se a metodologia da análise envoltória de dados, considerando como variáveis de *input* a quantidade de leitos hospitalares, o número de profissionais, e o valor total da AIH. Como variável *output* foi utilizado o número de internações hospitalares. Estes dados foram extraídos do cadastro nacional de estabelecimentos de saúde CNES e do sistema de informação hospitalar SIH/SUS, considerando o período de julho de 19 a junho de 21. Os modelos utilizados para a condução da DEA foi o CCR.

Verificou-se que durante a pandemia houve aumento na média da quantidade de profissionais, leitos hospitalares e dos valores totais de AIH, mas que esses aumentos não representaram ganho no total de internações. A média do total de internações diminuiu durante a pandemia em relação ao 2º semestre de 2019.

Analisando as unidades hospitalares em agregados por semestre através da DEA verificou-se que as unidades hospitalares que já eram eficientes relativamente as outras antes da pandemia auferiram melhor desempenho. Esse resultado é importante para a sociedade, pois demonstra que unidades que adequadamente seus recursos conseguem enfrentar melhor contextos intensos. Além disso, uma sugestão, para uma aplicação futura, seria analisar se existe tendência de aumento/redução de eficiência, aplicando um método estatístico JT.

O cálculo do índice de Malmquist evidenciou que os dois semestres iniciais da pandemia, apresentaram queda da produtividade geral dos fatores, sendo essa queda influenciada principalmente por mudanças tecnológicas. No mesmo período houve ganho de eficiência de escala, no primeiro semestre de 2021 houve aumento da produtividade total dos fatores influenciada também por mudança tecnológica, mas de forma positiva.

Algumas limitações foram observadas ao longo da condução desta pesquisa. A primeira foi em relação a vulnerabilidade da DEA a *outliers* que pode levar a scores de eficiência não compatíveis com a realidade. Em alguns meses do período deste estudo alguns dados parecem se comportar como *outliers*, pois crescem ou decrescem muito em um mês

com mudança rápida no mês seguinte a patamares anteriores. Isso também pode ser indicativo de erro procedimental de alimentação do banco de dados necessitando de consulta interna aos sistemas e/ou relatórios dos hospitais para conferência dos valores, o que não foi feito nesta pesquisa.

Outra limitação ao estudo é que a análise da eficiência foi feita levando em consideração única e exclusivamente as variáveis escolhidas como proxy das dimensões capital, trabalho e financeira, não necessariamente um hospital vai ser melhor que o outro, pois existem variáveis não observadas.

Como sugestão para pesquisas futuras, indica-se a realização de testes estatísticos para analisar a hipótese do aumento de casos de COVID-19 nas localidades dos hospitais podem influir negativamente nos indicadores de eficiência, bem como a inclusão de variáveis qualitativas, verificando ponto a ponto o que ocorria em cada estados onde se situam os hospitais, comparando os níveis de transmissão de covid-19 e as ações dos governos locais no âmbito da saúde correlacionando-as aos indicadores de eficiência para identificar as relações entre eles.

## REFERÊNCIAS

- AFONSO , António; FERNANDES, Sónia. *Assessing Hospital Efficiency: Non-parametric Evidence for Portugal*. Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa, p. 39. 2008. ISBN: 0874-4548. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10400.5/2332> Acesso em: 16 março de 2021.
- ALMEIDA , Mariana ; REBELATTO, Daisy. **Sistematização das técnicas para avaliar a eficiência:** variáveis que influenciam a tomada de decisão estratégica. In: II SEGeT – Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia. n.º 2 São Carlos: 2014. p. 12.
- AROEIRA, Tiago; VILELA, Bruno; FERREIRA, Rui F. **Mais de 100.000 óbitos: avaliação da eficiência dos hospitais do SUS no tratamento à covid-19 nos municípios Brasileiros.** *Revista de administração e inovação hospitalar*, Belo Horizonte, v. 17, n. 2, p. 95-114, abr./Jun. 20. ISSN 2177-2754. Disponível em: <https://doi.org/10.21450/rahis.v17i2.6427>. Acesso em: 15/12/2021
- BANKER, R. D., CHARNES, A., COOPER, W. W. *Some models for estimating technical scale inefficiencies in data envelopment analysis.* *Management Science*, v. 30 n. 9, 1984 1078-1092. <https://doi.org/10.1287/mnsc.30.9.1078>
- BARBOSA, Frederico C.; FUCHIGAMI, Hélio Y. **Análise Envoltória de Dados: Teoria e Aplicações.** 1. ed. Itumbiara: Ulbra, v. 1, 2018. Disponível em: <http://conhecimentolivre.org/wp-content/uploads/19/03/Livro-DEA1.pdf>. Acesso em 09/01/2021
- BATESSE, George E. COELLI, Timothy J. *A Model for Technical Inefficiency Effects in a Stochastic Frontier Production Function for Panel Data.* *Empirical Economics*. v. 20 n. 2 jun. 1995 p. 325-332. <https://doi.org/10.1007/BF01205442>
- BRASIL. **Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil.** Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988.
- BURKE, Victor P. **Produtividade total dos fatores na agricultura: uma análise da região de registro.** Universidade Estadual Paulista Julio De Mesquita Filho. Araraquara, p. 19. 2015.
- CAVES D. W.; CHRISTENSEN L. R.; DIEWERT W. E *The economic theory of index numbers and the measurement of input, output and productivity.* *Econometrica*, v. 50, n.6, p.1393–1414, 1982. <https://doi.org/10.2307/1913388>
- CHARNES, A., COOPER, W. W., RHODES, E. *Measuring the efficiency of decision-making units.* *European Journal of Operational Research*, v. 2 n. 6, 1978 p. 429-444. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(78\)90138-8](https://doi.org/10.1016/0377-2217(78)90138-8)
- COELLI, T. J. *A guide to DEAP version 2.1: A Data Envelopment Analysis (Computer) Program.* University de New England. CEPA Working Papers n° 08/96. ISBN 1 86389 4969
- COELLI, T.; RAO D.S.P.; BATTESE G. *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*, Kluwer Academic Publishers, 1998. <https://doi.org/10.1007/b136381>
- COOPER, William W.; SEIFORD, Lawrence M.; TONE, Kaoru. *Introduction to Data Envelopment Analysis and its Uses: with DEA-Solver Software and References.* [S.l.]:

Springer, 2006.

DICIONÁRIO PRIBERAM DA LÍNGUA PORTUGUESA. "covid-19". **Dicionário Priberam da Língua Portuguesa**, 2022. Disponível em: <https://dicionario.priberam.org/covid-19>. Acesso em: 13 janeiro 2022.

FARRELL, James M. *The Measurement of Productive Efficiency*. *Journal of the Royal Statistical Society*, v. 120, n. SERIES A (GENERAL), PART III, p. 253-290, 1957.

FITZSIMMONS, James A.; FITZSIMMONS, Mona J. **Administração de serviços: operações, estratégia e tecnologia da informação**. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011. 588 p. Trad. Lene Belon Ribeiro. ISBN 9780077228491

FRANCO, Francisco; FORTUNA, Mario. **O método de fronteira estocástica na medição da eficiência dos serviços hospitalares: uma revisão bibliográfica**. Associação Portuguesa de Economia da Saúde (APES). 2003. Documento de trabalho nº 2/2003.

GIANCOTTI, M.; PIPITONE, V.; GUGLIELMO, A. **20 Years of Studies on Technical and Scale Efficiency in the Hospital Sector: a Review of Methodological Approaches**. *International Journal of Business and Management Invention*, 5, n. 3, março 2016. 34-54.

KOOPMANS, T. C. *An Analysis of Production as an Efficient Combination of Activities*. In T. C. Koopmans (Ed.), *Activity Analysis of Production and Allocation*, Cowles Commission for Research in Economics, Monograph No. 13, 1951 p. 33-97.

LOBO, Maria S. D. C. *et al.* **Impacto da reforma do financiamento de hospitais de ensino no brasil**. In: Simposio Brasileiro de Pesquisa Operacional. n.º 40. João Pessoa. 2008. p. 229-238.

MACEDO, Joel de Jesus. **Avaliação do setor de saneamento no brasil, período 2004 a 2015: usando a análise da fronteira estocástica (sfa), análise envoltória de dados (dea), índice de malmquist**. 2018. 206 f. Tese (Doutorado) - Curso de Desenvolvimento Econômico, Setor de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2018. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/55393/R%20-%20T%20-%20JOEL%20DE%20JESUS%20MACEDO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 16 mar. 2021.

MALMQUIST, S. *Index Numbers and Indifference Surfaces*. *Trabajos de Estadística e Investigación Operativa*. La Rioja, v.4, n.2, p. 209-242, jun. 1953. <https://doi.org/10.1007/BF03006863>

MARCOVITCH, Jacques. **Eficiência e eficácia organizacional na instituição de pesquisa aplicada**. *Revista de Administração Pública*, Rio de Janeiro, v. 13, p. 69-79, jan./mar. 1979.

MARINHO, Alexandre. **Avaliação da eficiência técnica nos serviços de saúde nos municípios do estado do Rio de Janeiro**. *Revista Brasileira de Economia*, v. 57, n. 3, p. 515-534, Setembro 2003.

MARINHO, Alexandre. **Estudo da eficiência em alguns hospitais públicos e privados com a geração de rankings**. *Textos para Discussão -IPEA*, 2001. Disponível em:

[http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/2238/1/TD\\_794.pdf](http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/2238/1/TD_794.pdf). Acesso em: 16 março 21. p. 17.

MARINHO, Alexandre. **Hospitais Universitários: indicadores de utilização e análise de eficiência**. Revista de Economia Aplicada, v. 6, n. 3, p. 607-638, 2002. Disponível em: [https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/TDs/td\\_0833.pdf](https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/TDs/td_0833.pdf). Acesso em: 16/03/2021

MELLO, João C. C. B. S. D. *et al.* **Curso de análise de envoltória de dados**. In: Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional. n.º 37, 2005, Gramado: 27 a 30/09/2005 p. 2520-2547. Disponível em: <<http://www.din.uem.br/sbpo/sbpo2005/pdf/arq0289.pdf>> Acesso em 15/11/2021.

MENDONÇA , Elvino D. C.; LEAL, Rodrigo M. **Atos de concentração e ganhos de produtividade**. In: encontro nacional de economia. n.º 35. Recife. 2007. p. 20.

MEZA, Lídia A. **Data envelopment analysis na determinação da eficiência dos programas de pós-graduação da COPPE/UFRJ**. 1998. Tese (Mestrado em Engenharia de Produção) – COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 1998.

MEZA , Lidia ; NETO, Luiz B.; RIBEIRO, Paulo. **Siad v.2.0. – sistema integrado de apoio à decisão: uma implementação de modelos de análise envoltoria de dados e um método multicritério**. In: Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional. n.º 37 Gramado: 27 a 30/09/2005. 2005. p. 406-414.

MICLOS, Paula V.; CALVO, Maria C. M.; COLUSSI, Claudia F. **Avaliação do desempenho da atenção primária em saúde através da análise envoltoria de dados**. Revista Eletrônica Gestão & Saúde, v. 6, n. 2, p. 1749-1763, 12 jan. 2015. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/rgs/article/view/3009/2705>. Acesso em 16/03/2021

MORAIS, Gabriel A. D. S. *et al.* **Eficiência técnica e produtividade de total dos fatores da agricultura dos países da América do Sul: uma análise dos países membros e não-membros do mercosul**. Revista ciências administrativas, Fortaleza, v. 22, n. 2, p. 396-422, Jul./Dez. 2016.

ORDU, Muhammed ; AKIN, Hediye ; DEMIR, Eren. **Healthcare systems and Covid19: Lessons to be learnt from efficient countries**. Int J Health Plann Mgmt, v. 36, n. 5, p. 1476-1485, 2021.

PINDYCK, Robert ; RUBINFELD, Daniel. **Microeconomia**. 8. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2013. ISBN 978-85-430-1378-7.

PRODANOV, Cleber C.; FREITAS, Ermani C. D. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Universidade FEEVALE, 2013. ISBN 978-85-7717-158-3.

ROCHA, Rudi. FURTADO, Isabela. SPINOLA, Paula. **Garantindo o Futuro da Saúde no Brasil: Necessidades de Financiamento e Projeção de Gastos**. Instituto de Estudos para Políticas de Saúde. Estudo Técnico No. 1. Outubro 2019.

ROSANO-PEÑA, C., ALBUQUERQUE, P. H. M., DAHER, C. E. **Dinâmica da produtividade e eficiência dos gastos na educação dos municípios goianos**. Revista de Administração Contemporânea, v. 16 n. 6, 2012 p. 845-865.

SANT'ANNA, Annibal P.; OLIVEIRA, Cleber A. D.; LINS, Marcos P. E. **Análise da produtividade do setor odontológico do sistema de saúde da marinha utilizando o índice de malmquist**. In: ENEGEP, 2002, Curitiba. Anais do XXII ENEGEP, 2002.

SAQUETTO, THIAGO C.; ARAUJO, CLÁUDIA A. S. **Avaliação da eficiência de hospitais privados no brasil: uma análise em dois estagios**. Revista de Administração Mackenzie, v. 20, n. 5, 2019. ISSN 1678-6971.

SERGEANT, James R.; FERES, Maria C. **Eficiência Organizacional uma perspectiva estruturalista**. Revista de Administração de empresas, Rio de Janeiro, v. 12, n. 2, p. 99-110, abr./jun. 1972.

SEVERINO, Antônio J. **Metodologia do trabalho científico**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2017. Ebook Kindle 4,4 MB.

SILVA, Cleiton M. D. D. *et al* **Data Envelopment Analysis (DEA) em Estudos Sobre Saúde e Educação**. Revista FSA, Teresina, v. 18, n. 10, p. 214-239, janeiro 2021. ISSN 2317-2983.

SILVA, Beatriz N. D. *et al*. **Eficiência hospitalar das regiões brasileiras: um estudo por meio da análise envoltória de dados**. Revista de Gestão de Sistemas de Saúde, v. 6, n. 1, p. 76-91, Jan./abr. 2017. ISSN 2316-3712.

SILVA, Márcia Z. D.; MORETTI, Bradley R.; SCHUSTER, Herivelton A. **Avaliação da eficiência hospitalar por meio da análise envoltória de dados**. Revista de Gestão em Sistemas de Saúde, v. 5, n. 2, p. 100-114, jun./Dez. 2016. ISSN 2316-3712.

SILVEIRA, Evanildo D. **Por que uma nova pandemia nos próximos anos é praticamente inevitável**. BBC NEWS BRASIL, Vera Cruz, 12 Agosto 2020. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-53758807>. Acesso em: 14 Janeiro 2022.

SOLOW, Robert M. *A contribution to the theory of economic growth*. *The Quarterly Journal of Economics*, v. 70, n.1, Fevereiro 1956, Pages 65–94. <https://doi.org/10.2307/1884513>

SOLOW, Robert M. *Technical change and the aggregate production function*. *Review of Economic and Statistics*. Cambridge, v. 39, n. 3, p. 312-320, ago.1957. <https://doi.org/10.2307/1926047>

SOUZA, Daniel P. H. D. **Avaliação de métodos paramétricos e não paramétricos na análise da eficiência da Produção de leite**. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba, p. 136. 2003.

TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO. **Manual de auditoria operacional**. 4. ed. Brasília : TCU, Secretaria-Geral de Controle Externo (Segecex), 2020.

TRIVELATO, Patrícia *et al.* **Avaliação da eficiência na alocação dos recursos econômicos financeiros no âmbito hospitalar.** Revista de Administração Hospitalar e Inovação em saúde, v. 12, n. 4, p. 62-79, 2015.

## APÊNDICE

**Tabela 9** Dados de pesquisa mensais por hospital entre jul. 2019 a jun. 2021

Dmus	Mês	Internações	Profissionais	Leitos	Valor Total AIH
HU da Universidade de Brasília (HUB-UnB)	Jul./19	814	2015	220	988451,93
HU da Universidade de Brasília (HUB-UnB)	Ago./19	836	2044	218	1042251,22
HU da Universidade de Brasília (HUB-UnB)	Set./19	841	2046	218	1160727,02
HU da Universidade de Brasília (HUB-UnB)	Out./19	803	2207	218	755074,88
HU da Universidade de Brasília (HUB-UnB)	Nov./19	852	2291	218	625687,09
HU da Universidade de Brasília (HUB-UnB)	Dez./19	721	4802	218	836708,11
HU da Universidade de Brasília (HUB-UnB)	Jan./20	768	5022	218	561706,22
HU da Universidade de Brasília (HUB-UnB)	Fev./20	669	2603	218	851261,26
HU da Universidade de Brasília (HUB-UnB)	Mar./20	701	2646	218	1180609,88
HU da Universidade de Brasília (HUB-UnB)	Abr./20	617	2701	228	599658,9
HU da Universidade de Brasília (HUB-UnB)	Mai./20	817	2677	223	886619,5
HU da Universidade de Brasília (HUB-UnB)	Jun./20	978	2698	223	708620,78
HU da Universidade de Brasília (HUB-UnB)	Jul./20	877	5418	223	1066543,75
HU da Universidade de Brasília (HUB-UnB)	Ago./20	798	5498	223	853732,73
HU da Universidade de Brasília (HUB-UnB)	Set./20	814	2754	223	622230,86
HU da Universidade de Brasília (HUB-UnB)	Out./20	809	2766	223	982910,52
HU da Universidade de Brasília (HUB-UnB)	Nov./20	882	2800	231	1282624,94
HU da Universidade de Brasília (HUB-UnB)	Dez./20	916	2798	231	1060409,7
HU da Universidade de Brasília (HUB-UnB)	Jan./21	859	2805	231	656755,69
HU da Universidade de Brasília (HUB-UnB)	Fev./21	866	2804	231	789000,49
HU da Universidade de Brasília (HUB-UnB)	Mar./21	1015	2740	231	1744619,17
HU da Universidade de Brasília (HUB-UnB)	Abr./21	882	2703	231	1069785,89
HU da Universidade de Brasília (HUB-UnB)	Mai./21	1059	2799	221	1063515,52
HU da Universidade de Brasília (HUB-UnB)	Jun./21	971	2847	221	1181926,51

HU Getúlio Vargas (HUGV-UFAM)	Jul./19	385	1314	159	346170,72
HU Getúlio Vargas (HUGV-UFAM)	Ago./19	390	1311	159	433209,72
HU Getúlio Vargas (HUGV-UFAM)	Set./19	381	1313	159	328981,46
HU Getúlio Vargas (HUGV-UFAM)	Out./19	437	1316	159	266110,26
HU Getúlio Vargas (HUGV-UFAM)	Nov./19	343	1320	159	636306,48
HU Getúlio Vargas (HUGV-UFAM)	Dez./19	322	2644	159	327049,36
HU Getúlio Vargas (HUGV-UFAM)	Jan./20	344	1325	159	457496,01
HU Getúlio Vargas (HUGV-UFAM)	Fev./20	277	1318	159	410583,14
HU Getúlio Vargas (HUGV-UFAM)	Mar./20	288	1408	159	367627,82
HU Getúlio Vargas (HUGV-UFAM)	Abr./20	103	1448	102	351148,63
HU Getúlio Vargas (HUGV-UFAM)	Mai./20	100	1448	102	558248,81
HU Getúlio Vargas (HUGV-UFAM)	Jun./20	148	1437	102	585906,17
HU Getúlio Vargas (HUGV-UFAM)	Jul./20	223	2968	147	615412,4
HU Getúlio Vargas (HUGV-UFAM)	Ago./20	262	2966	129	481913,06
HU Getúlio Vargas (HUGV-UFAM)	Set./20	308	1484	129	523587,28
HU Getúlio Vargas (HUGV-UFAM)	Out./20	301	1483	129	459938,37
HU Getúlio Vargas (HUGV-UFAM)	Nov./20	300	1539	129	469631,67
HU Getúlio Vargas (HUGV-UFAM)	Dez./20	209	1541	149	63085,62
HU Getúlio Vargas (HUGV-UFAM)	Jan./21	148	1540	149	186791,02
HU Getúlio Vargas (HUGV-UFAM)	Fev./21	270	1531	162	363012,43
HU Getúlio Vargas (HUGV-UFAM)	Mar./21	205	1530	172	482096,15
HU Getúlio Vargas (HUGV-UFAM)	Abr./21	236	1822	172	719822,65
HU Getúlio Vargas (HUGV-UFAM)	Mai./21	318	1826	172	1265302,36
HU Getúlio Vargas (HUGV-UFAM)	Jun./21	311	1862	172	1459430,3
Hospital de Clinicas de Uberlândia (UFU)	Jul./19	2097	3253	506	5384664,68
Hospital de Clinicas de Uberlândia (UFU)	Ago./19	2030	3206	506	5814015,56
Hospital de Clinicas de Uberlândia (UFU)	Set./19	2105	3234	506	6053926,53
Hospital de Clinicas de Uberlândia (UFU)	Out./19	2149	3246	506	5958327,57
Hospital de Clinicas de Uberlândia (UFU)	Nov./19	1935	3289	506	5866058,38
Hospital de Clinicas de Uberlândia (UFU)	Dez./19	1893	6590	506	5484955,38

Hospital de Clinicas de Uberlândia (UFU)	Jan./20	2077	3312	506	5789639,58
Hospital de Clinicas de Uberlândia (UFU)	Fev./20	1783	3351	506	5476778,6
Hospital de Clinicas de Uberlândia (UFU)	Mar./20	1802	3321	506	4938681,49
Hospital de Clinicas de Uberlândia (UFU)	Abr./20	1578	3335	506	4780667,09
Hospital de Clinicas de Uberlândia (UFU)	Mai./20	1594	3344	506	4801745,05
Hospital de Clinicas de Uberlândia (UFU)	Jun./20	1641	3364	506	4782096,04
Hospital de Clinicas de Uberlândia (UFU)	Jul./20	1728	6758	506	4637537,05
Hospital de Clinicas de Uberlândia (UFU)	Ago./20	1767	6870	506	5013374,78
Hospital de Clinicas de Uberlândia (UFU)	Set./20	1808	5160*	506	4795789,06
Hospital de Clinicas de Uberlândia (UFU)	Out./20	1863	3449	506	5066966,98
Hospital de Clinicas de Uberlândia (UFU)	Nov./20	1795	3437	506	5509342,84
Hospital de Clinicas de Uberlândia (UFU)	Dez./20	1862	3448	514	5610841,41
Hospital de Clinicas de Uberlândia (UFU)	Jan./21	1824	3670	514	5808123,68
Hospital de Clinicas de Uberlândia (UFU)	Fev./21	1475	4025	511	5495813,47
Hospital de Clinicas de Uberlândia (UFU)	Mar./21	1759	4189	538	5637061
Hospital de Clinicas de Uberlândia (UFU)	Abr./21	1717	4224	524	5583934,31
Hospital de Clinicas de Uberlândia (UFU)	Mai./21	1902	4179	524	5966646,64
Hospital de Clinicas de Uberlândia (UFU)	Jun./21	1218	4179	524	6443818,42
HE da Univers. Feder. de Pelotas (HE-UFPel)	Jul./19	488	1525	175	850772,05
HE da Univers. Feder. de Pelotas (HE-UFPel)	Ago./19	415	1535	175	688856,87
HE da Univers. Feder. de Pelotas (HE-UFPel)	Set./19	442	1538	175	592194,66
HE da Univers. Feder. de Pelotas (HE-UFPel)	Out./19	505	1546	175	645734,93
HE da Univers. Feder. de Pelotas (HE-UFPel)	Nov./19	449	1559	175	626402,69
HE da Univers. Feder. de Pelotas (HE-UFPel)	Dez./19	420	3136	175	498375,95
HE da Univers. Feder. de Pelotas (HE-UFPel)	Jan./20	442	1566	175	625056,64
HE da Univers. Feder. de Pelotas (HE-UFPel)	Fev./20	410	1565	175	722935,24
HE da Univers. Feder. de Pelotas (HE-UFPel)	Mar./20	376	1597	180	655616,31
HE da Univers. Feder. de Pelotas (HE-UFPel)	Abr./20	328	1567	209	575713,1
HE da Univers. Feder. de Pelotas (HE-UFPel)	Mai./20	350	1612	209	563340,24
HE da Univers. Feder. de Pelotas (HE-UFPel)	Jun./20	334	1618	209	701714,75

HE da Univers. Feder. de Pelotas (HE-UFPel)	Jul./20	369	3278	209	576847,03
HE da Univers. Feder. de Pelotas (HE-UFPel)	Ago./20	379	1677	209	1005396,86
HE da Univers. Feder. de Pelotas (HE-UFPel)	Set./20	334	1722	209	877004,76
HE da Univers. Feder. de Pelotas (HE-UFPel)	Out./20	373	1764	209	1111041,8
HE da Univers. Feder. de Pelotas (HE-UFPel)	Nov./20	393	1756	199	1235039,42
HE da Univers. Feder. de Pelotas (HE-UFPel)	Dez./20	382	1782	199	963860,75
HE da Univers. Feder. de Pelotas (HE-UFPel)	Jan./21	388	1683	199	1432249,2
HE da Univers. Feder. de Pelotas (HE-UFPel)	Fev./21	337	1688	199	772940,81
HE da Univers. Feder. de Pelotas (HE-UFPel)	Mar./21	390	1699	201	829881,97
HE da Univers. Feder. de Pelotas (HE-UFPel)	Abr./21	369	1695	178	942901,06
HE da Univers. Feder. de Pelotas (HE-UFPel)	Mai./21	366	1653	179	1421148,96
HE da Univers. Feder. de Pelotas (HE-UFPel)	Jun./21	420	1681	179	1090291,55
HC da Universidade Federal de Goiás (HC-UFG)	Jul./19	1064	1670	238	1912640,94
HC da Universidade Federal de Goiás (HC-UFG)	Ago./19	1070	1721	238	1774163,27
HC da Universidade Federal de Goiás (HC-UFG)	Set./19	998	1462	238	1514327,74
HC da Universidade Federal de Goiás (HC-UFG)	Out./19	969	1505	238	1315606,33
HC da Universidade Federal de Goiás (HC-UFG)	Nov./19	883	1511	238	1267112,47
HC da Universidade Federal de Goiás (HC-UFG)	Dez./19	820	3058	238	1127119,64
HC da Universidade Federal de Goiás (HC-UFG)	Jan./20	886	1535	238	1671245,09
HC da Universidade Federal de Goiás (HC-UFG)	Fev./20	845	1591	238	1373607,63
HC da Universidade Federal de Goiás (HC-UFG)	Mar./20	788	1619	276	1631519,66
HC da Universidade Federal de Goiás (HC-UFG)	Abr./20	437	1628	254	1336721,62
HC da Universidade Federal de Goiás (HC-UFG)	Mai./20	540	1635	254	1183886,73
HC da Universidade Federal de Goiás (HC-UFG)	Jun./20	512	1635	254	1453333,7
HC da Universidade Federal de Goiás (HC-UFG)	Jul./20	555	3278	254	1182962,73
HC da Universidade Federal de Goiás (HC-UFG)	Ago./20	520	3302	246	1850603,45
HC da Universidade Federal de Goiás (HC-UFG)	Set./20	532	1663	246	1713690,7
HC da Universidade Federal de Goiás (HC-UFG)	Out./20	616	1682	246	1549886,03
HC da Universidade Federal de Goiás (HC-UFG)	Nov./20	578	1684	246	1680425,56
HC da Universidade Federal de Goiás (HC-UFG)	Dez./20	533	1722	246	1447441,72

HC da Universidade Federal de Goiás (HC-UFG)	Jan./21	555	1824	341	1544429,13
HC da Universidade Federal de Goiás (HC-UFG)	Fev./21	652	1866	421	1628700,38
HC da Universidade Federal de Goiás (HC-UFG)	Mar./21	878	1992	421	2388458,04
HC da Universidade Federal de Goiás (HC-UFG)	Abr./21	823	2115	421	2841904,28
HC da Universidade Federal de Goiás (HC-UFG)	Mai./21	910	2324	421	2961992,09
HC da Universidade Federal de Goiás (HC-UFG)	Jun./21	872	2207	421	3381104,82
Complexo do HC da Univ. Fed. do Paraná (CHC-UFPR)	Jul./19	1948	5432	618	4355028,95
Complexo do HC da Univ. Fed. do Paraná (CHC-UFPR)	Ago./19	1859	5419	618	3641012,59
Complexo do HC da Univ. Fed. do Paraná (CHC-UFPR)	Set./19	1814	5414	618	3442247,33
Complexo do HC da Univ. Fed. do Paraná (CHC-UFPR)	Out./19	1859	5414	618	3231864,63
Complexo do HC da Univ. Fed. do Paraná (CHC-UFPR)	Nov./19	1511	5335	618	2966599,9
Complexo do HC da Univ. Fed. do Paraná (CHC-UFPR)	Dez./19	1265	10520	618	2432719,8
Complexo do HC da Univ. Fed. do Paraná (CHC-UFPR)	Jan./20	1331	5159	618	3204434,77
Complexo do HC da Univ. Fed. do Paraná (CHC-UFPR)	Fev./20	1377	5187	618	2283536,08
Complexo do HC da Univ. Fed. do Paraná (CHC-UFPR)	Mar./20	1390	5083	684	2071328,56
Complexo do HC da Univ. Fed. do Paraná (CHC-UFPR)	Abr./20	1169	5149	684	3222654,26
Complexo do HC da Univ. Fed. do Paraná (CHC-UFPR)	Mai./20	1261	5191	684	3518188,74
Complexo do HC da Univ. Fed. do Paraná (CHC-UFPR)	Jun./20	1360	10632	684	3517671,17
Complexo do HC da Univ. Fed. do Paraná (CHC-UFPR)	Jul./20	1414	5468	684	3814078,67
Complexo do HC da Univ. Fed. do Paraná (CHC-UFPR)	Ago./20	1453	5598	684	3771936,13
Complexo do HC da Univ. Fed. do Paraná (CHC-UFPR)	Set./20	1477	5742	684	3636535,59
Complexo do HC da Univ. Fed. do Paraná (CHC-UFPR)	Out./20	1697	5812	684	4981272,54
Complexo do HC da Univ. Fed. do Paraná (CHC-UFPR)	Nov./20	1610	5897	684	6082059,27
Complexo do HC da Univ. Fed. do Paraná (CHC-UFPR)	Dez./20	1534	5920	684	4567355,86
Complexo do HC da Univ. Fed. do Paraná (CHC-UFPR)	Jan./21	1626	5924	684	6511446,53
Complexo do HC da Univ. Fed. do Paraná (CHC-UFPR)	Fev./21	1550	6214	690	5231978,91
Complexo do HC da Univ. Fed. do Paraná (CHC-UFPR)	Mar./21	1682	6293	711	7259883,65
Complexo do HC da Univ. Fed. do Paraná (CHC-UFPR)	Abr./21	1572	6489	711	6682399,34
Complexo do HC da Univ. Fed. do Paraná (CHC-UFPR)	Mai./21	1699	6805	711	6813691,81
Complexo do HC da Univ. Fed. do Paraná (CHC-UFPR)	Jun./21	1375	6845	711	5709481,8

HU Walter Cantídio (HUWC-UFC)	Jul./19	759	1824	201	2849777,83
HU Walter Cantídio (HUWC-UFC)	Ago./19	769	1823	201	2939447,86
HU Walter Cantídio (HUWC-UFC)	Set./19	750	1823	201	2618933,57
HU Walter Cantídio (HUWC-UFC)	Out./19	816	1818	201	2544821,86
HU Walter Cantídio (HUWC-UFC)	Nov./19	693	1819	201	2852508,59
HU Walter Cantídio (HUWC-UFC)	Dez./19	621	3638	201	2972092,43
HU Walter Cantídio (HUWC-UFC)	Jan./20	694	1819	201	2749473,46
HU Walter Cantídio (HUWC-UFC)	Fev./20	572	1815	201	2546236,68
HU Walter Cantídio (HUWC-UFC)	Mar./20	548	1903	201	2042050,43
HU Walter Cantídio (HUWC-UFC)	Abr./20	329	1905	201	1898937,41
HU Walter Cantídio (HUWC-UFC)	Mai./20	220	1897	207	1057090,08
HU Walter Cantídio (HUWC-UFC)	Jun./20	305	1902	207	893418,19
HU Walter Cantídio (HUWC-UFC)	Jul./20	457	3802	207	1021039,6
HU Walter Cantídio (HUWC-UFC)	Ago./20	562	3830	207	1873584,89
HU Walter Cantídio (HUWC-UFC)	Set./20	541	1918	207	1653163,07
HU Walter Cantídio (HUWC-UFC)	Out./20	550	1933	207	1985080,15
HU Walter Cantídio (HUWC-UFC)	Nov./20	545	1949	207	2405824,42
HU Walter Cantídio (HUWC-UFC)	Dez./20	551	1949	207	1957181,15
HU Walter Cantídio (HUWC-UFC)	Jan./21	541	1949	207	2812794,22
HU Walter Cantídio (HUWC-UFC)	Fev./21	433	2037	207	2243235,23
HU Walter Cantídio (HUWC-UFC)	Mar./21	437	2088	207	1632276,92
HU Walter Cantídio (HUWC-UFC)	Abr./21	407	2357	207	2262874,93
HU Walter Cantídio (HUWC-UFC)	Mai./21	383	2381	207	1969065,12
HU Walter Cantídio (HUWC-UFC)	Jun./21	498	2380	207	2619771,34
HU Doutor Miguel Riet Correa Junior (HU-Furg)	Jul./19	615	1484	231	631798,77
HU Doutor Miguel Riet Correa Junior (HU-Furg)	Ago./19	602	1522	231	674419,03
HU Doutor Miguel Riet Correa Junior (HU-Furg)	Set./19	556	1522	231	626952,02
HU Doutor Miguel Riet Correa Junior (HU-Furg)	Out./19	644	1522	231	1003404,57
HU Doutor Miguel Riet Correa Junior (HU-Furg)	Nov./19	456	1522	231	939447,65
HU Doutor Miguel Riet Correa Junior (HU-Furg)	Dez./19	525	2794	231	277687,08

HU Doutor Miguel Riet Correa Junior (HU-Furg)	Jan./20	571	1395	231	561114,95
HU Doutor Miguel Riet Correa Junior (HU-Furg)	Fev./20	496	1427	231	395753,87
HU Doutor Miguel Riet Correa Junior (HU-Furg)	Mar./20	502	1373	231	738994,25
HU Doutor Miguel Riet Correa Junior (HU-Furg)	Abr./20	371	1441	231	797317,96
HU Doutor Miguel Riet Correa Junior (HU-Furg)	Mai./20	395	1443	185	635664,85
HU Doutor Miguel Riet Correa Junior (HU-Furg)	Jun./20	446	1440	185	1022087,02
HU Doutor Miguel Riet Correa Junior (HU-Furg)	Jul./20	425	2978	197	659341,39
HU Doutor Miguel Riet Correa Junior (HU-Furg)	Ago./20	476	1513	201	658838,63
HU Doutor Miguel Riet Correa Junior (HU-Furg)	Set./20	451	1522	201	509353,14
HU Doutor Miguel Riet Correa Junior (HU-Furg)	Out./20	422	1517	205	722906,34
HU Doutor Miguel Riet Correa Junior (HU-Furg)	Nov./20	481	1523	210	450818,89
HU Doutor Miguel Riet Correa Junior (HU-Furg)	Dez./20	418	1511	200	443608,46
HU Doutor Miguel Riet Correa Junior (HU-Furg)	Jan./21	446	1518	200	786591,03
HU Doutor Miguel Riet Correa Junior (HU-Furg)	Fev./21	446	1497	210	604903,51
HU Doutor Miguel Riet Correa Junior (HU-Furg)	Mar./21	472	1533	206	555192,18
HU Doutor Miguel Riet Correa Junior (HU-Furg)	Abr./21	406	1538	206	579413,93
HU Doutor Miguel Riet Correa Junior (HU-Furg)	Mai./21	415	1516	206	765803,6
HU Doutor Miguel Riet Correa Junior (HU-Furg)	Jun./21	469	1506	206	1115569,71
HU da Universidade Federal do Maranhão (HU-UFMA)	Jul./19	1495	2984	464	2172648,28
HU da Universidade Federal do Maranhão (HU-UFMA)	Ago./19	1468	2990	464	2712664,11
HU da Universidade Federal do Maranhão (HU-UFMA)	Set./19	1452	2990	454	2451515,81
HU da Universidade Federal do Maranhão (HU-UFMA)	Out./19	1545	2905	454	2191320,33
HU da Universidade Federal do Maranhão (HU-UFMA)	Nov./19	1409	2902	454	2636962,61
HU da Universidade Federal do Maranhão (HU-UFMA)	Dez./19	1282	5804	454	2616960,88
HU da Universidade Federal do Maranhão (HU-UFMA)	Jan./20	1444	2957	454	2380266,01
HU da Universidade Federal do Maranhão (HU-UFMA)	Fev./20	1178	2926	454	2639665,9
HU da Universidade Federal do Maranhão (HU-UFMA)	Mar./20	1086	2878	454	2014873,99
HU da Universidade Federal do Maranhão (HU-UFMA)	Abr./20	720	2994	454	1761177,66
HU da Universidade Federal do Maranhão (HU-UFMA)	Mai./20	702	3160	494	1509035,3
HU da Universidade Federal do Maranhão (HU-UFMA)	Jun./20	871	3261	494	829631,12

HU da Universidade Federal do Maranhão (HU-UFMA)	Jul./20	1225	6544	494	2049779,7
HU da Universidade Federal do Maranhão (HU-UFMA)	Ago./20	1292	3251	494	2032538,22
HU da Universidade Federal do Maranhão (HU-UFMA)	Set./20	1333	2984	454	2499439,38
HU da Universidade Federal do Maranhão (HU-UFMA)	Out./20	1333	3125	454	3515600,87
HU da Universidade Federal do Maranhão (HU-UFMA)	Nov./20	1344	3094	454	2186009,31
HU da Universidade Federal do Maranhão (HU-UFMA)	Dez./20	1341	3082	454	2531466,67
HU da Universidade Federal do Maranhão (HU-UFMA)	Jan./21	1303	3079	454	2210685,3
HU da Universidade Federal do Maranhão (HU-UFMA)	Fev./21	1237	3187	454	2514553,63
HU da Universidade Federal do Maranhão (HU-UFMA)	Mar./21	1483	3352	474	2500158,85
HU da Universidade Federal do Maranhão (HU-UFMA)	Abr./21	1555	3590	474	2334205,83
HU da Universidade Federal do Maranhão (HU-UFMA)	Mai./21	1628	3582	474	2242953,03
HU da Universidade Federal do Maranhão (HU-UFMA)	Jun./21	1591	3792	474	2574463,33
HU da Universidade de Santa Catarina (HU-UFSC)	Jul./19	1065	1655	213	1692781,77
HU da Universidade de Santa Catarina (HU-UFSC)	Ago./19	1046	1722	213	2142188,76
HU da Universidade de Santa Catarina (HU-UFSC)	Set./19	1020	1832	218	2245713,88
HU da Universidade de Santa Catarina (HU-UFSC)	Out./19	993	1910	218	2162186,29
HU da Universidade de Santa Catarina (HU-UFSC)	Nov./19	973	1922	218	1674218,9
HU da Universidade de Santa Catarina (HU-UFSC)	Dez./19	905	3802	218	1116607,31
HU da Universidade de Santa Catarina (HU-UFSC)	Jan./20	1035	1890	218	1797390,87
HU da Universidade de Santa Catarina (HU-UFSC)	Fev./20	929	1890	218	1781215,03
HU da Universidade de Santa Catarina (HU-UFSC)	Mar./20	864	1830	218	1567238,61
HU da Universidade de Santa Catarina (HU-UFSC)	Abr./20	769	1833	228	1064871,06
HU da Universidade de Santa Catarina (HU-UFSC)	Mai./20	799	1778	241	1587190,87
HU da Universidade de Santa Catarina (HU-UFSC)	Jun./20	872	1783	253	1678137,89
HU da Universidade de Santa Catarina (HU-UFSC)	Jul./20	885	3636	263	1417646,74
HU da Universidade de Santa Catarina (HU-UFSC)	Ago./20	779	3710	263	1208215,82
HU da Universidade de Santa Catarina (HU-UFSC)	Set./20	870	1899	263	1935412,69
HU da Universidade de Santa Catarina (HU-UFSC)	Out./20	966	1899	263	1483775,64
HU da Universidade de Santa Catarina (HU-UFSC)	Nov./20	946	1919	263	1672626,7
HU da Universidade de Santa Catarina (HU-UFSC)	Dez./20	878	1919	263	1497865

HU da Universidade de Santa Catarina (HU-UFSC)	Jan./21	907	1931	263	408097,32
HU da Universidade de Santa Catarina (HU-UFSC)	Fev./21	856	1931	263	1629373,22
HU da Universidade de Santa Catarina (HU-UFSC)	Mar./21	896	1861	263	1934675,25
HU da Universidade de Santa Catarina (HU-UFSC)	Abr./21	906	1971	263	2383165,84
HU da Universidade de Santa Catarina (HU-UFSC)	Mai./21	884	2034	263	2518236,12
HU da Universidade de Santa Catarina (HU-UFSC)	Jun./21	876	2032	263	1901657,77
HU da Universidade Federal do Piauí (HU-UFPI)	Jul./19	518	1472	190	886329,39
HU da Universidade Federal do Piauí (HU-UFPI)	Ago./19	523	1474	190	1018786,97
HU da Universidade Federal do Piauí (HU-UFPI)	Set./19	492	1468	190	851958,07
HU da Universidade Federal do Piauí (HU-UFPI)	Out./19	537	1471	190	947939,27
HU da Universidade Federal do Piauí (HU-UFPI)	Nov./19	467	1470	192	946802,52
HU da Universidade Federal do Piauí (HU-UFPI)	Dez./19	465	2940	192	918842,6
HU da Universidade Federal do Piauí (HU-UFPI)	Jan./20	495	1462	192	887095,65
HU da Universidade Federal do Piauí (HU-UFPI)	Fev./20	441	1461	192	1023641,24
HU da Universidade Federal do Piauí (HU-UFPI)	Mar./20	446	1526	207	1057264,62
HU da Universidade Federal do Piauí (HU-UFPI)	Abr./20	317	1461	212	1135773,67
HU da Universidade Federal do Piauí (HU-UFPI)	Mai./20	330	1518	212	1142724,08
HU da Universidade Federal do Piauí (HU-UFPI)	Jun./20	310	1544	222	1456823,81
HU da Universidade Federal do Piauí (HU-UFPI)	Jul./20	393	3136	222	1692035,04
HU da Universidade Federal do Piauí (HU-UFPI)	Ago./20	357	3248	222	1773182,35
HU da Universidade Federal do Piauí (HU-UFPI)	Set./20	367	1631	222	1876847,04
HU da Universidade Federal do Piauí (HU-UFPI)	Out./20	406	1633	224	2222452,87
HU da Universidade Federal do Piauí (HU-UFPI)	Nov./20	397	1611	212	1154398,03
HU da Universidade Federal do Piauí (HU-UFPI)	Dez./20	416	1569	212	1303093,84
HU da Universidade Federal do Piauí (HU-UFPI)	Jan./21	391	1556	212	1449855,28
HU da Universidade Federal do Piauí (HU-UFPI)	Fev./21	394	1603	232	1342892,38
HU da Universidade Federal do Piauí (HU-UFPI)	Mar./21	371	1664	232	1302142,08
HU da Universidade Federal do Piauí (HU-UFPI)	Abr./21	405	1686	232	2384558,81
HU da Universidade Federal do Piauí (HU-UFPI)	Mai./21	451	1698	232	2757190,78
HU da Universidade Federal do Piauí (HU-UFPI)	Jun./21	467	1698	232	2500629,5

Hospital Universitário de Lagarto (HUL-UFS)	Jul./19	298	655	78	179532,1
Hospital Universitário de Lagarto (HUL-UFS)	Ago./19	274	653	78	225753,42
Hospital Universitário de Lagarto (HUL-UFS)	Set./19	293	655	78	161563,15
Hospital Universitário de Lagarto (HUL-UFS)	Out./19	313	656	78	144834,14
Hospital Universitário de Lagarto (HUL-UFS)	Nov./19	230	656	78	129869,61
Hospital Universitário de Lagarto (HUL-UFS)	Dez./19	312	656	78	173178,68
Hospital Universitário de Lagarto (HUL-UFS)	Jan./20	294	646	78	213607,72
Hospital Universitário de Lagarto (HUL-UFS)	Fev./20	275	641	78	181554,23
Hospital Universitário de Lagarto (HUL-UFS)	Mar./20	238	658	81	215817,4
Hospital Universitário de Lagarto (HUL-UFS)	Abr./20	273	676	107	124005,08
Hospital Universitário de Lagarto (HUL-UFS)	Mai./20	277	681	107	195330,98
Hospital Universitário de Lagarto (HUL-UFS)	Jun./20	292	701	117	164555,27
Hospital Universitário de Lagarto (HUL-UFS)	Jul./20	351	1466	140	98296,12
Hospital Universitário de Lagarto (HUL-UFS)	Ago./20	361	1462	140	384287,21
Hospital Universitário de Lagarto (HUL-UFS)	Set./20	313	731	140	513311,88
Hospital Universitário de Lagarto (HUL-UFS)	Out./20	382	735	140	995621,03
Hospital Universitário de Lagarto (HUL-UFS)	Nov./20	383	737	140	847537,18
Hospital Universitário de Lagarto (HUL-UFS)	Dez./20	265	735	130	812252,99
Hospital Universitário de Lagarto (HUL-UFS)	Jan./21	295	738	130	1086444,04
Hospital Universitário de Lagarto (HUL-UFS)	Fev./21	248	738	130	1567187,93
Hospital Universitário de Lagarto (HUL-UFS)	Mar./21	303	738	130	1378144,26
Hospital Universitário de Lagarto (HUL-UFS)	Abr./21	316	706	130	1387932,87
Hospital Universitário de Lagarto (HUL-UFS)	Mai./21	396	816	130	1089086,6
Hospital Universitário de Lagarto (HUL-UFS)	Jun./21	395	816	130	1660248,56

---

Fonte: elaborada pelo autor.

---

