

## ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS NA AVALIAÇÃO DE HOSPITAIS PÚBLICOS: UM ESTUDO SOBRE A EFICIÊNCIA DOS HOSPITAIS PÚBLICOS REGIONAIS DO DISTRITO FEDERAL

### DATA ENVELOPMENT ANALYSIS IN THE EVALUATION OF PUBLIC HOSPITALS: A STUDY ON THE EFFICIENCY OF REGIONAL PUBLIC HOSPITALS IN THE FEDERAL DISTRICT

### ANÁLISIS ENVOLVENTE DE DATOS EN LA EVALUACIÓN DE HOSPITALES PÚBLICOS: UN ESTUDIO SOBRE LA EFICIENCIA DE LOS HOSPITALES PÚBLICOS REGIONALES DEL DISTRITO FEDERAL

**Igor Rodrigues**  
Universidade de Brasília  
tigor.94@hotmail.com



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

## RESUMO

Demonstrando por meio da modelagem da Análise Envoltória de Dados (DEA), este trabalho permitiu aferir o desempenho dos Hospitais Regionais do Distrito Federal, afim de avaliar e comparar a eficiência dos onze hospitais regionais de Brasília. O objetivo principal é realizar uma avaliação da eficiência hospitalar diante dois aspectos: alocativos e econômicos. Nesse sentido, considerando as variáveis apresentadas pela literatura, foram escolhidos inputs e outputs para a criação dos indicadores de desempenho. A análise foi realizada em dois estágios, afim de alcançar resultados mais abrangentes, onde, o primeiro examinou a eficiência técnica e alocativa das unidades, por meio da dimensão de trabalho e produção ambulatorial. Já o segundo estágio, observa aspectos estruturais e financeiros para avaliar a eficiência econômica, com o propósito de reduzir os produtos indesejados e aumentar o número de internações por leitos. Os resultados encontrados demonstraram que as unidades de médio porte se destacaram em relação as de grande porte e reforçaram o modelo DEA como uma importante ferramenta de avaliação comparativa entre os hospitais e para a análise da eficiência hospitalar.

**Palavras-chave:** análise envoltória de dados, hospitais regionais, eficiência hospitalar.

## ABSTRACT

Demonstrating through the modeling of Data Envelopment Analysis (DEA), this work allowed to measure the performance of the Regional Hospitals of the Federal District, in order to evaluate and compare the efficiency of the eleven regional hospitals in Brasília. The main objective is to carry out an evaluation of hospital efficiency in terms of two aspects: allocative and economic. In this sense, considering the variables presented in the literature, inputs and outputs were chosen for the creation of performance indicators. The analysis was carried out in two stages, in order to achieve more comprehensive results, where the first examined the technical and allocative efficiency of the units, through the dimension of work and outpatient production. The second stage, on the other hand, looks at structural and financial aspects to assess economic efficiency, with the aim of reducing unwanted products and increasing the number of hospitalizations per bed. The results found showed that the medium-sized units stood out in relation to the large ones and reinforced the DEA model as an important tool for comparative assessment between hospitals and for the analysis of hospital efficiency.

**Keywords:** data envelopment analysis, regional hospitals, hospital efficiency.

## RESUMEN

Demostrando a través del modelado de Análisis Envoltorio de Datos (DEA), este trabajo permitió medir el desempeño de los Hospitales Regionales del Distrito Federal, con el fin de evaluar y comparar la eficiencia de los once hospitales regionales en Brasilia. El objetivo principal es realizar una evaluación de la eficiencia hospitalaria en dos aspectos: asignativo y económico. En ese sentido, considerando las variables presentadas en la literatura, se eligieron insumos y productos para la creación de indicadores de desempeño. El análisis se realizó en dos etapas, con el fin de lograr resultados más integrales, donde la primera examinó la eficiencia técnica y asignativa de las unidades, a través de la dimensión de trabajo y producción ambulatoria. La segunda etapa, en cambio, contempla aspectos estructurales y financieros para evaluar la eficiencia económica, con el objetivo de reducir los productos no deseados y aumentar el número de hospitalizaciones por cama. Los resultados encontrados mostraron que las unidades medianas se

destacaron en relación a las grandes y reforzaron el modelo DEA como una herramienta importante para la evaluación comparativa entre hospitales y para el análisis de la eficiencia hospitalaria.

**Palabras-clave:** análisis de envoltura de datos, hospitales regionales, eficiencia hospitalaria.

## INTRODUÇÃO

Os hospitais são organizações de caráter médico-social responsáveis tanto pela prestação do serviço de assistência médica curativa e preventiva, quanto por serviços de assistência social. Por meio dos serviços de diagnóstico, tratamento, reabilitação e prevenção à saúde as unidades hospitalares se tornaram centros de grande representatividade no sistema de saúde público brasileiro, apesar dos avanços e investimentos no atendimento primário<sup>1</sup>.

A gestão dos hospitais, que engloba os serviços administrativos, orçamentários, tecnológicos e os recursos humanos, dos quais prestam papel de suporte para as atividades fins, tornam o arranjo organizacional ainda mais complexo.

Dessa forma, o tamanho da estrutura aliada à complexidade do arranjo organizacional acaba trazendo custos elevados. Assim, surge a necessidade de uma gestão administrativa-financeira que seja eficiente, sobretudo quando a necessidade pela busca de uma gestão eficiente é de suma importância para a melhoria dos serviços prestados e para o alcance ininterrupto das atividades.

A constante relevância na avaliação da eficiência dos serviços de saúde é agravada pelo fato do grande volume de recursos público que são envolvidos no seu financiamento, já que o setor de saúde é um dos principais representantes de recursos financeiros advindos da administração pública. No Brasil, por exemplo, os hospitais públicos são responsáveis por dois terços dos gastos do setor.

Logo, sabido que tais recursos são naturalmente escassos e dado a complexidade do sistema de saúde, então os meios utilizados para avaliar os resultados na área da saúde ganham especial atenção. Portanto, as unidades hospitalares, particularmente, devem buscar novos parâmetros de eficiência, eficácia e produtividade, até porque conforme introduzido por Souza (2014) os centros hospitalares não têm apresentado resultados satisfatórios na gestão dos recursos econômico-financeiros.

Intensificar a utilização de indicadores e informações para poder comparar a gestão entre as organizações de saúde tem se apresentado como a melhor ferramenta para o alcance da superioridade competitiva<sup>2</sup>. Ademais, a comparação do objeto a um parâmetro bem estabelecido permite uma estimativa potencial de mudança em direção ao ótimo desejado. Assim, para que se possa contemplar tamanha demanda com o limitado recurso deve-se buscar referências (*benchmarks*) bem definidas, a partir da melhor prática observada.

Quando falamos em gastos com saúde pública no Brasil, o Distrito Federal é a unidade que mais gasta verba com saúde per capita. Conforme relata o Conselho Federal de Medicina – CFM, o DF destinou - em 2019 - o equivalente a R\$ 1.260,79 por pessoa<sup>3</sup>. Entretanto, apesar dos altos investimentos

---

<sup>1</sup> Fonseca e Ferreira (2009), explicam que o sistema brasileiro voltado para os hospitais se baseia em um modelo cultural brasileiro, que é evocado a doença já manifestada, assim, o paciente só procura um centro de saúde quando a doença já está em um nível avançado, sendo os hospitais os responsáveis pelo tratamento.

Para Gragnolati (2013), apesar dos avanços no sistema de saúde brasileiro, com a ampliação dos sistemas de atenção primária, os hospitais continuam apresentando uma crescente demanda e constantes aumentos de gastos, o que pode ser explicado tanto pelo oferecimento de serviços de média e alta complexidade, mas também pela inabilidade nos níveis intermediários e as ineficiências do controle de recursos recebidos.

<sup>2</sup> Souza, Scatena e Kehrig, 2016.

<sup>3</sup> Valor contabilizado a partir dos recursos próprios de cada Estado, sem contar com os repasses da União e os gastos de municípios.

é perceptível os problemas na saúde pública no DF, como a falta de insumos básicos, leitos, profissionais de saúde e a superlotação dos hospitais.

Nesse contexto e com vistas a contribuir para a reflexão e subsidiar o debate a respeito do sistema de saúde público do Distrito Federal pretende-se avaliar a eficiência e o desempenho dos hospitais públicos regionais geridos pelo governo do Distrito Federal - HRDF, a partir da utilização da metodologia de Análise Envoltória de Dados (DEA). O trabalho é apresentado como um estudo exploratório, com abordagem quantitativa, realizado em onze hospitais vinculados à Secretaria de Saúde do Distrito Federal – SES/DF. Cabe ressaltar que os hospitais regionais correspondem a uma parcela do sistema de saúde do DF, no qual é complementado por centros de saúde, unidades de pronto atendimento, unidades básicas, centros de atenção psicossocial e hospitais especializados. Porém, dado o fato da semelhança na prestação de serviço e da homogeneidade de informações, optou-se pela utilização somente dos hospitais regionais para o referido estudo de caso.

O objetivo geral deste estudo é analisar a eficiência técnica e alocativa dos HRDF entre 2017 e 2019. Resumidamente, os objetivos específicos podem ser delimitados como: Gerar um indicador de eficiência, definir novos objetivos de produção que maximizem a eficiência das DMUs, apresentar a dimensão da ineficiência conforme a gestão de cada DMU e analisar os retornos de escala dos hospitais.

Este estudo justifica-se ao fato da importância dos hospitais junto a prestação de serviços de saúde e assistência social. À vista disso, os resultados desse estudo podem contribuir, principalmente, na formulação de políticas públicas que visem a melhoria dos retornos de escala nos centros hospitalares e no atendimento público de saúde, de maneira que as unidades menos eficientes utilizem os indicadores como padrão de espelhamento. Além do mais, há poucos estudos relacionados ao grau de eficiência que utilizam a ferramenta DEA, podendo ser ainda menor, caso as pesquisas sejam direcionadas à área da saúde com foco na eficiência hospitalar (SILVA et al., 2017).

## REFERÊNCIAL TEÓRICO

### **Eficiência e Gestão hospitalar**

Apesar dos hospitais serem preferência para a população, a sua robusta estrutura acaba trazendo custos elevados. Deste modo, o controle dos custos da administração pública deve ser constatado pela demonstração de resultados equivalentes. Entretanto, quando esses serviços são taxados como não produtivos ou ineficientes acaba gerando um cenário de incerteza e desconfiança para a sociedade.

A área da saúde no Brasil sofre com a inexistência de uma cultura de apuração, controle e redução de custos públicos. É culturalmente determinado que a insuficiência de recursos é um dos maiores males na prestação de serviços públicos, porém pouco é definido o quanto se gasta e o quanto deveria ser gasto. Logo, é importante apurar o desempenho operacional e a eficiência alocativa das organizações, afim de amenizar as disparidades existentes entre elas.

Em consonância com La Forgia e Couttolenc (2009), a carência de recursos é um problema agravado devido a ineficiência de gestão dos recursos públicos. Conforme Souza, Scatena e Kehrig (2016) destaca-se que a análise do problema das organizações hospitalares não se limita apenas à falta de uma gestão eficiente, mas também a alocação dos recursos de maneira eficiente. Para Pinto (2013), a adaptação na alocação de recursos é requerida quando não são encontradas condições que assegurassem maior eficiência na utilização dos recursos disponíveis na economia, inclusive quando esses problemas se tratam de necessidades coletivas.

De fato, tem sido consensual que os sistemas de saúde público sofrem com problemas alusivos à eficiência (TRIVELATO et al., 2015). Dessa forma, pressupõe-se que os hospitais como principais consumidores devem buscar uma relação eficiente entre produtos e recursos consumidos.

Observa-se, portanto, a expressiva importância da utilização de indicadores quanto à avaliação da eficiência hospitalar. Conforme é atestado por Borba (2006), a avaliação de gestão dos hospitais públicos é um dos principais problemas do setor e esse problema representa considerável fator de ineficiência hospitalar. Para La Forgia e Couttolenc (2009), a inadequada gestão dos recursos hospitalares reflete diretamente na prestação ineficiente dos serviços de saúde pública, comprometendo a qualidade do serviço e atingindo toda a população.

Sant'ana, Silva e Padilha (2016) corroborando com os autores citados, afirma que dado os hospitais públicos representarem uma organização econômica que necessita manter o equilíbrio nas suas receitas e despesas, já que os recursos repassados são públicos, então tais instituições tem o dever de utilizar os recursos de maneira mais eficiente possível, conforme o princípio da eficiência dos gastos públicos.

A avaliação da eficiência hospitalar justifica-se por quatro parâmetros, conforme foi apresentado por Wolff (2005). O elevado custo da assistência hospitalar; o custo de oportunidade para a sociedade, a importância das avaliações como parâmetro para a análise dos impactos das políticas públicas sobre a saúde e a comparação do desempenho hospitalar entre as unidades de referência.

Afim de conceituar o termo eficiência foram utilizados os estudos de Farrell (1957) e Peña (2008). Para este, o conceito de eficiência pode ser dividido em eficiência técnica (ET) e eficiência alocativa (EA). Esta, defini a aptidão de obter o máximo produto, dado um conjunto de insumos. Aquela, é a capacidade em utilizar os insumos em proporções ótimas, dado os seus preços relativos.

A eficiência global é a relação entre a eficiência técnica e alocativa. A eficiência técnica compreende os aspectos físicos do processo produtivo, relacionando a maximização da matriz produto-insumo, a qual pode ser segmentada conforme sua orientação, podendo ser orientada à redução dos insumos mantendo o mesmo nível de produção ou ao crescimento dos produtos mantendo fixo o consumo de insumos. A eficiência alocativa determina a combinação ótima dos insumos e produtos, afim de minimizar os custos e maximizar as receitas.

### **Análise Envoltória dos Dados**

A Análise Envoltória de Dados (DEA) consiste em uma metodologia de mensuração comparativa da eficiência de unidades tomadoras de decisão – DMU's. O método estabelece conjuntos homogêneos, que utilizam das mesmas variáveis definidas no escopo da pesquisa. Assim, busca-se o comportamento mais otimizado, com a finalidade de construir uma fronteira de referência, a partir do conjunto observado. Assumindo, destarte, um máximo empírico para uma dada tecnologia.

Ou seja, uma das principais funcionalidades do modelo é a possibilidade de converter diversas variáveis de entradas (*inputs*) e saídas (*outputs*) em uma fronteira, não paramétrica, que pode ser delimitada a partir dos índices de desempenho apreciados por cada DMU e comparadas com base nas melhores práticas observadas. Dessa forma, a análise envoltória de dados fornece a distância de cada unidade, individualmente, para a fronteira de possibilidade, que é formada pela combinação linear convexa das melhores práticas em cada um dos critérios. Portanto, a DEA fornece a projeção espacial das unidades eficientes que estão na fronteira de produção e as unidades ineficientes que estão sob a mesma fronteira de produção.

A utilização do DEA fornecerá indicadores de eficiência que variam de 0 a 1. A análise será elaborada conforme os indicadores de *score*, assim, quanto mais próximo a 1, mais eficiente é considerada a DMU. As unidades com scores iguais a 1 e suas folgas iguais ou próximas de 0 são consideradas unidades com eficiência máxima, também chamadas de “Pareto-Koopmans” ou “forte”.

Algumas exceções fogem do comportamento convencional do modelo, como é o caso dos resultados indesejados, que reagem de maneira distinta da premissa convencional. Supõe-se que as variáveis sejam isotônicas, contudo, os resultados indesejados possuem um comportamento inverso, do qual quanto menor o seu valor, mais a DMU será beneficiada. Segundo Gomes (2003), aqueles produtos cuja a

produção deve ser minimizada são denominados por produtos indesejáveis devendo ser trabalhados de uma forma singular na aplicação do método.

A DEA, também, fornece as metas que as variáveis devem assumir para que as DMUs possam mudar de ineficientes para eficientes. Além de apresentar as folgas na fronteira fraca e os pares de representação.

Em relação aos retornos de escala, o modelo clássico introduzido, inicialmente, por Charnes, Cooper e Rhodes (1978) baseava-se na análise por meio dos retornos constantes em escala – CRS, a qual demonstra que as variações nos inputs resultam em uma variação proporcional dos outputs. Posteriormente, os estudos sobre a DEA foram estendidos por Banke, Charnes e Cooper (1984), que diferentemente do seu precursor, fundamentou seus estudos por meio dos retornos variáveis de escala – VRS demonstrando que o axioma da proporcionalidade entre inputs e outputs é substituído pelo axioma da convexidade, assim, permitindo considerar retornos crescentes e decrescentes de escala. Deste modo, as DMUs que operam de maneira subdimensionada exibem retornos crescentes de escala e as que operam de modo superdimensionado apresentam retornos decrescentes de escala.

Apoiado nos fundamentos de Banker, o modelo VRS pode avaliar a ineficiência técnica sob duas concepções: ineficiência de escala e ineficiência de gestão. Esta, está associada as características gerenciais das organizações, enquanto, aquela relaciona-se as variações da produtividade relativas as mudanças na escala de produção.

Ultimamente, o modelo de Análise Envoltória de Dados tem sido utilizado em pesquisas de eficiência da saúde com o propósito de estabelecer padrões de referências para hospitais e serviços de saúde. A DEA tem sido utilizada para avaliar a eficiência na área da saúde, sendo apontado como uma ferramenta de sucesso na avaliação da eficiência de organizações públicas, inclusive de hospitais.

## **Estudos Correlatos**

Há diversos estudos internacionais voltados a análise da eficiência hospitalar, porém na produção nacional não são encontradas muitas referências. Por isso, na tentativa de buscar uma proximidade ao cenário atual da saúde pública brasileira serão apresentados alguns dos estudos mais atuais que trataram do assunto e utilizaram da metodologia DEA para análise da eficiência em âmbito hospitalar.

Sant’ana, Silva e Padilha (2016) avaliaram a eficiência do desempenho econômico-financeiro de 106 hospitais brasileiros disponíveis na base de dados do ano de 2013 das “*Maiores e Melhores*” disponível na Revista Exame. A partir do ranking das melhores organizações do setor de saúde brasileiro, o estudo evidenciou que quinze hospitais obtiveram score igual a 1, equivalente a máxima eficiência das variáveis utilizadas para medir a eficiência. Além do mais, demonstraram que hospitais de pequeno e médio porte não tiveram diferença na rentabilidade e na margem de lucro das demais unidades.

Souza, Scatena e Kehrig (2016) realizaram um estudo em dez hospitais do Sistema Único de Saúde - SUS, que se localizavam em três regiões do Estado de Mato Grosso. O trabalho calculou a eficiência total e a eficiência técnica dos hospitais selecionados. Como resultado foi apresentado que os hospitais privados seriam mais eficientes que os públicos, mesmo quando excluídos os heterogêneos. Porém, ressalta-se que quanto à eficiência técnica (VRS), ambas unidades (públicas e privadas) se encontraram eficientes.

Silva, Costa, Abbas e Galdamez (2017) objetivaram analisar a eficiência técnica hospitalar das regiões do Brasil entre os anos de 2014 e 2015. Analisando a eficiência de cada estado os autores conseguiram apontar os estados mais eficientes da região. Além do mais, verificaram a relação entre a eficiência e o montante de despesas empenhadas com assistência hospitalar. O estudo destacou que a região Norte teve a média mais ineficiente, onde nenhum dos sete Estados alcançaram score igual a 1. Já a região mais eficiente foi a região sul e os únicos Estados que se mantiveram eficientes de um ano para o outro foram os Estados do Rio de Janeiro e Rio Grande do Sul.

Silva (2019) avaliou a eficiência de hospitais regionais das principais regiões do Estado do Rio Grande do Norte. Utilizando de indicadores hospitalares, o autor selecionou seis unidades integrantes da rede estadual para realizar o seu trabalho. O estudo constatou que as unidades de grande porte obtiveram melhores desempenhos, enquanto as de pequeno porte apresentaram baixa resolubilidade.

Drei e Meza (2020) analisaram a eficiência de um conjunto de hospitais públicos brasileiros de diferentes portes utilizando a análise envoltória de dados. O estudo demonstrou que os hospitais de pequeno porte se mostram mais eficientes, podendo ser utilizados como benchmarks diante de hospitais maiores.

## METODOLOGIA

Neste estudo, aplicou-se o modelo de análise envoltória de dados para avaliar a eficiência das unidades tomadoras de decisões. A aplicação do modelo seguiu quatro etapas: (I) a identificação e seleção das DMUs, (II) o método de ordenação, (III) a seleção das variáveis, do modelo e da orientação proposto para cada estágio e (IV) a aplicação do DEA.

### Método de ordenação

Ressalta-se que a modificação do conjunto de variáveis pode gerar um grande impacto no resultado da avaliação. Sendo assim, a definição do método de ordenação faz-se necessário antes de selecionar o conjunto de variáveis, assim, deve-se estar atento para a capacidade de ordenação e o princípio de máxima relação causal entre *inputs* e *outputs*.

Portanto, no que se refere ao quantitativo de variáveis utilizados no estudo, foi utilizando o trabalho de Fitzsimmons e Fitzsimmons (2005) que apresenta uma fórmula delimitando o número de DMUs para uma certa quantidade de variáveis.

$$K \geq 2(N+M)$$

A fórmula simboliza a constante K como o número de DMUs, N o número de entradas (*inputs*) e M o número de saídas (*outputs*). A equação expressa que o número de DMUs deve ser maior ou igual ao dobro do conjunto de variáveis. Assim, conforme o quantitativo de hospitais a serem estudados, logo, o conjunto de variáveis não poderá exceder a quantidade de 5 unidades.

Dado a pequena quantidade de DMUs e a necessidade de identificar variáveis relevantes para o cálculo da eficiência, a utilização de um método de seleção de variáveis torna-se ainda mais relevante. Deste modo, neste estudo, aplicou-se o método I-O Stepwise<sup>4</sup>, que parte do princípio que a seleção das variáveis obedecerão a premissa da máxima relação causal entre *inputs* e *outputs* tendo como elemento decisor do modelo a eficiência média. Portanto, foi calculada a eficiência média de cada variável e escolhido o conjunto que gerou a maior eficiência média. Importante destacar que a escolha das variáveis leva em consideração a causalidade entre elas e a importância relacionada a gestão hospitalar.

Com a finalidade de manter a vantagem das relações causais do modelo e reduzir o risco do fornecimento de baixa discriminação, antes da análise de eficiência, adotou-se a função de correlação de Pearson<sup>5</sup>. O índice de Pearson retornará entre -1 e 1, sendo quanto mais próximo de -1, menor correlação de dependência entre as variáveis e quanto mais próximo de 1, maior correlação de dependência entre as variáveis.

---

<sup>4</sup> Lins e Moreira (1999).

<sup>5</sup> Função que retorna o coeficiente de correlação entre os *inputs* e *outputs*, indicando o grau de dependência linear entre dois conjuntos de dados.

A definição das variáveis foi fundamentada seguindo as classificações do estudo de Marinho e Façanha (2000)<sup>6</sup> e subsidiado pelos estudos de Calvo (2002).

### Escolha das variáveis, do modelo e da orientação.

Para o alcance dos objetivos do estudo, o trabalho foi dividido em duas análises. Na primeira análise, para *inputs*, foram selecionados: Inputs de Trabalho; (i) Quantidade do número de médicos, (ii) quantidade do número de enfermeiros e (iii) quantidade do número de técnicos administrativos. Ademais, os *outputs* utilizados foram: Outputs relacionados ao tratamento; (i) Produção ambulatorial.

Optou-se pela orientação ao produto, a qual se justifica pelo fato da baixa governabilidade sobre os recursos humanos<sup>7</sup>, o que inviabiliza parcialmente a orientação aos inputs. No entanto, ressalta-se que em pequena escala as reduções podem ser feitas devido a redistribuição do quadro especializado, sem detrimento a diminuição de pessoal.

Em relação ao modelo, foi utilizado tanto o modelo voltado para os retornos constantes de escala – CRS, quanto o modelo voltado aos retornos variáveis de escala – VRS. Este, propõe comparar a eficiência das unidades semelhantes. Já aquele, busca a maximização dos produtos a uma função fixa de insumos ou a redução mais eficiente e cabível para determinada maximização dos produtos. Em ambos os casos foram utilizados o índice de *Malmquist* para comparar a função de produção agregada.

Na segunda análise, os *inputs* foram compostos pelos seguintes itens: Inputs de Financeiros; (i) Valor dos serviços hospitalares e (ii) valor dos serviços profissionais. Os *outputs* utilizados foram: Outputs relacionados ao tratamento; (i) número de internações por número de leitos. Outputs indesejados; (ii) taxa de mortalidade e (iii) média de permanência.

A análise foi orientada aos produtos, a qual se justifica pelo fato que no caso do sistema de saúde público brasileiro os seus insumos financeiros não podem ser reduzidos facilmente (MARINHO E FAÇANHA, 2000). Portanto, dado a cultura enraizada da gestão financeira brasileira a redução do orçamento seria um retrocesso ao pressuposto de eficácia do serviço público, inclusive na área da saúde. Outro fator importante é que os hospitais possuem altos custos fixos e uma capacidade produtiva ociosa, assim, pressupõe que a orientação ao produto irá fixar os insumos financeiros, maximizando a utilização dos recursos disponíveis e reduzindo a capacidade ociosa.

Outro fator importante na segunda análise é o fato dos produtos indesejados. Quando há *outputs* indesejáveis é necessário o correto tratamento das informações, pois, a pesar de serem outputs, elas representam um impacto negativo aos resultados. Nesse sentido, para essas situações pode-se subtrair o resultado indesejado por uma grande constante K ou mover a variável do lado de *output* para o lado do *input*. Logo, para a aplicação do modelo aos produtos indesejados houve um processo de inversão de valores, fazendo a divisão dos valores indesejados por -1 resultando em uma variável desejável. Após aplicação do DEA retornaram-se os valores novamente dividindo a nova variável, deste modo, encontrando o novo valor indesejável a ser minimizado facilitando a interpretação das informações.

### Dados e fontes

Os dados são provenientes do DATASUS, gerenciado pela Secretaria de Gestão Estratégica e Participativa (SGEP) do Ministério da Saúde (MS); do Relatório de Serviços Médico-Hospitalares e os

<sup>6</sup> Conforme, apresentado por Marinho e Façanha (2000) os indicadores de *inputs* podem ser divididos em: Trabalho, capital, financeiro, serviços gerais, serviços específicos, relacionados aos pacientes e fatores ambientais. Já os *outputs* podem ser divididos em: Relacionados ao tratamento, qualidade dos serviços e sociais.

<sup>7</sup> Como o quadro de pessoal é formado por servidores efetivos, esse fato, inviabiliza a diminuição dos recursos humanos em grande escala.



dados da Sala de Situação, ambos gerenciados pela Secretaria de Saúde do Distrito Federal; Portal da Transparência do Distrito Federal e o Sistema Eletrônico do Serviço de Informações ao Cidadão - ESIC.

As informações foram coletadas tendo como referência os anos de 2017, 2018 e 2019. Na primeira análise foram utilizados dados referentes ao primeiro semestre de cada ano (janeiro a junho) e para a segunda, utilizados o primeiro quadrimestre de cada ano (janeiro a abril).

De modo a garantir a homogeneidade dos hospitais estudados, optou-se por excluir as Unidades de Referência Distrital (URD) que são aqueles hospitais de especialidades e as maternidades, como: Instituto Hospital de Base do Distrito Federal (HBDF), Hospital de Apoio (HAB), Hospital São Vicente de Paulo (HSVP), Hospital da Criança de Brasília (HCB), Complexo Regulador em Saúde do Distrito Federal (CRDF) e Hospital Materno Infantil de Brasília (HMIB).

### Descrição das variáveis

As variáveis apresentadas são interpretadas consoantes o Sistema de Informações Hospitalares do SUS - SIH/SUS.

- Valor dos serviços hospitalares: Valor referente aos gastos com serviços hospitalares.
- Valor dos serviços profissionais: Valor referente aos gastos com serviços profissionais.
- Procedimentos Ambulatoriais: Total de consultas ambulatoriais e emergenciais.
- Taxa de Mortalidade: Razão entre a quantidade de óbitos e o número de autorizações de internação hospitalar que foram pagas e computadas como internações, multiplicada por 100.
- Internação: Quantidade de autorizações de internação hospitalar pagas, contudo, não considerando as de prorrogação (longa permanência), dividida pelo número de leitos.
- Leitos: Cama numerada e identificada destinada à internação de um paciente, localizada em um quarto ou enfermaria, que se constitui no endereço exclusivo de um paciente durante sua estadia no hospital e que está vinculada a uma unidade de internação ou serviço.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Antes da execução do modelo observou-se as correlações entre as variáveis, portanto, foram testados os vínculos dos pares, afim de averiguar a relação de causalidade entre as variáveis de inputs e outputs e verificar se houve omissão de alguma variável essencial para a modelagem. Por conseguinte, as relações avaliadas identificaram valores positivos e significativos em nível de 1% de probabilidade de erro, pelo teste T.

De acordo com a função de *Pearson*, a relação entre os inputs de dimensão financeira (valores dos serviços hospitalares e profissionais) e de capital (número de leitos) em relação aos outputs de dimensão tratamento (internações hospitalares) obtiveram como resultado um coeficiente de 0.915, o que demonstra uma forte dependência entre as entradas e as saídas. Ou seja, quanto maior o dispêndio para a manutenção hospitalar, maior o número de internações.

Outro resultado importante é a relação entre o quantitativo de funcionários e o volume de produção ambulatorial. Nessa última, a correlação foi positiva entre os três inputs (quantidade de médicos, enfermeiros e técnicos administrativos) e o output (procedimentos ambulatoriais), dos quais respondem, particularmente, por 63% do volume de consultas ambulatoriais e emergenciais.

Na Tabela I são apresentados os quantitativos dos inputs e outputs utilizados na modelagem DEA referentes a primeira análise. Dado o exposto, ao analisar a Tabela I nota-se que em alguns casos quando relacionamos o volume de produção ambulatorial ao quantitativo de profissionais podemos identificar que o volume de produção ambulatorial em algumas unidades com reduzida capacidade de

mão de obra é proporcionalmente maior do que em unidades com maiores quantidades totais de funcionários. Por exemplo, a unidade do HRAN apesar de possuir 11,3 % a menos no quantitativos de profissionais do que a unidade do HRT, possui uma produção ambulatorial 43% maior. O mesmo ocorre na unidade do HRS em relação ao HRG, HRC e HRT.

Nos exemplos anteriores o porte dos hospitais era semelhante, contudo, quando relacionamos unidades de portes diferentes, o mesmo fato ocorre. A unidade do HRPL apesar de ser considerada um hospital de médio porte, possui um volume de produção ambulatorial superior ao de unidades de grande porte e os resultados se repetem nos três anos estudados. Entretanto, apesar da análise descritiva apresentar informações interessantes é somente com a análise envoltória de dados que poderemos avaliar a eficiência das unidades, já que a DEA leva em consideração os pesos de cada variável.

**Tabela I.** Distribuição dos inputs e outputs entre hospitais. Distrito Federal, 2019.

Estabelecimentos	Porte*	Técnicos	Médicos	Enfermeiros	Total de Funcionários	Produção Ambulatorial
HRAN	Grande	49	371	159	579	690118
HRG	Grande	56	278	154	488	187421
HRC	Grande	47	282	166	495	285608
HRT	Grande	59	413	181	653	395724
HRS	Grande	28	275	128	431	569431
HRPL	Médio	21	166	89	276	206463
HRBZ	Médio	26	96	62	184	99594
HRL	Grande	33	266	115	414	335345
HRSAM	Grande	24	149	97	270	136580
HRGU	Médio	28	55	39	122	102578
HRSM	Grande	108	327	212	647	286637

Fonte: Relatório de Serviços Médico-Hospitalares da Secretaria de Saúde do DF (2019).

\* Para os fins desse estudo, os hospitais foram classificados tendo como base a literatura de Cherubin & Santos (1997) e Filho e Barbosa (2014). Onde os hospitais são classificados pelo número de leitos, onde: Pequeno porte são os hospitais com capacidade de até 50 leitos; médio porte são os hospitais que possui capacidade de 51 a 150 leitos e grande porte são os hospitais que possui capacidade de 151 a 500 leitos.

### Primeiro Estágio

Foi calculada a eficiência técnica e a eficiência média dos 11 HRDFs considerando a aplicação do modelo CRS (Tabela 2). A partir dos resultados obtidos (observando o score I como eficiente e 0 como nada eficiente), percebe-se que somente uma unidade (HRPL) encontrou-se eficiente no ano de 2017. Para o ano de 2018 foram duas unidades (HRPL e HRAN). Já em 2019, o HRS, que teve um progresso ao decorrer dos anos estudados, tornou-se eficiente. Outros hospitais regionais como o HRBZ, em 2017; HRGU, em 2018 e 2019; e HRAN, em 2019, não alcançaram a eficiência máxima, porém se encontram próximo da fronteira de eficiência.

Por outro lado, o HRSAM e o HRG foram considerados as unidades mais ineficientes dentre os três anos. Apresentaram as menores médias e as maiores disparidades em relação as outras unidades.

Examinando as médias entre os três anos estudados destaca-se, prioritariamente, a unidade do HRPL que se manteve eficiente dentre os períodos de 2017 e 2018. Nesse sentido, foi observado que a média de eficiência entre os hospitais de pequeno porte foi superior aos de grande porte, o que demonstra que os hospitais de menor porte podem ter um impacto significativo diante o conjunto de DMUs, corroborando com o estudo de Drei e Meza (2020).

Ademais, ainda pelo modelo CRS, o que mais preocupa nos resultados são as disparidades dos índices máximos e mínimos, quando comparada utilizando como parâmetro a unidade que melhor combinou os recursos.

**Tabela 2.** Resultado do cálculo de eficiência técnica a partir dos retornos constantes de escala - CRS dos hospitais estudados. Distrito Federal; 2017,2018 e 2019.

DMU	2017	2018	2019	Média	Desvio Padrão
HRAN	0,795	1	0,98	0,92	0,11
HRG	0,301	0,61	0,33	0,41	0,17
HRC	0,334	0,43	0,49	0,42	0,08
HRT	0,56	0,75	0,49	0,60	0,13
HRS	0,661	0,68	1	0,78	0,19
HRPL	1	1	0,6	0,87	0,23
HRBZ	0,742	0,66	0,5	0,63	0,12
HRL	0,616	0,54	0,66	0,60	0,06
HRSAM	0,292	0,47	0,44	0,40	0,09
HRGU	0,548	0,75	0,9	0,73	0,18
HRSM	0,591	0,25	0,42	0,42	0,17

Fonte: Autoria Própria.

Quando interpretamos os resultados por meio do modelo voltado para os retornos variáveis de escala – VRS, partimos do princípio que os hospitais possuem realidades diversas, não sendo possível a utilização dos retornos constantes de escala (FERREIR A, 2009). Portanto, no modelo VRS os hospitais são comparados com as unidades que possuem escala semelhante, assim, a produtividade é comparada dentre o mesmo universo, ou seja, dentre as unidades com retornos de escala similares.

A partir dos resultados encontrados na Tabela 3, as unidades HRGU, HRPL e HRAN foram as únicas unidades que se mantiveram eficientes nos três anos. Dentre esses, é importante ressaltar alguns resultados obtidos. À priori, outras unidades se mostraram eficientes, por exemplo, o HRL (2017) e o HRSAM (2018). Além disso, destaca-se, também, algumas unidades que obtiveram uma eficiência muito próxima de 1, como o HRBZ (2017) que alcançou 0.96, no qual se configura como eficiente.

**Tabela 3.** Resultado do cálculo de eficiência técnica, a partir dos retornos variáveis de escala - VRS dos hospitais estudados. Distrito Federal; 2017,2018 e 2019.

DMU	2017	2018	2019	Média	Desvio Padrão
HRAN	1	1	1	1	0
HRG	0,46	0,68	0,33	0,49	0,18
HRC	0,47	0,49	0,49	0,48	0,01
HRT	0,75	0,87	0,57	0,73	0,15
HRS	0,73	0,71	1	0,81	0,16
HRPL	1	1	1	1	0
HRBZ	0,96	0,9	0,66	0,84	0,16
HRL	1	0,56	0,67	0,74	0,23
HRSAM	0,34	1	0,6	0,65	0,33
HRGU	1	1	1	1	0
HRSM	0,82	0,29	0,45	0,52	0,27

Fonte: Autoria Própria.

O cálculo da eficiência de escala (Tabela 4) mostrou resultados similares aos apresentados na aplicação pelo modelo CRS. Onde destaca-se a unidade HRPL que se encontrou em escala ótima de

operação nos anos de 2017 e 2018. No geral, no ano de 2019 cinco unidades foram consideradas subdimensionadas (IRS) uma a mais que em 2017 e duas a mais que em 2018. Ainda no ano de 2019, cinco outras unidades foram consideradas superdimensionadas (DRS), uma a menos que nos dois últimos anos.

Considerando os resultados do cálculo de eficiência de escala, a Tabela 5 mostra os valores alvos dos outputs para o alcance da eficiência técnica, o percentual de variação<sup>8</sup> e os respectivos benchmarks.

**Tabela 4.** Resultado do cálculo da eficiência e dimensionamento de escala dos hospitais estudados. Distrito Federal, 2017, 2018 e 2019.

DMU	2017	Dimensão	2018	Dimensão	2019	Dimensão
HRAN	0.795	drs	I	-	0.976	drs
HRG	0.656	drs	0.894	drs	0.996	drs
HRC	0.712	drs	0.886	drs	0.990	drs
HRT	0.743	drs	0.858	drs	0.857	drs
HRS	0.911	drs	0.960	drs	I	-
HRPL	I	-	I	-	0.601	irs
HRBZ	0.770	irs	0.731	irs	0.764	irs
HRL	0.616	irs	0.969	drs	0.980	irs
HRSAM	0.866	irs	0.466	irs	0.735	irs
HRGU	0.548	irs	0.751	irs	0.901	irs
HRSM	0.725	drs	0.864	drs	0.938	drs

Fonte: Autoria Própria.

**Tabela 5.** Valores alvos dos outputs, percentual de variação e benchmarks dos hospitais estudados. Distrito Federal, 2019.

Unidade	Hospitais	VRS			CRS		
		Valores alvos Produção ambulatorial	P.V* (%)	Benchmark	Valores alvos Produção ambulatorial	P.V* (%)	Benchmark
1	HRAN	690118	0	I	707340	2,5	5
2	HRG	573202	206	I-5	575642	207	5
3	HRC	578231	102	I-5	583925	104	5
4	HRT	690118	74	I	805211	103	5
5	HRS	569431	0	5	569431	0	5
6	HRPL	206463	0	6	343729	66,4	5
7	HRBZ	151964	53	10-5-6	198783	99,5	5
8	HRL	501238	49	5-10	511598	52,5	5
9	HRSAM	226815	66	10-6-5	308528	126	5
10	HRGU	102578	0	10	113886	11	5
11	HRSM	634803	121	I-5	677105	136	5

Fonte Autoria Própria.

\*Percentual de variação

## Segundo Estágio

No segundo estágio, os insumos escolhidos estão voltados para os aspectos financeiros enquanto os produtos são referentes a dimensão de tratamento, entre os quais, temos a média de permanência por

<sup>8</sup> O percentual de variação calcula o percentual de incremento na produção ambulatorial, para que a unidade possa alcançar os valores alvos.

internação e a taxa de mortalidade, que são considerados produtos indesejados e a busca pela eficiência requer a minimização dessas saídas.

Utilizando o método MALMQUIST-DEA, comparou-se períodos adjacentes dos primeiros trimestres de 2017, 2018 e 2019 permitindo medir as mudanças dos índices de eficiência no decorrer do tempo.

Após a apreciação dos dados, os resultados obtidos por meio do CRS (Tabela 6) evidenciaram que as unidades que se apresentaram mais eficientes foram os hospitais de médio porte, sendo o HRGU a unidade mais eficiente entre as onze unidades estudadas e a única que se manteve eficiente nos três anos do estudo. O HRBZ foi a unidade que mais se aproximou da eficiência técnica no período de 2017 e 2018, todavia, alcançado a eficiência no período de 2019. Assim, o HRGU nos três anos e o HRBZ no ano de 2019 geram padrões de eficiência a serem espelhados.

**Tabela 6.** Resultado do cálculo de eficiência dos hospitais estudados, utilizando os retornos constantes de escala (CRS). Distrito Federal; 2017, 2018 e 2019.

DMU	Eficiência Técnica				
	2017	2018	2019	Média	Desvio Padrão
HRAN	0,167	0,14	0,163	0,157	0,015
HRG	0,105	0,131	0,14	0,125	0,018
HRC	0,157	0,096	0,092	0,115	0,036
HRT	0,08	0,068	0,075	0,074	0,006
HRS	0,261	0,205	0,177	0,214	0,043
HRPL	0,378	0,390	0,506	0,425	0,071
HRBZ	0,927	0,652	I	0,860	0,184
HRL	0,269	0,194	0,278	0,247	0,046
HRSAM	0,422	0,388	0,464	0,424	0,038
HRGU	I	I	I	I	0
HRSM	0,086	0,064	0,072	0,074	0,011

Fonte: Autoria Própria.

Assim como no primeiro estágio, também, foi analisado a eficiência técnica voltada para os retornos variáveis de escala - VRS. Os resultados apontaram novas unidades eficientes, com especial atenção para as unidades de médio porte que permaneceram eficientes tanto no CRS, quanto no VRS (Tabela 7).

Apesar do ano de 2018 terem sido diagnosticados mais unidades eficientes, em 2017, a média do score ficou mais alto, com uma taxa de 0.856.

**Tabela 7.** Resultado do cálculo de eficiência dos hospitais estudados, utilizando os retornos variáveis de escala (VRS). Distrito Federal; 2017, 2018 e 2019.

DMU	Eficiência Técnica				
	2017	2018	2019	Média	Desvio Padrão
HRAN	0,792	0,867	0,678	0,78	0,10
HRG	0,968	I	0,938	0,97	0,03
HRC	0,854	0,711	0,692	0,75	0,09
HRT	0,688	0,625	0,769	0,69	0,07
HRS	0,789	0,691	0,78	0,75	0,05
HRPL	I	I	I	I	0
HRBZ	I	I	I	I	0
HRL	0,875	0,867	0,819	0,85	0,03

HRSAM	I	I	0,95	0,98	0,03
HRGU	I	I	I	I	0
HRSM	0,476	0,6	0,597	0,56	0,07

Fonte: Autoria Própria.

Na tabela 8 foram demonstrados os valores alvos e os percentuais de variação para que cada DMU alcance o nível ótimo de eficiência. Ressalta-se que a média de permanência e a taxa de mortalidade são considerados produtos indesejados, por isso a busca pela eficiência requer a minimização dessas saídas, ou seja, o percentual de variação (P.V) apresentado na Tabela 8 faz alusão ao percentual de minimização dos índices indesejáveis. Ademais, deve está claro que os valores alvos dos produtos indesejáveis são apenas inferências e o ideal é que os valores indesejados tendam a zero.

**Tabela 8.** Valores alvos e percentual de variação dos hospitais estudados. Distrito Federal, 2019.

DMU	Média de Permanência			Taxa de Mortalidade			Internações / Leito		
	Atual	Alvo	Percentual de Melhoria (%)	Atual	Alvo	Percentual de Melhoria (%)	Atual	Alvo	Percentual de Melhoria (%)
HRAN	6	I	-83,3	2,5	0,4	-84,1	15	111	630,1
HRG	4,7	0,7	-85,1	1,8	0,3	-83,6	21	157	664,0
HRC	6	0,5	-91,7	2,9	0,3	-89,6	18	210	1045,5
HRT	6,7	0,4	-94,0	2,7	0,2	-92,7	20	262	1199,3
HRS	6,1	I	-83,6	2,2	0,4	-81,9	18	100	464,7
HRPL	3,4	1,8	-47,1	1,9	0,9	-51,6	26	63	144,6
HRBZ	5,4	5,4	0	1,5	1,5	0	15	15	0
HRL	5,1	1,4	-72,5	2,0	0,6	-70,6	14	75	453,2
HRSAM	3,7	1,8	-51,4	1,9	0,9	-53,1	24	65	165,5
HRGU	5,3	5,3	0	2,8	2,8	0	21	21	0
HRSM	8,2	0,6	-92,7	2,6	0,2	-92,4	11	173	1418,4

Fonte: Autoria Própria.

Os resultados retornaram positivos, quando tratamos da análise de eficiência em hospitais de menor porte. Essas unidades apesar de atuarem com menos recursos, demonstraram melhores resultados, uma vez que o objetivo se concentra inteiramente na análise de seus outputs, ou seja, analisar como melhorar os resultados, mantendo os insumos fixos.

## CONCLUSÃO

Por meio desse trabalho foi analisado a eficiência do conjunto de hospitais regionais do Distrito Federal. A exemplo da análise proposta, foi possível gerar indicadores de eficiência, de modo que foram definidos novos objetivos de produção que maximizem a eficiência das DMUs; analisar os retornos de escala dos hospitais, que identificaram unidades sobrecarregadas e subdimensionadas; apresentar as unidades de referência e indicar os valores alvos dos recursos para o alcance da eficiência.

A magnitude da ferramenta DEA possibilitou lidar com problemas e fatores em diferentes escalas, resultando em uma análise profunda da eficiência global do conjunto proposto. Além disso, facilitou na avaliação do desempenho dos principais processos dispostos por um hospital público em suas múltiplas e complexas atividades.

Dentre os hospitais trabalhados, destacou-se o HRPL que se demonstrou eficiente em ambos os estágios da análise, apresentando-se como unidade de referência para os demais hospitais. Por outro lado, o HRSM foi considerado a unidade mais ineficiente da amostra.

A partir dos resultados obtidos com a pesquisa, evidenciaram que por meio do modelo voltado para os retornos variáveis de escala, onde os hospitais são comparados com as unidades que possuem escala semelhante, demonstrou-se um escore de eficiência satisfatório. Contudo, quando utilizado as variáveis financeiras para os retornos constantes de escala os níveis de eficiência ficaram baixos e distantes. Atenta-se ao fato que mais de 80% da DMUs não alcançaram a metade do nível de eficiência. Isso pode ser explicado ao fato do desempenho das unidades menores diante as unidades maiores.

Apesar das poucas unidades de médio porte na gestão do Distrito Federal, foi observado que tais unidades apresentaram um impacto significativo na análise da eficiência da rede hospitalar. Quando foi utilizado o método VRS, no segundo estágio, constatou-se que a média de eficiência das unidades de médio porte foi de 1, ou seja, as três unidades (HRGU, HRBZ e HRPL) se mantiveram eficiente nos três anos estudados, enquanto a média de eficiência das unidades de grande porte foi de 0,79.

Essa constatação é corroborada no estudo de Fonseca e Ferreira (2009), onde evidencia que o tamanho das instituições pode influenciar negativamente na sua eficiência, já que má gestão atrelada à falta de controle acaba gerando deseconomia.

Por fim, devemos destacar que a classificação da eficiência dos hospitais não é única. Como organizações complexas estão a depender das variáveis selecionadas e da importância delas em relação ao composto estudado. Além do mais, apesar da homogeneidade entre as unidades definidas para o estudo, a realidade dos hospitais do DF, que estão divididos por regiões administrativas, pode influenciar nos resultados encontrados. No entanto, para pesquisas subsequentes, sugere-se o estudo mais intrínseco de cada unidade, analisando outras variáveis na saúde pública.

## REFERÊNCIAS

BANKER, R. D.; CHARNES, A. E.; COOPER, W. W. **Some models for estimating technical scale inefficiencies in data envelopment analysis.** *Management Science*, v.30, n.9, p. 1078- 1092, 1984.

BORBA, V. R. **Do planejamento ao controle de gestão hospitalar: instrumento para o desenvolvimento empresarial e técnico.** 1ªed. Editora Qualitymark, Rio de Janeiro, 2006.

CALVO, M. C. M. **Hospitais públicos e privados no Sistema Único de Saúde do Brasil: o mito da eficiência privada no estado de Mato Grosso em 1998.** 2002. 208f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis/SC, 2002.

CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. **Measuring the efficiency of decision making units.** *European Journal of Operational Research*, v. 2, n. 6, p. 429-444, 1978.

CHERUBIN, N. A., SANTOS, N. A. **Administração hospitalar: fundamentos.** 1ª Ed. São Paulo: CEDAS, 1997.

DREI, S. M., MEZA, L. A., **Estudo da eficiência de hospitais públicos brasileiros de diferentes portes utilizando análise envoltória de dados (DEA).** *In: LII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional*, João Pessoa, 2020.

FILHO, A. N., BARBOSA, Z., **O papel do hospital na Rede de Atenção à Saúde.** *Consensus*, v.11, n.1, 2014.

FITZSIMMONS, J. A.; FITZSIMMONS, M. J. **Administração de Serviços: operações, estratégia e tecnologia da informação.** 4 ed. Porto Alegre: Bookman, p. 564, 2005.

FONSECA, P. C.; FERREIRA, M. A. M. **Investigação dos Níveis de Eficiência na utilização de Recursos no Setor de Saúde: uma análise das microrregiões de Minas Gerais.** *Saúde e Sociedade*. São Paulo, v.18, n.2, p.199-213, 2009.

GOMES, E.G. **Modelos de Análise de Envoltória de Dados com Ganhos de Soma Zero.** Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). COPPE – Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2003.

GRAGNOLATI, M.; LINDELOW, M.; COUTTOLENC, B. **Twenty Years of Health System Reform in Brazil: An Assessment of the Sistema Único de Saúde.** *Directions in Development Human Development*. Washington, DC: World Bank. 2013.

LA FORGIA, G. M.; COUTTOLENC, B. F. **Desempenho hospitalar brasileiro: em busca da excelência.** Ed 1ª, Editora Singular, São Paulo, 2009.

LINS, M.P.E.; MOREIRA, M.C.B. **Método I-O Stepwise para Seleção de Variáveis em Modelos de Análise Envoltória de Dados.** *Pesquisa Operacional*, v.19, n.1, p. 39-50, 1999.

MARINHO, A.; FAÇANHA, L. O. **Hospitais universitários: avaliação comparativa da eficiência técnica.** *Economia Aplicada*, v.4, n.2, p. 316-49, 2000

PINTO, L. F. P. **Eficiência técnica e econômica: evidências de conflitos na análise da infraestrutura física da Universidade de Brasília (UnB).** 2013. 99 f., il. Dissertação (Mestrado Profissional em Economia) — Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

SANT'ANA, C. F., SILVA, M. Z., & PADILHA, D. F. **Avaliação da eficiência econômico-financeira de hospitais utilizando a análise envoltória de dados.** *Contabilometria*, v.3, n.1, p. 89-106, 2016.

SILVA, B. N.; COSTA, M. A. S.; ABBAS, K.; GALDAMEZ, E. V. C. **Eficiência hospitalar das regiões brasileiras: um estudo por meio da análise envoltória de dados.** *Revista de Gestão em Sistemas de Saúde*. v.6, n. 1, p. 76-91, 2017.

SILVA, J. P. T. **Análise da eficiência de hospitais regionais em um estado do Nordeste.** *Saúde em Debate*. v.43, n. 120, p. 84-97, jan./mar. 2019.

SOUZA, A. A.; AVELAR, E. A.; TORMIN, B. F.; SILVA, E. A. **Análise Financeira e de desempenho em hospitais públicos e filantrópicos brasileiros entre os anos de 2006 e 2011.** *Revista FACEF Pesquisa: Desenvolvimento e Gestão*, v.17, n.1, p.118-129, jan./abr. 2014.

SOUZA, P. C., SCATENA, J. H. G., & KEHRING, R. T. **Aplicação da Análise Envoltória de Dados para avaliar a eficiência de hospitais do SUS em Mato Grosso.** *Physis: Revista de Saúde Coletiva*, v.26, n.1, p.289-308, 2016.



TRIVELATO, P. V., SOARES, M. B., ROCHA, W. G., & DE FARIA, E. R. **Avaliação da eficiência na alocação dos recursos econômicos financeiros no âmbito hospitalar.** RAHIS, v.12, n.4, p. 62-79, 2015.

WOLFF, L.D.G. **Um modelo para avaliar o impacto do ambiente operacional na produtividade de hospitais brasileiros.** Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.