

Eficiência técnica do Sistema Único de Saúde nos municípios piauienses no contexto da pandemia da COVID-19 (2020-2021)

Technical efficiency of the Unified Health System in municipalities from Piauí in the context of the COVID-19 pandemic (2020-2021)

Francisco Valdério Camilo Sousa¹, Edivane de Sousa Lima¹

DOI: 10.21115/JBES.v17.p11-20

Palavras-chave:
saúde pública, gastos públicos, DEA, Piauí

RESUMO

Objetivo: A presente pesquisa teve o objetivo de analisar a eficiência técnica do Sistema Único de Saúde nos municípios piauienses no contexto da pandemia da COVID-19 (2020-2021). **Métodos:** Nesse sentido, foi utilizado o método não paramétrico de Análise Envoltória de Dados (DEA), com retornos constantes de escala e orientação para o produto. **Resultados:** Os resultados demonstraram, no geral, que houve aumento no número de municípios eficientes no ano de 2021 em relação ao ano de 2020. Quanto às macrorregiões de saúde, o Piauí apresentou heterogeneidade entre seus municípios no que diz respeito à infraestrutura física e profissional. **Conclusão:** Uma das principais conclusões do trabalho consiste em que a maioria dos municípios apresentou escores abaixo de 50% do nível de eficiência total, e uma recomendação para os gestores públicos seria ampliar a capacidade produtiva do sistema de saúde pública, por meio de investimentos físicos e capacitação profissional em pontos estratégicos em cada macrorregião de saúde, que permitissem apoio maior aos municípios do interior, descentralizando a oferta de saúde pública.

Keywords:
public health, public expenditure, DEA, Piauí

ABSTRACT

Objective: This research aimed to analyze the technical efficiency of the Unified Health System in Piauí municipalities in the context of the COVID-19 pandemic (2020-2021). **Methods:** In this sense, the non-parametric method of data envelopment analysis (DEA) was used, with constant returns of scale and product orientation. **Results:** The results showed, in general, that there was an increase in the number of efficient municipalities in the year 2021 in relation to the year 2020. Regarding the health macro-regions, Piauí showed great heterogeneity among its municipalities with regard to physical infrastructure and professional. **Conclusion:** One of the main conclusions of the work is that most municipalities presented scores below 50% of the total efficiency level and a recommendation for public managers, would be to expand the productive capacity of the public health system, through physical investments and professional training at strategic points in each health macro-region, which would allow greater support to municipalities in the interior, decentralizing the public health offer.

Recebido em: 15/09/2024. Aprovado em: 11/04/2025.

1. Departamento de Economia, Centro de Ciências Humanas e Letras (CCHL), Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, Piauí, Brasil.

Nome da instituição onde o trabalho foi executado: Universidade Federal do Piauí (UFPI), Campus Universitário Ministro Petrônio Portela, Centro de Ciências Humanas e Letras, Departamento de Economia, Teresina, PI, Brasil.

Informações sobre auxílios recebidos sob a forma de financiamento, equipamentos ou medicamentos: O trabalho não recebeu nenhum incentivo financeiro ou equipamentos físicos para sua execução.

Congressos onde o estudo foi apresentado: XXI ENABER – Encontro Nacional da Associação Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos. Eficiência Técnica do Sistema Único de Saúde nos municípios piauienses no contexto da pandemia da COVID-19 (2020-2021), 2023, Belém, PA.

Autor correspondente: Edivane de Sousa Lima. Campus Universitário Ministro Petrônio Portela, Centro de Ciências Humanas e Letras, Departamento de Economia, Bairro Ininga, Teresina, PI, Brasil. CEP: 64049-550. E-mail: edivanelima@yahoo.com.br

Introdução

O Sistema Único de Saúde (SUS) do Brasil desempenha papel importante no cuidado integrado da saúde dos brasileiros, monitorando e reduzindo a morbimortalidade e os fatores de risco da população. O sistema é dividido nos princípios da universalização, da equidade e da integralidade. A universalização garante que todas as pessoas, independentemente de sexo, raça, ocupação ou características sociais ou pessoais, tenham direito ao acesso gratuito a serviços de saúde provido pelo Estado. A equidade tem como objetivo reduzir as desigualdades e promover o tratamento das necessidades distintas de cada pessoa, alocando um aporte maior de recursos para a população mais carente, enquanto a integralidade considera a população como um todo. Para isso, é necessária uma integração conjunta de ações preventivas de doenças e apoio a tratamentos curativos e de reabilitação nas diferentes especialidades, com o propósito de garantir melhoria de saúde às pessoas (Brasil, 2022).

Considerando o contexto da pandemia de COVID-19, que se propagou de forma mais intensa a partir de março de 2020, o sistema de saúde pública brasileiro tem enfrentado não apenas problemas para financiar e sustentar todos os gastos com o SUS, mas, possivelmente, tenha tomado decisões que não surtiram efeitos satisfatórios. Alguns trabalhos empíricos argumentam que não basta apenas ter recurso, é necessária uma boa alocação dos insumos para obter os melhores resultados. Segundo Rocha *et al.* (2020), o conhecimento de boas práticas operacionais que permitam maior eficiência à gestão do sistema de saúde, tem a possibilidade de evitar que esse gasto cresça exageradamente em um cenário de pandemia e, para haver melhores práticas operacionais, tornam-se necessários estudos que avaliem a eficiência da alocação dos recursos no sistema de saúde pública. Com esse propósito, Marinho (2003) menciona a importância que esse tipo de estudo agrega à tomada de decisão dos gestores públicos, pois permite minimizar gastos improdutos, auxiliando na tomada de decisão.

Os estudos de Aroeira *et al.* (2020) e de Mariano *et al.* (2021) demonstraram que o Nordeste brasileiro é uma das regiões mais vulneráveis no enfrentamento de pandemias, por conta da baixa infraestrutura. O Piauí, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE – 2022), apresentou uma retração no percentual relativo do Produto Interno Bruto (PIB) do ano de 2020 com -3,5%, ocupando a sétima posição da região Nordeste. Segundo o Portal da Transparência do Estado do Piauí (2023), durante o ano de 2020, a despesa com o setor da saúde pública correspondeu à segunda maior, ficando atrás apenas dos gastos com Previdência Social de todas as despesas aplicadas; por conta da pandemia de COVID-19, em 2021, a saúde passa a ser a principal despesa, ultrapassando até mesmo os gastos de Previdência Social. Sendo assim, acredita-se que estudos empíricos voltados à análise

da eficiência na aplicação dos recursos públicos, especialmente no Piauí, são importantes para auxiliar na tomada de decisão dos gestores públicos e contribuir para as discussões acadêmicas.

Nesse sentido, considerando a demanda crescente da população para tratamento da COVID-19 e a limitada disponibilidade de instalações físicas e capital humano na rede hospitalar de saúde pública, a indagação que orienta esta pesquisa consiste em averiguar o seguinte: houve aplicação eficiente dos gastos públicos em saúde pelo SUS nos municípios piauienses durante a pandemia da COVID-19? No estudo realizado por Rache *et al.* (2020), os autores argumentaram que as iniciativas públicas para o enfrentamento da pandemia promoveram diversas medidas como: contratação de profissionais de saúde, construção de hospitais de campanha, ampliação de leitos de UTI em unidades hospitalares e compra de materiais básicos como respiradores para aumentar a capacidade de resposta do sistema de saúde. À luz dessas considerações, a hipótese assumida nesta pesquisa é de que nem todos os municípios piauienses conseguiram gerir eficientemente a aplicação dos recursos pelo SUS no período da pandemia da COVID-19.

Diante do exposto, o objetivo geral desta pesquisa foi analisar a eficiência técnica do SUS nos municípios piauienses no contexto da pandemia da COVID-19 (2020-2021). Para alcançar esse objetivo, foram estimados escores de eficiência por município e distribuídos geograficamente por macrorregiões de saúde os municípios que obtiveram eficiência técnica no período estudado. Utilizou-se como método empírico a Análise Envoltória de Dados (DEA – *Data Envelopment Analysis*).

O trabalho está composto desta introdução, da revisão de literatura na segunda seção, dos procedimentos metodológicos na terceira seção e dos resultados e conclusões na penúltima e última seção, respectivamente.

Saúde pública e eficiência

A saúde é um setor estratégico da economia brasileira que tem permitido uma participação em torno de 9% em seu PIB. Essa contribuição é importante para a geração de emprego, de renda e de produtividade da mão de obra devido, em parte, à incorporação e difusão de tecnologias modernas nesse setor, a exemplo da nanotecnologia, da biotecnologia, da indústria de próteses e de equipamentos clínicos-hospitalares, combinação que resulta em um processo dinâmico de crescimento econômico e de fortalecimento do capital humano (Nuske *et al.*, 2017).

Para Silva e Queiroz (2018), a eficiência na qualidade dos serviços públicos vai além da eficiência técnica da despesa pública, pois é necessária uma mudança qualitativa que envolva a melhoria do bem-estar social. Barbosa *et al.* (2021) acreditam ser relevante entender o conceito da eficiência

em saúde e suas diferentes formas de mensurá-la, principalmente no contexto de saúde pública, que envolve vidas, favorecendo uma melhor gestão de investimentos e evitando o desperdício dos recursos já escassos por conta de crises financeiras e de pandemias, a exemplo da COVID-19.

De acordo com o estudo de Dermindo *et al.* (2020), a gestão pública em saúde é o agente responsável pela tomada de decisões para alocação da maneira mais eficiente de recursos, sendo necessário para isso que os gestores superem o papel de meros prestadores de serviços, realizando atividades como estipular fluxos de financiamento e avaliar e realizar o controle e o acompanhamento. É importante que os gestores sejam qualificados para que possam tomar decisões baseadas em estudos científicos. Diante da atual situação financeira ou de pandemias como a da COVID-19, a gestão eficiente em saúde se torna mais importante, pois os recursos se tornam ainda mais escassos.

Experiências empíricas da eficiência no setor saúde

Os trabalhos que aplicaram a DEA com o objetivo de avaliar sistemas de saúde na literatura internacional estão descritos, nesta pesquisa, por meio dos estudos empíricos de: Asandului *et al.* (2014) e Stefko *et al.* (2018). Esses autores analisaram a possibilidade da ocorrência de alocações ineficientes e desperdícios de recursos nos países em desenvolvimento.

O trabalho realizado por Asandului *et al.* (2014), por exemplo, teve o objetivo de descrever a eficiência dos sistemas públicos de saúde em 30 países da Europa. A sociedade mundial tem presenciado um aumento da expectativa de vida e diminuição da mortalidade infantil, embora o aumento desses indicadores não tenha repercutido igualmente para grupos predispostos a certas doenças como hipertensão, câncer e doenças cardíacas. Por meio da utilização do método de DEA, os autores chegaram à conclusão de que 15 do total de 30 países europeus estudados – metade deles – foram considerados eficientes, e quatro desses países se destacaram mais que os outros, citando-se como exemplo o Chipre, a Romênia, a Suécia e o Reino Unido. Desses 15 países eficientes, há países desenvolvidos e subdesenvolvidos, entretanto, alguns países desenvolvidos, apesar de gerarem alto PIB *per capita*, não conseguiram ser eficientes, foi o caso da Alemanha e da França.

No estudo de Stefko *et al.* (2018), os autores utilizaram o método de DEA com o objetivo de estudar oito regiões da Eslováquia no período de 2008 a 2015, com o propósito de avaliar a eficiência técnica de saúde em regiões individuais e quantificar o impacto das variáveis relacionadas ao uso de tecnologias médicas. Eles constataram que existe uma dependência indireta entre os valores das variáveis ao longo do tempo e os resultados da eficiência estimada, isto é, regiões que apresentaram baixos valores das variáveis ao longo do

tempo alcançaram alto grau de eficiência, e vice-versa. Os avanços tecnológicos trouxeram equipamentos caros e com benefícios econômicos e de saúde e, por isso, foram levados em consideração nos sistemas, para medir e avaliar a eficiência dos cuidados de saúde em instalações.

Na literatura nacional, destacam-se os trabalhos de: Marinho (2003), Mazon *et al.* (2015), Barbosa e Sousa (2015) e Flach *et al.* (2017).

Marinho (2003) realizou um trabalho com o objetivo de avaliar a eficiência de 74 municípios do estado do Rio de Janeiro. Por meio da utilização do método DEA, chegou à conclusão de que o nível de eficiência do estado é de cerca de 83%, sendo considerado um resultado mediano. O autor observou que os resultados se mostraram dispersos, de modo aleatório no estado, pois menos de 20% da população vive em municípios eficientes, e as diferenças entre regiões, são muito relevantes. Concluiu que municípios com PIB maiores, apresentaram melhores capacidades de respostas aos problemas e que municípios mais ricos servem de anteparo para a população de municípios mais pobres, e isso está fora do alcance dos gestores locais. Municípios mais ricos podem importar problemas mais graves de municípios mais pobres e, conseqüentemente, ser afetados com maiores ineficiências advindas desse seu entorno, dessa forma, uma resposta para um sistema de saúde relativamente adequado é a implementação do modelo de consórcio de municípios, em que a atuação em conjunto favorece resultados melhores.

No trabalho desenvolvido por Mazon *et al.* (2015), os autores utilizaram a metodologia de DEA com o objetivo de analisar a eficiência dos gastos públicos de sete municípios do estado de Santa Catarina. Os resultados permitiram chegar às seguintes conclusões: quanto maiores os municípios em contingentes populacionais, maiores os gastos *per capita*, por conta da presença de hospitais maiores, com um número maior de equipamentos sofisticados e que oferecem serviços de alta e média complexidade. Porém, nem sempre o aumento dos gastos é sinônimo de melhor qualidade de serviços, pois no ano de 2010 os municípios que tiveram eficiência na alocação de recursos não apresentaram melhoria de desempenho em relação ao indicador de mortalidade geral.

O trabalho de Barbosa e Sousa (2015) faz análise da eficiência do SUS dos municípios do Nordeste por meio do método DEA, utilizando dados do Índice de Desempenho dos Municípios do Nordeste Brasileiro (IDSUS). O estudo foi realizado em 1.790 municípios nordestinos e, em 84 deles, foram utilizados insumos de forma racional. De acordo com os resultados, foi possível constatar que os municípios com melhores resultados possuíam alto nível de desenvolvimento socioeconômico, médio índice de condições sociais e estrutura de atenção especializada, ambulatorial e hospitalar. Os piores resultados foram encontrados nos municípios que apresentaram baixos índices de desenvolvimento socioeconômico

e de condições sociais, os quais não possuíam estrutura de atenção especializada, ambulatorial e hospitalar. Os escores apresentaram efeitos diretamente positivos com as taxas de urbanização e com os valores do PIB e, negativamente, com as taxas de analfabetismo.

O estudo de Flach *et al.* (2017) teve como objetivo verificar, por meio do método DEA, a eficiência dos gastos públicos em saúde em 78 municípios do estado de Espírito Santo. Os autores concluíram que o maior gasto em saúde não reflete em melhor resultado para a população, pois os 10 municípios que lideram os gastos *per capita* de saúde no estado do Espírito Santo tiveram seus índices de eficiência abaixo da média estadual. No sentido oposto, e com resultado positivo, o município de Guarapari atingiu a eficiência máxima de 100% e não estava no grupo dos municípios que mais gastam com a saúde.

Aplicações da DEA em relação à pandemia de COVID-19

Em relação à COVID-19, alguns estudos demonstraram como os sistemas de saúde se comportaram, destacando-se os trabalhos de Breitenbach *et al.* (2021), no âmbito internacional, e os trabalhos de Aroeira *et al.* (2020, 2021), Mariano *et al.* (2021) e Costa *et al.* (2020b), no âmbito nacional.

No estudo realizado por Breitenbach *et al.* (2021), o objetivo foi avaliar a eficiência no combate à pandemia da COVID-19; nesse sentido, os autores escolheram 36 países que registraram, acumuladamente, 90% das infecções e mortes em todo o mundo. A pesquisa foi motivada pelo número considerável de infecções e mortes, bem como pela pressão sobre a disponibilidade de instalações de terapia intensiva, de médicos e de enfermeiras. Com a aplicação do método DEA, o estudo revelou que seis países apresentaram resultados satisfatórios de eficiência, incluindo o Brasil. Concluíram que seria difícil a maioria dos países apresentar eficiência durante a pandemia devido, em parte, à capacidade limitada do sistema hospitalar de saúde no curto prazo e, portanto, o esforço adotado na ampliação da estrutura hospitalar poderia ser transformado em desperdício de recursos no combate à pandemia, o que resultaria em perda de eficiência do sistema, situação que poderia ser contornada, em algum grau, pelas medidas proativas em vacinas e outras pesquisas farmacêuticas de combate à pandemia.

Aroeira *et al.* (2020) realizaram um estudo com o objetivo de avaliar o desempenho dos hospitais do SUS durante o início da pandemia. Foi estudado o SUS de 437 municípios das cinco regiões do Brasil no tratamento à COVID-19, a partir da data do primeiro caso da doença no país até o total de 100 mil pessoas mortas. Nas conclusões do trabalho, foi constatado que os municípios de pequeno porte se destacaram, com melhores eficiências em relação a municípios maiores; em relação à média de eficiência, a região mais bem posicionada

foi a Sudeste e a pior posicionada foi o Nordeste. Das cinco regiões do Brasil, todas apresentaram nas capitais eficiência acima da média, com exceção da região Norte, que não apresentou nenhuma capital acima da média.

Aroeira *et al.* (2021) realizaram outro estudo para avaliar o desempenho dos hospitais do SUS posteriormente aos picos de infecção de COVID-19 no Brasil, a partir da data do primeiro caso da doença no país até o total de 600 mil pessoas mortas. Nesse estudo, foi incorporada a variável de pessoas vacinadas em relação ao estudo anterior e foram constatados melhores índices de eficiência gerencial do que clínica, ou seja, os gestores são, em média, mais eficientes em otimizar os recursos para maiores números de atendimentos e para o maior número de pessoas vacinadas, sendo assim, os gestores são mais impactantes na eficiência de saúde do que a gerência clínica de um hospital no combate à pandemia da COVID-19.

O estudo de Mariano *et al.* (2021) utilizou o método NDEA (NETWORK DEA), uma derivação da técnica padrão DEA, para analisar o número de casos e óbitos notificados por coronavírus no Brasil, em relação à infraestrutura hospitalar das capitais e unidades federativas. O estudo mencionou que, por conta da grande extensão territorial brasileira, a situação da pandemia se apresentou de formas distintas em cada região brasileira, dessa forma, o trabalho teve como objetivo a elaboração de um índice que permitiu avaliar a situação das 26 unidades federativas, mais o Distrito Federal e as microrregiões que fazem parte das capitais. Com esse índice, foi possível definir quais estados foram os mais eficientes e quais foram ineficientes. Os autores concluíram que as regiões Norte e Nordeste, mesmo ambas apresentando menor número de casos, eram mais vulneráveis a um colapso por conta do baixo número relativo de respiradores e UTIs, em relação à população.

No estudo de Costa *et al.* (2020b), os autores abordaram a importância do sistema de saúde no combate à pandemia de forma mais específica, tomando como base a eficiência das unidades hospitalares para a população, pois são responsáveis pelo atendimento direto da saúde de pessoas. Os autores relataram que o sistema de saúde brasileiro enfrentava problemas de espera e de superlotação em seus leitos hospitalares e, com o surgimento da COVID-19, esses problemas foram intensificados pelo aumento abrupto da necessidade de internações em UTIs e de testes para identificar as infecções. Dessa forma, o trabalho teve o objetivo de analisar a eficiência técnica dos hospitais públicos diante do cenário de pandemia da COVID-19 e contribuir indiretamente para a tomada de decisões dos agentes públicos. Os autores recomendaram a necessidade do aumento da capacidade dos hospitais e de leitos clínicos de UTI, entretanto essas ações de investimentos em saúde deveriam ser em conjunto com ações (distanciamento social) que diminuíssem o nível de contágio.

Método de análise

A Análise Envoltória de Dados (*Data Envelopment Analysis – DEA*) é uma ferramenta de programação matemática multivariável, que procura maximizar os níveis dos múltiplos insumos e produtos utilizados. Ela permite maximizar a razão entre a combinação linear dos *outputs* e a combinação linear dos *inputs*, gerando um índice de eficiência que varia no intervalo entre 0 (zero) e 1 (um). Quanto mais próximo de 1 estiver o resultado da unidade tomadora de decisão, mais eficiente ela será, e o contrário ocorre: quanto mais próximo de 0, será menos eficiente. Baseia-se em modelos matemáticos não paramétricos, sendo sustentada em sólidos fundamentos da teoria da produção microeconômica (Peña, 2008; Banker, 1993).

Procedimentos empíricos aplicados na pesquisa

No presente estudo, foi adotado o modelo de retornos constantes de escala CCR, pois segundo Marinho (1998, 2003), Marinho e Façanha (2000), os sistemas de saúde e suas organizações hospitalares costumam trabalhar com alguma capacidade ociosa, em virtude da imprevisibilidade da demanda. A orientação selecionada permite a maximização dos produtos, pois a intenção não é analisar um cenário com uma minimização de insumos, mas sim a constância ou aumento de insumos para satisfazer um aumento de produção, ou seja, mais atendimentos, mais internações e menos mortes, pois o objetivo é a possibilidade de vislumbrar níveis ótimos de produção ou *targets*, que possam ser referência para projeção de unidades ineficientes.

A formulação do modelo CCR é composta por três itens básicos: a função objetivo, que é uma função linear de variáveis de decisão que deve ser otimizada; as restrições, que tratam das relações de interdependências entre as variáveis de decisão; e as variáveis do modelo, que devem assumir valores positivos ou nulos (Périco *et al.*, 2008). O modelo CCR orientado ao *input* busca minimizar o consumo de insumos de forma a produzir no mínimo o nível de produção dada, expresso pela maximização dos somatórios das quantidades produzidas (*y*) multiplicadas pelos pesos (*u*), representado na expressão a seguir:

$$\text{Max } Eff_o = \sum_{j=1}^s u_j y_{j0} \quad (1)$$

A formulação matemática para a obtenção da maximização dos produtos é expressa pela equação de minimização dos insumos, composta pela soma ponderada dos *inputs* dividido pela soma ponderada dos *outputs*, da seguinte forma:

$$\text{Min } Eff_o = \frac{\sum_{i=1}^r v_i x_{ik}}{\sum_{j=1}^s u_j y_{jk}} \quad (2)$$

Sujeito a:

$$\frac{\sum_{i=1}^r v_i x_{ik}}{\sum_{j=1}^s u_j y_{jk}} \leq 1, K = 1, 2, \dots, N \quad u_j e v_i \geq 0 \forall j, i \quad (3)$$

Onde:

$$Eff_o = \text{Eficiência da DMU}_o;$$

$u_j, v_i =$ pesos de *outputs* e *inputs* respectivamente;

$$x_{ik}, y_{jk} = \text{inputs (i) e outputs (j) da DMU}_k;$$

$$x_{ik}, y_{jk} = \text{inputs (i) e outputs (j) da DMU}_o.$$

Esse modelo pode ser definido como um problema de programação fracionária e que pode ser transformado em uma programação linear (PPL), onde o denominador da função objetivo necessariamente precisa ser igual a uma constante, normalmente igual a 1. A linearização do modelo CCR é expressa a seguir:

$$\text{Min } Eff_o = \sum_{i=1}^r v_i x_{i0} \quad (4)$$

Sujeito às restrições

$$\sum_{i=1}^r v_i x_{ik} - \sum_{j=1}^s u_j y_{jk} \leq 0, \quad K = 1, 2 \dots 0, \dots, n \quad (5)$$

$$\sum_{i=1}^s u_j y_{j0} = 1 \quad u_r e v_i \geq 0 \forall j, i \quad (6)$$

Dessa forma, na equação (4), a minimização do somatório dos insumos observados (*x*) multiplicado pelos pesos (*v*) mostra o Problema de Programação Linear (PPL). Esse problema é resolvido para cada uma das unidades tomadoras de decisão (DMUs) da amostra, considerando-se *n* unidades, produzindo *r* quantidade de produtos *y*, a partir de *s* quantidades de insumo *x*, sendo *u* e *v* pesos, *i* *inputs* e *j* *outputs* (Espejo *et al.*, 2018).

Fonte dos dados, variáveis e DMUs

Segundo o IBGE, o Piauí tem uma população de 3.289.290, distribuída em 224 municípios que representam, nesta pesquisa, as DMUs. Os dados utilizados são provenientes do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde do Brasil (Datusus – 2023), do Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES – 2023) e de boletins da Secretaria Estadual da Saúde do Piauí (Sesapi – 2023). Foram coletadas as mesmas informações referentes a cada unidade tomadora de decisão (municípios) nos anos de 2020 e 2021. A escolha desse período de tempo se justifica pela relevância no contexto do impacto da pandemia de COVID-19, que possibilitou captar de forma mais direta os efeitos iniciais e imediatos dessa crise sanitária, proporcionando um retrato consistente e comparável da situação dos municípios enquanto DMUs.

As variáveis foram selecionadas de acordo com o estudo de Costa *et al.* (2020b) e estão descritas a seguir, no Quadro 1:

Quadro 1. Descrição das variáveis selecionadas para a análise da eficiência técnica nos municípios piauienses (2020-2021)

Variável	Descrição	Fonte	Tipo
Médicos por mil habitantes (MED)	Quantidade de profissionais médicos registrados nas unidades hospitalares do Sistema Único de Saúde (SUS) por mil habitantes	Datasus	Input
Enfermeiros por mil habitantes (ENF)	Quantidade de profissionais de enfermagem registrados nas unidades hospitalares do SUS por mil habitantes	Datasus	Input
Número de leitos de internação SUS (NLI)	Soma total de leitos destinado às internações clínicas, cirúrgicas e pediátricas	Datasus	Input
Número de leitos complementares SUS (NLC)	Soma total dos leitos destinados ao tratamento em unidade de terapia intensiva (UTI), unidade de cuidados intermediários (UCI) e pacientes em isolamento	Datasus	Input
Equipamentos (EQP) profissionais SUS	Total de equipamentos hospitalares em funcionamento nas unidades do SUS	Datasus	Input
Internações por leitos (IPL)	Corresponde à relação entre o total de internações para o tratamento da COVID-19 realizadas e o número total de leitos utilizáveis no período de estudo	Datasus e Sesapi	Output
Taxa de sobrevivência (TSO)	Corresponde ao inverso do total de óbitos dividido pelo total de casos de COVID-19 confirmados, ocorridos no período. O inverso da taxa de mortalidade	Sesapi	Output
Total de internações (TIN)	Somatório do total de pacientes que deram entrada em unidades hospitalares com COVID-19 para internação nos meses pesquisados	Datasus	Output

Fonte: Elaboração própria (2023).

Análise e discussão dos resultados

Escores de eficiência técnica para o ano de 2020

A Tabela 1 apresenta a distribuição dos escores de eficiência técnica dos municípios piauienses no ano de 2020. No intervalo de 0 a 0,24, o total foi igual a 182 municípios analisados, correspondendo a um percentual de 81,25%. No próximo intervalo, de 0,25 a 0,49, foram registrados 16 municípios, correspondendo a 7,14%. O terceiro intervalo, de 0,5 a 0,74, conta com oito municípios, representando 3,57%; o quarto intervalo, de 0,75-0,99, com cinco municípios, representando 2,23%; e o quinto intervalo conta com os municípios eficientes que em números absolutos foi igual a 13, representando um percentual de 5,81%. Dessa forma, no ano de 2020, segundo a distribuição dos intervalos de eficiência técnica, cerca de 198 ou 88,39% dos municípios apresentaram resultado abaixo de 0,5 de eficiência e 26 municípios ou 11,6% obtiveram um resultado acima de 0,5 no escore de eficiência, portanto a maioria dos municípios apresentou resultado inferior a 50% de eficiência técnica.

Escores de eficiência técnica para o ano de 2021

A Tabela 2 apresenta a distribuição dos escores de eficiência técnica dos municípios piauienses no ano de 2021. O primeiro intervalo de eficiência, de 0 a 0,24, conta com a maior concentração, 179 municípios, representando 79,91%. O segundo intervalo, de 0,25 a 0,49, tem nove municípios,

Tabela 1. Distribuição dos municípios por intervalos de eficiência técnica em 2020

Intervalos	Municípios	Porcentagem
0-0,24	182	81,25
0,25-0,49	16	7,14
0,5-0,74	8	3,57
0,75-0,99	5	2,23
1	13	5,81
TOTAL	224	100

Fonte: Elaboração própria (2023).

representando 4,02%. O terceiro intervalo, de 0,5 a 0,74, tem o menor número de municípios, apenas quatro, representando 1,79%. No intervalo de 0,75 a 0,99, havia 13 municípios, representando 5,80%. No último intervalo, que conta com os municípios eficientes com resultado igual a 1, há 19 municípios, cerca de 8,48%.

Pela comparação dos resultados nos dois anos analisados, os intervalos de eficiência demonstraram que há maior proporção de municípios ineficientes em relação aos eficientes no período analisado (2020-2021); a maioria dos municípios ficou abaixo do resultado de eficiência de 0,5. Portanto, durante o período de pandemia, o estado do Piauí se manteve com a maioria dos municípios ineficientes. Apesar disso, no ano de 2021, obteve um melhor resultado com maior

Tabela 2. Distribuição dos municípios por intervalos de eficiência técnica em 2021

Intervalos	Municípios	Porcentagem
0-0,24	179	79,91
0,25-0,49	9	4,02
0,5-0,74	4	1,79
0,75-0,99	13	5,80
1	19	8,48
TOTAL	224	100

Fonte: Elaboração própria (2023)

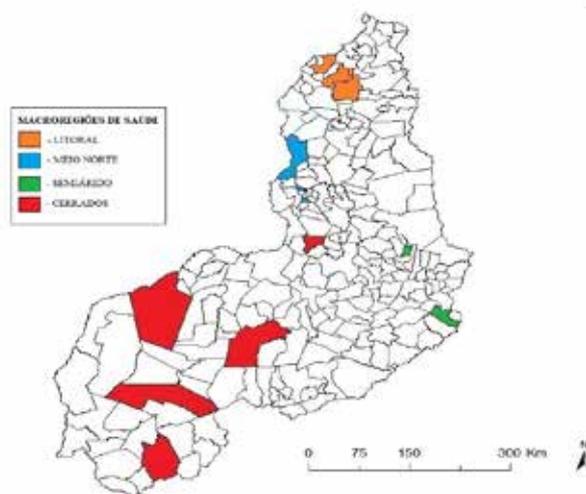
número de municípios com eficiência maior que 0,5 e número maior de municípios eficientes iguais a 1, em relação ao ano de 2020. Em média, o resultado de eficiência do ano de 2020 foi de 0,156 e do ano de 2021 foi de 0,182, demonstrando que houve uma melhora, resultado do investimento no aumento da quantidade de leitos complementares e, em algum grau, do menor número de pessoas internadas e de letalidade pela doença.

Segundo o estudo de Campos e Canabrava (2020), apesar de uma rede de serviços de saúde com graves distorções, inclusive nos leitos de UTI, o esforço conjunto dos gestores públicos motivou a mobilização e a criação de novos leitos complementares de UTI, portanto, durante o período de pandemia, o SUS teve papel importante no aumento da oferta de serviços hospitalares. Contrariando essa ideia, Costa *et al.* (2020a) argumentam que havia uma desigualdade no acesso aos serviços públicos de saúde, que permaneceu latente durante a pandemia de coronavírus, e houve demora para a abertura de novos leitos no SUS, falta de internação para mitigar as mortes pela COVID-19; além disso, apesar da expansão dos leitos de terapia intensiva, isso não foi suficiente para reduzir as discrepâncias entre as regiões brasileiras nem para solucionar a escassez de leitos que precedia a pandemia, revelando a falta de articulação entre os gestores públicos para o enfrentamento da pandemia de COVID-19.

Distribuição geográfica dos municípios eficientes e ineficientes por macrorregiões de saúde nos anos de 2020 e 2021

A Figura 1 apresenta a distribuição geográfica dos municípios eficientes e ineficientes no ano de 2020. Na macrorregião de saúde do litoral, observa-se que os municípios Batalha, Esperantina e Luzilândia se revelaram tecnicamente eficientes, ou seja, estão situados sobre a fronteira eficiente.

Vale ressaltar que esses municípios apresentam perfis semelhantes em relação à população total, igual a 26.905, 39.848 e 25.504 habitantes, respectivamente. Esses municípios tinham um número total de leitos correspondente a 23, 55 e 38, respectivamente, e apresentaram um total de 469,



Fonte: Elaboração própria com base nos resultados da pesquisa (2023).

Figura 1. Municípios eficientes e ineficientes do estado do Piauí (2020)

1.144 e 1.645 casos confirmados de COVID-19; nesse contexto, realizaram um total de 52, 196 e 154 internações e registram um total de 11, 33 e 30 óbitos, respectivamente. No entendimento de Marinho (2003), quando as DMUs se situam próximas entre si, isso beneficia um movimento de pacientes, de recursos e de investimentos, fazendo com que cada um dos municípios se complemente na prestação dos serviços públicos de saúde, beneficiando uns aos outros e a região em seu entorno.

Na macrorregião de saúde Meio Norte, três municípios mostraram-se eficientes. São eles: Teresina, com uma população de 868.075, Água Branca, com 17.470 habitantes, e Miguel Leão, com 1.205 habitantes. O total de casos diagnosticados de COVID-19 foi de 50.085, 1.036 e 48 e o de óbitos, de 1.215, 47 e 0, respectivamente. Os três municípios se encontram bem próximos uns dos outros e, pelo fato de Teresina ter maior infraestrutura, isso pode ter contribuído para a maior eficiência dos municípios menores.

A seguir, na macrorregião de saúde do Semiárido, os municípios de São Luís do Piauí e Curral Novo do Piauí têm 2.646 e 5.367 habitantes, respectivamente, e, diferentemente do que aconteceu com as duas macrorregiões anteriores (Litoral e Meio Norte), eles não estão localizados próximos, obtiveram pequenas taxas de contaminação com, respectivamente, 84 e 192 casos confirmados e não registraram mortes pela doença.

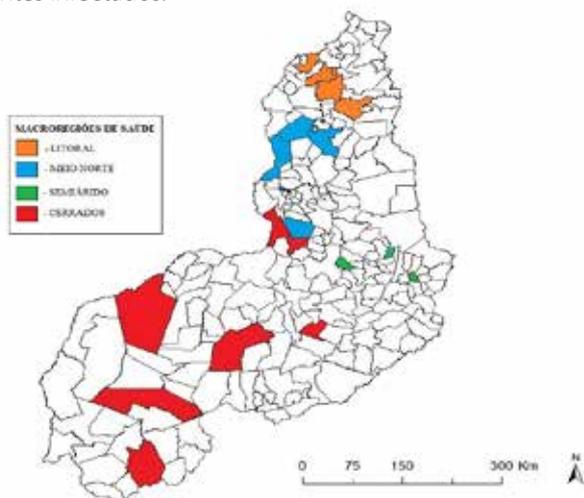
Nos Cerrados, a maior macrorregião de saúde em extensão territorial apresentou o maior número de municípios eficientes. São eles: Arraiál, Uruçuí, Canto do Buriti, Bom Jesus e Parnaíba. Esses municípios possuem 4.720, 21.655, 21.258, 25.387 e 10.819 habitantes, respectivamente, e têm densidade demográfica igual a 6,9, 2,6, 4,9, 4,6 e 3,1 habitantes por km². Essa baixa densidade demográfica pode ter contribuído

para um menor número de contaminações e, consequentemente, menos mortes.

Observa-se na Figura 2 uma semelhança na abrangência do território piauiense. Em relação à macrorregião de saúde do Litoral, com os municípios de Luzilândia, Esperantina, Batalha e Piri-piri, este último pode ter sido beneficiado com a eficiência dos municípios vizinhos, pois nessa região os municípios eficientes continuaram sendo bem próximos um dos outros. Na macrorregião de saúde Meio Norte, houve aumento da abrangência do território, sendo eles: José de Freitas, Campo Maior, Teresina, Miguel Leão e Regeneração.

Na macrorregião de saúde do Semiárido, três municípios com pequena extensão mostraram-se eficientes. São eles: São João da Varjota, São Luís do Piauí e Vila Nova do Piauí, com uma população de 4.848, 2.646 e 2.952 habitantes respectivamente. A macrorregião de saúde dos Cerrados apresentou um número maior de municípios eficientes: Amarante, Arraial, Uruçuí, Canto do Buriti, Pedro Laurentino, Bom Jesus e Parnaguá.

Dos treze municípios eficientes de 2020, onze se mantiveram eficientes em 2021: Arraial, Batalha, Bom Jesus, Canto do Buriti, Esperantina, Luzilândia, Miguel Leão, Parnaguá, São Luís do Piauí, Teresina e Uruçuí. Dois deixaram de ser eficientes – Água Branca e Cural novo do Piauí –, pois ambos tiveram uma baixa em suas variáveis de saída de taxa de sobrevivência. Oito municípios passaram a ser eficientes – Amarante, Campo Maior, José de Freitas, Pedro Laurentino, Piri-piri, Regeneração, São João da Varjota e Vila Nova do Piauí –, pois obtiveram melhores resultados nos tratamentos dos pacientes infectados.



Fonte: Elaboração própria com base nos resultados da pesquisa (2023).

Nota: A parte colorida da figura representa os municípios eficientes e a parte de cor branca, os municípios ineficientes.

Figura 2. Municípios eficientes e ineficientes do estado do Piauí (2021)

Conclusão

Este estudo analisou a eficiência técnica do SUS nos municípios piauienses no contexto da pandemia da COVID-19 em

2020 e 2021. A análise realizada por meio da aplicação do método não paramétrico de fronteira envoltória de dados, com retornos constantes de escala, expressou que, no geral, a maior parte dos municípios apresentou escores de eficiência abaixo da fronteira durante o período de crise sanitária da COVID-19.

Quando comparados os intervalos de escores de eficiência no período analisado, foi possível perceber que o ano de 2021 apresentou melhor resultado de eficiência, pois tem maior quantidade de municípios eficientes em relação ao ano de 2020. Esses intervalos de eficiência funcionam bem para analisar a quantidade de municípios eficientes e ineficientes de maneira geral, facilitando a comparação dos dois anos estudados e possibilitando saber em qual ano houve melhor desempenho. Porém, esse tipo de método não traz informações detalhadas dos municípios e, por si só, não é possível explicar as variações ocorridas entre os dois anos. Para diminuir essas limitações, sugere-se que trabalhos futuros utilizem esse método incorporando variáveis socioeconômicas e demográficas, como níveis de escolaridade e acesso a serviços básicos, possibilitando uma visão mais abrangente e detalhada das particularidades dos municípios.

Observando a distribuição dos municípios eficientes por macrorregião de saúde, percebe-se que em todas elas houve municípios eficientes em ambos os anos, mas a maior parte foi composta por municípios localizados, tecnicamente, abaixo da fronteira, revelando que, geograficamente, poucos municípios alcançaram eficiência máxima. Os resultados evidenciam que não só a maioria dos municípios foi ineficiente em ambos os anos, mas que também o Piauí apresenta grande heterogeneidade entre seus municípios em relação à infraestrutura física e profissional. Apesar de o ano de 2021 apresentar pequena melhora em relação ao ano de 2020, possivelmente por conta dos investimentos e da criação de novos leitos complementares, como mencionado anteriormente, o cenário de saúde ainda continuou bastante ineficiente.

Nesse sentido, uma recomendação para os gestores públicos seria a de ampliar a capacidade produtiva do sistema de saúde pública, por meio de investimentos físicos e capacitação profissional em pontos estratégicos em cada macrorregião que permitissem apoio maior aos municípios do interior, descentralizando a oferta de saúde pública, cujo tratamento de doenças graves, a exemplo da COVID-19, seria distribuído de maneira mais igualitária territorial e socialmente, facilitando o atendimento de comunidades afastadas dos grandes centros urbanos, por exemplo, Teresina, e reduzindo o tempo de atendimento. Entretanto, não se pode perder de vista o esforço dos gestores públicos para minimizar, em parte, essa problemática, haja vista que durante a pandemia foram elaboradas estratégias de flexibilização regional, que contemplaram critérios econômicos e epidemiológicos,

sendo um desses critérios a criação de oito regiões assistenciais (Parnaíba, Piripiri, Teresina, Floriano, Oeiras, Picos, São Raimundo Nonato e Bom Jesus) voltadas para os pacientes regulados da COVID-19 e distribuídas nos territórios de desenvolvimento de saúde no Piauí.

Referências

- Aroeira T, Vilela B, Ferreira RF. Mais de 100.000 óbitos: Avaliação da eficiência dos hospitais do SUS no tratamento à COVID-19 nos municípios brasileiros. *Rev Admin Hosp Inov Saúde*. 2020;17(2):96-114.
- Aroeira T, Vilela B, Ferreira RF. Mais de 600.000 óbitos: Avaliação da eficiência dos hospitais do SUS no tratamento à COVID-19 nos municípios brasileiros. *Rev Admin Hosp Inov Saúde*. 2021;18(5):67-86.
- Asandului L, Roman M, Fatulescu P. The Efficiency of Healthcare Systems in Europe: A Data Envelopment Analysis Approach. *Procedia Econom Financ*. 2014;10:26168. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212567114003013?via%3Dihub>. Accessed on: Oct 15, 2022.
- Banker RD. Maximum likelihood, consistency and DEA: a statistical foundation. *Manag Sci*. 1993;39(10):1265-73.
- Barbosa ACQ, Silva Junior AG, Turci MA, Mendes PS. Eficiência e Gestão Pública em Saúde na APS. *APS em Revista*. 2021;3(2):144-53.
- Barbosa WF, Sousa EP. Eficiência técnica e de escala do Sistema Único de Saúde nos municípios do Nordeste brasileiro. *Rev Econ Nordeste*. 2015;46(3):99-113.
- Brasil. Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde do Brasil (Datasus). Available from: <http://www.datasus.gov.br>. Accessed on: Jan 10, 2023.
- Brasil. Ministério da Saúde. Sistema Único de Saúde: estrutura, princípios e como funciona. *Gov.br*, 2022. Available from: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/s/sus>. Accessed on: Jan 18, 2023.
- Breitenbach MC, Ngoben V, Aye GC. Global Healthcare Resource Efficiency in the Management of COVID-19 Death and Infection Prevalence Rates. *Front Public Health*. 2021;9:638481.
- Campos FCC, Canabrava CM. O Brasil na UTI: atenção hospitalar em tempos de pandemia. *Saúde e Debate*. 2020;44(Spe 4):146-60. Available from: <https://revista.saudeemdebate.org.br/sed/article/view/4375/638>. Accessed on: Feb 10, 2023.
- CNES – Cadastro Nacional de Estabelecimentos em Saúde. Available from: <http://www.cnes.datasus.gov.br>. Accessed on: Jan 15, 2023.
- Costa DCAR, Bahia L, Carvalho EMCL, Cardoso AM, Souza PMS. Oferta pública e privada de leitos e acesso aos cuidados à saúde na pandemia de COVID-19 no Brasil. *Saúde e Debate*. 2020a;44(Spe 4):232-47. Available from: <https://www.scielo.br/j/sdeb/a/39jsyjTLxGZHFQXrs4V-VMRS/?format=pdf&lang=pt>. Accessed on: Feb 10, 2023.
- Costa JGA, Medeiros RVV, Lirio VS. Eficiência técnica de hospitais públicos em um contexto de pandemia: uma análise para as principais capitais brasileiras atingidas pela COVID-19. In: XXIII Encontro de Economia da Região Sul, 2020b, Evento remoto. Anais do XXIII Encontro de Economia da Região Sul. Brasília: ANPEC; 2020.
- Dermindo MP, Guerra LM, Gondinho BVC. O conceito eficiência na gestão da saúde pública brasileira: uma revisão integrativa da literatura. *J Manag Prim Health Care*. 2020;12:1-17.
- Espejo RA, et al. Aplicação da análise envoltória de dados em empresas do setor agroflorestal. In: Seminário Internacional de Estatística com R 3, 22, 23 e 24 maio 2018, Niterói, Rio de Janeiro, Anais... Niterói: R for Science Integration Challenge; 2018.
- Flach L, de Mattos LK, Mendes VG. Eficiência dos gastos públicos em saúde nos municípios do Espírito Santo: um estudo com análise envoltória de dados e regressão TOBIT. Anais do Congresso Brasileiro de Custos – ABC, Florianópolis, 2017. Available from: <https://anaiscbc.emnuvens.com.br/anais/article/view/4317>. Accessed on: Oct 18, 2022.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades e Estados: Piauí. Rio de Janeiro: IBGE; 2023. Available from: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pi.html>. Accessed on: Jan 2, 2023.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produto Interno Bruto: Piauí. Rio de Janeiro: IBGE; 2022. Available from: <https://www.ibge.gov.br/explica/pib.php>. Accessed on: Nov 29, 2022.
- Mariano E, Torres B, Almeida M, Ferraz D, Rebelatto D, Mello JCS. Brazilian states in the context of COVID-19 pandemic: An index proposition using Network Data Envelopment Analysis. *IEEE Latin America Transactions*. 2021;19(6):917-24. Available from: <http://dx.doi.org/10.1109/TLA.2021.9451236>. Accessed on: Oct 19, 2022.
- Marinho A. Avaliação da eficiência técnica nos serviços de saúde nos municípios do estado do rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Economia*. 2003;57(2):515-34.
- Marinho A. Estudo de eficiência em hospitais públicos e privados com a elaboração de rankings. *Revista de Administração Pública*. 1998;32(6):145-58.
- Marinho A, Façanha LO. Hospitais universitários: avaliação comparativa da eficiência técnica. *Economia Aplicada*. 2000;4(2):49-316.
- Mazon LM, Mascarenhas LPG, Dallabrida VR. Eficiência dos gastos públicos em saúde: Desafio para municípios de Santa Catarina, Brasil. *Saúde e Sociedade*. 2015;24(1):23-33.
- Nuske MA, et al. A saúde e sua relação com o desenvolvimento: um olhar crítico acerca da contribuição da saúde nas múltiplas escalas do desenvolvimento regional. In: VIII Seminário Internacional sobre Desenvolvimento Regional. Santa Cruz do Sul, 13 a 15 de setembro de 2017.
- Peña CR. Um Modelo de Avaliação da Eficiência da Administração Pública através do Método Análise Envoltória de Dados (DEA). *Revista de Administração Contemporânea*. 2008;12(1):83-106.
- Périco AE, Rebelatto DAN, Santana NB. Eficiência bancária: os maiores bancos são os mais eficientes? Uma análise por envoltória de dados. *Revista Gestão e Produção*. 2008;159(2):421-31. Available from: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-530X2008000200016&script=sci_abstract&tlng=pt. Accessed on: Oct 15, 2022.
- Piauí. Governo do Estado. Decretos estaduais – Novo Coronavírus, Teresina, nov. 2022, Available from: <https://www.pi.gov.br/decretos-estaduais-novo-coronavirus/>. Accessed on: Jan 10, 2023.
- Piauí. Portal da Transparência. Despesas, Teresina, mar. 2023, Available from: <http://transparencia2.pi.gov.br/despesas/>. Accessed on: Mar 31, 2023.
- Piauí. Governo do Estado. Decretos estaduais – Novo Coronavírus, Teresina, nov. 2022. Available from: <https://www.pi.gov.br/decretos-estaduais-novo-coronavirus/>. Accessed on: Jan 10, 2023.
- Rache B, Rocha R, Nunes L, Spinola P, Malik AM, Massuda A. Necessidades de infraestrutura do SUS em preparo à COVID-19: Leitos de UTI, respiradores e ocupação hospitalar. Instituto de Estudos para Políticas de Saúde, Rio de Janeiro, Nota Técnica n. 3, p. 1-5, mar. 2020.

Rocha SV, Dias CRC, Silva MC, Lourenço CLM, Santos CA. A pandemia de COVID-19 e a saúde mental de idosos: possibilidades de atividades físicas por meio dos Exergames. *Revista Bras Atividade Fis Saúde*. 2020.

Sesapi – Secretaria Estadual da Saúde. Plano Estadual de Saúde do Piauí. Teresina: Sesapi; 2020.

Sesapi – Secretaria Estadual da Saúde. Plano Estadual de Educação Permanente em Saúde do Estado do Piauí (PEEPS). Teresina: Sesapi; 2019.

Sesapi – Secretaria Estadual da Saúde. Available from: <http://www.saude.pi.gov.br/>. Accessed on: Feb 10, 2023.

Silva JLM, Queiroz MFM. Eficiência na gestão da saúde pública: uma análise dos municípios do estado do Rio Grande do Norte (2004 e 2008). *Planejamento e Políticas Públicas*. 2018;(50):150-70.

Stefko R, Gavurova B, Kocisova K. Healthcare efficiency assessment using DEA analysis in the Slovak Republic. *Health Econ Rev*. 2018;8. Available from: <https://healthconomicsreview.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13561-018-0191-9>. Accessed on: Oct 17, 2022.