

Área: Estudos interdisciplinares sobre Covid-19 | Tema: Covid Epidemiológico

**MORTALIDADE POR COVID-19 NO BRASIL: ESTUDO ECOLÓGICO SOB A ÓTICA DOS VETORES  
AUTORREGRESSIVOS**

**COVID-19 MORTALITY IN BRAZIL: AN ECOLOGICAL STUDY FROM THE PERSPECTIVE OF  
VECTORS AUTOREGRESSIVE**

Stéfane Dias Rodrigues, Alisson Castro Barreto, Tailon Martins, Roselaine Ruviano Zanini e Adriano

Mendonça Souza

**RESUMO**

Investigar o inter-relacionamento no curto prazo entre a taxa de mortalidade por COVID-19 e taxa de incidência da doença, movimentação de passageiros e índice de isolamento social para analisar os impactos estruturais sofridos na taxa de mortalidade. Em 1 de fevereiro a 30 de abril de 2020, foi investigado a taxa de mortalidade por COVID-19 no Brasil. Os grupos de variáveis explicativas foram: o Índice de Isolamento Social, taxa de incidência e a circulação de passageiros nos aeroportos. Foi utilizado a análise de vetores autorregressivos para estudar o inter-relacionamento, comportamento dinâmico e a contribuição relativa de explicação das variáveis. Observa-se que a resposta obtida após a aplicação dos choques na taxa de incidência, movimentação de passageiros e índice de isolamento, é que a taxa de mortalidade por COVID-19 sofre um aumento que continua para os próximos meses. As variáveis  $\Delta 2(\text{IN})$ ,  $\Delta(\text{MO})$ ,  $\Delta(\text{PA})$  e  $\Delta(\text{ID})$  são capazes de explicar  $\Delta(\text{MO})$  no período analisado, sendo que, para o primeiro período  $\Delta(\text{MO})$ , se autoexplica em 81,63% e sofre influência apenas de  $\Delta 2(\text{IN})$  em 18,37%. Para os outros períodos, a contribuição relativa ocorre por todas as variáveis.

**Palavras-Chave:** Infecções por Coronavírus. Análise Multivariada. Modelos Econométricos. Estudos de Séries Temporais. Mortalidade.

**ABSTRACT**

To investigate the short-term interrelationship between the mortality rate due to COVID-19 and the disease incidence rate, passenger movement and the social isolation index to analyze the structural impacts suffered on the mortality rate. On February 1 to April 30, 2020, the mortality rate due to COVID-19 in Brazil was investigated. The groups of explanatory variables were: the Social Isolation Index, incidence rate and the circulation of passengers at airports. The analysis of autoregressive vectors was used to study the interrelationship, dynamic behavior and the relative contribution of explanation of the variables. It is observed that the response obtained after the application of the shocks to the incidence rate, passenger movement and isolation index, is that the mortality rate due to COVID-19 suffers an increase that continues for the next months. The variables  $\Delta 2(\text{IN})$ ,  $\Delta(\text{MO})$ ,  $\Delta(\text{PA})$  and  $\Delta(\text{ID})$  are able to explain  $\Delta(\text{MO})$  in the analyzed period, and for the first period  $\Delta(\text{MO})$ , it is self-explained in 81, 63% and is influenced only by  $\Delta 2(\text{IN})$  in 18.37%. For the other periods, the relative contribution occurs for all variables.

**Keywords:** Coronavirus Infections. Multivariate Analysis. Models Econometric. Time Series Studies.

Mortality.

# MORTALIDADE POR COVID-19 NO BRASIL: ESTUDO ECOLÓGICO SOB A ÓTICA DOS VETORES AUTORREGRESSIVOS

## 1 INTRODUÇÃO

No final de 2019, Organização Mundial da Saúde (OMS) foi notificada a respeito de vários casos de pneumonia em Wuhan, na China. Conforme divulgado pelas autoridades locais, se tratava de uma nova cepa, antes não identificada em seres humanos e que logo mais tarde viria a ser denominado como SARS-CoV-2. Denominada e o novo coronavírus, causador da doença COVID-19, que está associada a formas graves de pneumonia, com rápida disseminação entre humanos (MOREIRA, 2020).

A doença se espalhou rapidamente por vários países, passou a ser classificada como pandemia pela OMS, o que levou a adoção de medidas restritivas de circulação, afetando o comércio global e as cadeias de suprimentos. No Brasil, estados e municípios seguiram as recomendações de restrição a circulação de pessoas e do contato social (AYITTEY et al., 2020).

Até o dia 30 de abril de 2020, o Ministério da Saúde registrou 85.380 casos confirmados e 5.901 mortes por COVID-19 no Brasil. O estado que mais concentra as notificações é São Paulo, considerado o epicentro da pandemia no país. Neste mesmo dia, o Brasil que já havia ultrapassado a China em número de mortes, ultrapassou em número de casos confirmados também (BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2020; VENAGLIA, 2020).

As medidas de isolamento social adotadas pelos governos visam evitar que haja superlotação dos serviços de saúde e que o sistema entre em colapso, sendo incapaz de atender às vítimas que evoluam para os casos mais graves da doença. Nesses casos, há a necessidade de internação nas unidades de tratamentos intensivo com a utilização de ventilação mecânica devido a insuficiência respiratória por parte dos pacientes. Os grupos de risco para essa doença viral são principalmente idosos e portadores de comorbidades (WU; MCGOOGAN, 2020).

Neste cenário de pandemia, é importante investigar a inter-relação da mortalidade por COVID-19 com a sua propagação e as medidas de proteção tomada pelos gestores municipais, estaduais e nacional, contribuindo para o verificar se há aumento ou declínio no número de mortes em relação a esses fatores. Com o intuito de captar as inter-relações das variáveis analisadas, utilizou-se a metodologia do Vetor Autorregressivo (VAR). O modelo VAR possibilita avaliar o impacto que uma variável sofre quando um choque estrutural é aplicado à outra variável em termos de desvios padrões nas inovações (DE SOUZA RAMSER et al., 2019), antevendo assim o comportamento contemporâneo do sistema de equações.

O objetivo é investigar o inter-relacionamento no curto prazo entre a taxa de mortalidade por COVID-19 e as variáveis taxa de incidência da doença, movimentação de passageiros e índice de isolamento social para analisar os impactos estruturais sofridos na taxa de mortalidade.

## 2 MÉTODOS

Realizou-se um estudo ecológico do inter-relacionamento entre a taxa de mortalidade por COVID-19 e as variáveis taxa de incidência por COVID-19, o Índice de Isolamento Social e a circulação de passageiros nos aeroportos, para o Brasil, no período de 1 de fevereiro a 30 de abril de 2020. Os dados são classificados como séries temporais e possuem frequência diária, obtidos de diversas fontes, a saber : Ministério da Saúde – Incidência e Mortalidade por COVID-19 (<https://covid.saude.gov.br/>); InLoco – Índice de Isolamento Social (<https://www.inloco.com.br/pt/>) e Infraero via E-SIC – Circulação de passageiros nos aeroportos (<https://esic.cgu.gov.br/>).

Para analisar o inter-relacionamento entre as variáveis, fez-se uso do modelo de vetores autorregressivos (VAR), representado na equação 1 (BUENO, 2008):

$$AX_t = B_0 + \sum_{i=1}^p B_i X_{t-i} + B\epsilon_t \quad (1)$$

Onde:

$A$ : matriz de restrições  $n \times n$  do vetor  $X_t$ ;

$B_0$ : vetor de constantes do modelo;

$X_t$ : vetor de variáveis endógenas;

$B_i$ : matriz de coeficientes autorregressivos;

$B$ : matriz de desvios-padrão;

$\epsilon_t$ : vetor de erro aleatório identicamente distribuído e não autocorrelacionado.

O VAR corresponde a um modelo de séries temporais que permite analisar interações entre as variáveis com base nas restrições de identificação impostas aos componentes exógenos de cada variável. Sendo capaz de proporcionar uma análise em um ambiente multivariado, que estuda o comportamento de duas ou mais séries temporais simultaneamente (ROCHA; BRILHANTE, 2015).

A estacionariedade é um dos pressupostos para a ajustar o modelo VAR, que será verificada por meio dos gráficos de sequência das séries em nível e pelos testes de raiz unitária: *Augmented Dickey-Fuller* – ADF (DICKKEY; FULLER, 1981), *Phillips Perron* – PP (PHILLIPS; PERRON, 1988) e *Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin* – KPSS (KWIATKOWSKI et al., 1992) para determinar o grau de estacionariedade das séries.

As influências entre as variáveis foram analisadas pelo teste de Causalidade de Granger, classificando-as em causalidade unidirecional, bidirecional ou sem causalidade. As variáveis que não possuem influência causal serão retiradas do modelo (ENGLE; GRANGER, 1987).

Com os pressupostos da estacionariedade e a causalidade atendidos é possível realizar a estimação dos parâmetros do modelo VAR pelo Método dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO). A ordem do modelo foi especificada pelos critérios penalizadores AIC - *Akaike information criterion* (AKAIKE, 1974), BIC - *Bayesian Information Criterion* (SCHWARZ, 1978) e HQ - *Hannan-Quinn information criterion* (HANNAN, E. J.; QUINN, 1979).

Após o ajuste do modelo e análise dos resíduos, fez-se uso da técnica Função Resposta ao Impulso (FRI), de modo a examinar a estrutura dinâmica do modelo, verificando o comportamento das variáveis endógenas quando aplicado um choque aleatório na variável de interesse e avaliar o tempo que a série leva para retornar ao seu patamar normal ou se estabilizar, depois que ocorre um acréscimo de desvios padrões na variável de inovação que nesse caso é a taxa de mortalidade (BROOKS, 2014). Foi utilizado o método de Decomposição da Variância para analisar a contribuição de cada variável de modo a verificar o quanto ela mesma se explica e o quanto ela é explicada pelas demais. Ambas ferramentas visam estudar o comportamento e o inter-relacionamento entre as variáveis contidas no modelo VAR (FARIAS, 2008).

Todas as etapas as etapas de modelagem dos vetores autorregressivos (VAR) foram realizadas por meio do software *Eviews 9*.

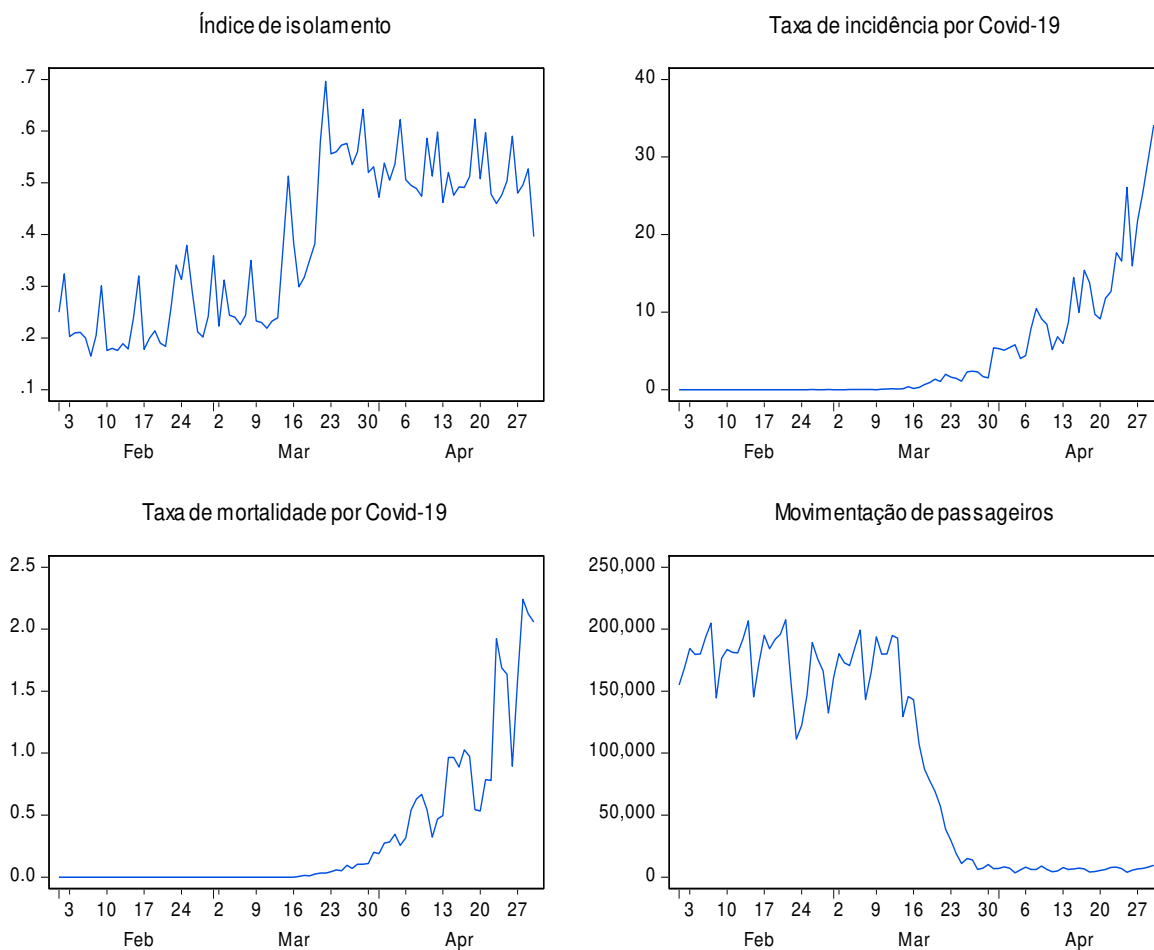
### 3 RESULTADOS

A análise de dados iniciou com uma inspeção visual das séries temporais: taxa de mortalidade (MO), taxa de incidência (IN), movimentação de passageiros (PA) e índice de isolamento (ID). Por meio da Figura 1 apresenta-se o comportamento das séries em nível ao longo do período estudado. Nota-se que o índice de isolamento inicialmente é caracterizado pelo crescimento até atingir o pico no dia 22 de março, onde assimilou 62,2% de isolamento social, após essa data, ela decresce. A média dessa variável em todo o período é de 38%, sendo que o valor preconizado pela OMS é de um isolamento social de 70%, para que ele se torne efetivo (MÁRCIO DOLZAN, 2020).

A taxa de incidência possui média 4,48 e o valor máximo de 34,12, por um milhão de habitantes, no dia 30 de abril. A série foi caracterizada por crescimento significativo a partir do dia 31 de março. A taxa de mortalidade possui média de 0,31 por um milhão de habitantes e valor máximo de 2,24 por um milhão de habitantes no dia 28 de abril e seu comportamento foi crescendo a partir do dia 28 de abril.

O comportamento da série movimentação de passageiros é caracterizado por um decaimento que iniciou a partir do dia 13 de março, que coincide com o crescimento da série índice de isolamento. A média da série PA é de 207547,00 e seu valor máximo ocorre no dia 21 de março.

Figura 1. Gráficos das variáveis MO, IN, ID, PA em nível



Fonte: autores.

Na Figura 1, nota-se que as séries não são estacionárias em nível, visto que existe tendência crescente com exceção da variável movimentação de passageiros. Os testes de raízes unitárias ADF, PP e KPSS identificaram as séries são não-estacionárias a um nível de significância de 5%. Aplicou-se as primeiras diferenças nas séries para torná-las estacionária, com exceção da taxa de incidência que tornou-se estacionária após as segundas diferenças.

Para atender o segundo pressuposto do VAR foi aplicado o teste de causalidade de Granger. Assim, na Tabela 1, pode-se visualizar que todas as variáveis estudadas possuem uma relação de causalidade unidirecional a 5% de significância, que pode ser exemplificada pela variável referente a taxa de incidência, IN, que causa ou influencia a mortalidade, MO. Visto que as variáveis possuem influência entre elas, é possível ajustar o modelo VAR.

Tabela 1. Resultado do teste de Causalidade de Granger

Causalidade de Granger	F-stat	p-valor (<0,05)
D(PA) → D(ID)	14,5021	0,000004
D(ID) → D(MO)	4,00489	0,0219
D(IN,2) → D(MO)	3,54488	0,0334

“X” não causa série “Y” no sentido de Granger; H<sub>1</sub>: série “X” causa série “Y” no sentido de Granger;  $\alpha = 0,05$ .

Fonte: autores.

Após as etapas da verificação da estacionariedade e a aplicação do teste de causalidade Granger, o modelo autorregressivo vetorial (VAR) pode ser ajustado e dessa forma é possível analisar o inter-relacionamento entre as variáveis (DE SENNA; SOUZA, 2016)). Assim, foi determinada a ordem do modelo que pelo critério AIC=10,20215 poderia ser considerado 14 lags, para o HQ=10,94738 considera-se o ideal 14 lags e o critério BIC=12,070,1 que também apresentou como ideal 14 lags. Sendo assim, o número de defasagem escolhido foi de 14 lags para todas as variáveis do modelo – VAR (14).

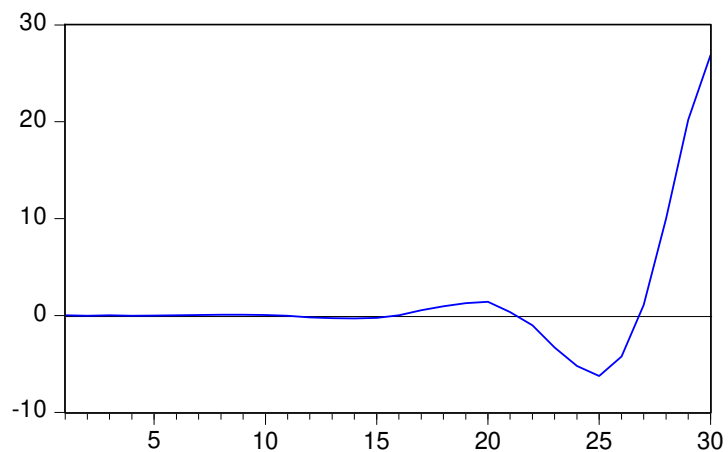
No ajuste do modelo as variáveis tratadas como endógenas são a taxa de mortalidade e taxa de incidência, já as exógenas são a movimentação de passageiros e índice de isolamento. Assim, pode-se classificar o modelo em termos de exogeneidade pelo *Granger Causality Test* e o *Block Exogeneity Wald Test*. Com a aplicação deste teste verificou-se que a variável a MO apresentou um  $\chi^2$  de 194,7777 e a IN apresentou  $\chi^2$  de 196,6648, seguindo o critério da mais exógena a menos, tem-se que o maior  $\chi^2$  é da IN e o menor MO. Assim, define-se que a ordem das variáveis é a taxa de incidência seguida da taxa da mortalidade.

Para estudar o impacto estrutural e interpretar os coeficientes das variáveis endógenas, realizou-se a análise do gráfico da Função Resposta ao Impulso (FRI). Assim, verificou comportamento da variável taxa de mortalidade  $\Delta(MO)$  quando aplicado um choque ou inovação aleatória na taxa de incidência  $\Delta^2(IN)$  na movimentação de passageiros  $\Delta(PA)$  e no índice de isolamento  $\Delta(ID)$ . O intervalo de análise da função impulso resposta foi de 30 períodos, ou seja, 30 dias, e pode ser observado de acordo com a Figura 2.

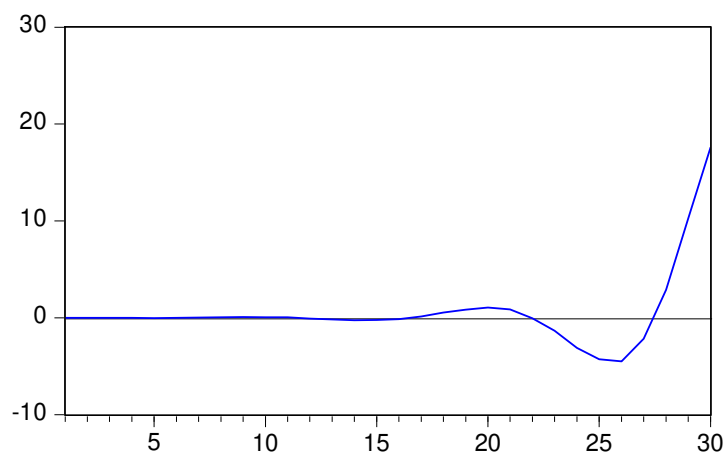
Figura 2. FIR da série  $\Delta(MO)$  para os choques nas séries  $\Delta^2(IN)$ ,  $\Delta(PA)$  e  $\Delta(ID)$

Resposta de Cholesky para Um Desvio Padrão de Inovação

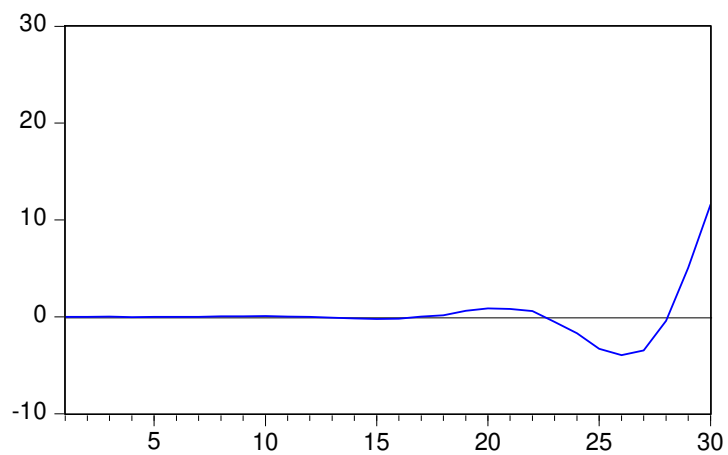
Resposta de D(MO) para D(IN,2)



Resposta de D(MO) para D(PA)



Resposta de D(MO) para D(ID)



Fonte: autores.

A resposta obtida após um choque de desvio padrão na variável taxa de incidência é que a taxa de mortalidade sofre um aumento e não será estabilizada para os próximos períodos, apresentando crescimento exponencial.

Com um choque de desvio padrão na variável movimentação de passageiros nos aeroportos, a taxa de mortalidade responde com crescimento significativo. Já, o índice de isolamento social expõe um comportamento divergente do esperado, visto que ele provoca um aumento na taxa de mortalidade.

Na Tabela 2, os resultados da decomposição da variância dos erros de previsão são apresentados.

Tabela 2. Decomposição da Variância da variável  $\Delta(\text{MO})$

Período	S.E.	$\Delta^2(\text{IN})$	$\Delta(\text{MO})$	$\Delta(\text{PA})$	$\Delta(\text{ID})$
<b>1</b>	0.639420	18.37291	81.62709	0.000000	0.000000
<b>7</b>	2.437228	23.08126	65.97727	4.678707	6.262762
<b>14</b>	8.717417	23.98120	59.51376	11.46711	5.037931
<b>20</b>	39.11213	28.11421	51.85159	12.80365	7.230555
<b>27</b>	211.2020	14.53734	71.00195	8.205227	6.255481
<b>30</b>	657.0049	23.93134	63.75607	8.638451	3.674139

Fonte: autores.

Na Tabela 1 observa-se que as variáveis  $\Delta^2(\text{IN})$ ,  $\Delta(\text{MO})$ ,  $\Delta(\text{PA})$  e  $\Delta(\text{ID})$  são capazes de explicar a variável  $\Delta(\text{MO})$  no período analisado, sendo que, para o primeiro período  $\Delta(\text{MO})$ , se autoexplica em 81,63% e sofre influência apenas de  $\Delta^2(\text{IN})$  em 18,37%. Para os outros períodos, a contribuição relativa ocorre por todas as variáveis.

O comportamento dinâmico das variáveis expõe que de acordo com a sua evolução, as variáveis que ao longo do tempo possuem mais importância na explicação de  $\Delta(\text{MO})$  é  $\Delta(\text{MO})$  e  $\Delta^2(\text{IN})$ . Nota-se que as variáveis  $\Delta(\text{PA})$  e  $\Delta(\text{ID})$  não possuem um percentual de influência e de explicação muito significativo ao longo dos períodos.

#### 4 DISCUSSÃO

A utilização de técnicas estatísticas com o intuito de avaliar o inter-relacionamento entre a taxa de mortalidade por COVID-19 e as variáveis taxa de incidência da doença, movimentação de passageiros e índice de isolamento social, permite analisar se há influência no curto prazo entre as variáveis estudadas e se essa influência causa aumento ou redução na taxa de mortalidade da doença viral.

O maior aumento na mortalidade por COVID-19 foi gerado pela própria incidência da doença. Este resultado está de acordo com estudo de Adekunle et al. (2020) o qual concluíram que o crescimento na incidência em uma unidade percentual causa um crescimento de 0,045% na mortalidade. Além disso, destaca-se que o Sistema Único de Saúde brasileiro possui indicadores inferiores aos recomendados pela OMS, com oferta insuficiente de assistência médica, o que dificulta o adequado enfrentamento de uma doença viral que demanda capacidade máxima operacional dos sistemas nacionais de saúde. Este cenário também pode contribuir para um maior número de mortes (NISHIJIMA; CYRILLO; BIASOTO JUNIOR, 2010).

A circulação de passageiros nos aeroportos também gerou significativo aumento na mortalidade da doença viral. Sabe-se que o COVID-19 possui rápida disseminação entre seres humanos e que esta pode ser favorecida principalmente em ambientes de intenso fluxo de movimentação de pessoas, como os terminais aeroviários. Corroborando com esta ideia, um estudo desenvolvido por Walker *et al.* (2020) simulou o impacto que a não adoção de medidas de ação contra a disseminação da doença viral causaria no Brasil. Segundo os autores, o número de mortes poderia chegar a mais de 1 milhão.

O índice de isolamento social apresentou um resultado que diverge do esperado, as variações no índice de isolamento impulsionaram o aumento da taxa de mortalidade por COVID-19. Tal resultado pode ser explicado pela média do índice de isolamento no Brasil ser inferior a 70%, que é o valor recomendado (MÁRCIO DOLZAN, 2020). Isso se deu por divergências de posicionamento entre os poderes federal, estadual e municipal, que auxiliam na baixa adesão ao isolamento social. Além disso, a adesão irregular fez com que o aumento do índice de isolamento fosse proporcional ao aumento na taxa de mortalidade pro COVID-19 (JULIANA SAYURI, 2020).

Por meio da análise da decomposição da variância foi possível identificar que a taxa de mortalidade está sendo influenciada, em grande parte, por ela mesma, e também pela taxa de incidência. Os decretos realizados tinham intuito de reduzir a curva do crescimento da doença e não sobrecarregar o sistema de saúde. No entanto, o descumprimento do isolamento por parte da população, a adoção de medidas tardias por algumas autoridades e a falta de infraestrutura do sistema de saúde público no Brasil culminou no aumento da taxa de mortalidade e de incidência por COVID-19 (GRAGNANI, 2020).

A pandemia do COVID-19 reforçou a precariedade do sistema de saúde público no Brasil. O Produto Interno Bruto (PIB), o somatório dos produtos e serviços produzidos em um país, destinou apenas 4% de seu total para investimento na saúde nos últimos anos. A consequência disso, é visível no cenário atual que mostrou a deficiência do sistema de saúde, que não possui leitos hospitalares e Unidade de Terapia Intensiva (UTI) suficientes para o tratamento de pessoas com COVID-19 (SANTOS *et al.*, 2020).

A falta de planejamento no sistema de saúde brasileiro, provocou instabilidade no controle da pandemia. A portaria GM/MS nº 1.101, de 12 de junho de 2002 (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2002) estabelece que para cada 10 mil habitantes deve-se ter no mínimo 8 médicos, segundo o IBGE Roberto e Guedes (2020) os recursos médicos por regiões estão dentro desse padrão mínimo. No entanto, a distribuição desses recursos entre os municípios, principalmente os mais pobres, não ocorre de maneira homogênea e a maioria destes ficam concentrados nas capitais dos estados.

Projetos de incentivo a pesquisa que visam combater o COVID-19 como o realizado pela USP (Universidade de São Paulo) são essenciais no enfrentamento dessa doença. O USP Vida busca obter recursos para o desenvolvimento de projetos como de ventiladores pulmonares, estudos de criação de testes mais rápidos para identificar o vírus, elaboração de pesquisas do material genético do vírus com o intuito de desenvolver uma vacina para a COVID-19, estudos que visam o aumento da qualidade do equipamento de proteção (SANTOS, 2020). Estes incentivos e estudos podem ser fundamentais no combate ao COVID-19, adotá-los em outras regiões do país pode fazer a diferença e salvar vidas.

Além disso, a união entre o poder público e a sociedade é necessária para o adequado enfrentamento da pandemia. Cita-se o exemplo do Uruguai, um país vizinho ao Brasil que até 30 de abril de 2020 registrou apenas 643 casos confirmados e 17 mortes pela doença. Neste país, o isolamento social não foi obrigatório, mas teve adesão por grande parte da população e cooperação das empresas para flexibilizarem a atuação dos seus funcionários. As autoridades também intervieram desde o primeiro caso confirmado da doença, fechando escolas,



universidades, eventos com aglomerações de pessoas e as fronteiras do país (LOPES, 2020; SISTEMA NACIONAL DE EMERGENCIAS, 2020).

## 5 CONCLUSÃO

A aplicação do método permitiu investigar o inter-relacionamento entre a taxa de mortalidade por COVID-19 e as variáveis taxa de incidência da doença, movimentação de passageiros e índice de isolamento social. Observa-se que a rápida disseminação do COVID-19 entre seres humanos, a adesão irregular às medidas de contenção da propagação da doença viral e a crise política instaurada com divergências de posicionamento entre os poderes e as esferas, não se mostraram eficientes para refrear as mortes provocadas pela doença e indicam uma tendência de crescimento da mortalidade para os próximos meses. O que mostra que medidas como de projetos de incentivo a pesquisa desenvolvidos pela USP, a união entre o poder público e a sociedade, cooperação das empresas, podem ser formas de amenizar essa problemática.

Para trabalhos futuros recomenda-se analisar por um período que abrange todas as fases da pandemia no país e investigar outros fatores que influenciam na mortalidade por COVID-19 com o intuito de incluir novas variáveis. Como limitação do estudo tem-se a pouca disponibilidade de dados, por conta da pandemia estar em estágio inicial, e atrasos de notificação e de subnotificação dos casos.

## REFERÊNCIAS

- ADEKUNLE, I. A. et al. Modelling spatial variations of coronavirus disease (COVID-19) in Africa. **Science of the Total Environment**, v. 729, p. 1–4, 2020.
- AKAIKE, H. A New Look at the Statistical Model Identification. In: [s.l.] Springer, New York, NY, 1974. p. 215–222.
- AYITTEY, F. K. et al. Economic impacts of Wuhan 2019-nCoV on China and the world. **Journal of Medical Virology**, v. 92, n. 5, p. 473–475, 2020.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Brasil registra 85.380 casos de coronavírus e 5.901 mortes da doença.**
- BROOKS, C. **Introductory Econometrics for Finance**. 3 edição ed. New York: Cambridge University Press, 2014.
- BUENO, R. D. L. DA S. **Econometria de séries temporais**. São Paulo: Cengage Learning, 2008.
- DE SENNA, V.; SOUZA, A. M. Assessment of the relationship of government spending on social assistance programs with Brazilian macroeconomic variables. **Physica A: Statistical Mechanics and its Applications**, v. 462, p. 21–30, 2016.
- DE SOUZA RAMSER, C. A. et al. The importance of principal components in studying mineral prices using vector autoregressive models: Evidence from the Brazilian economy. **Resources Policy**, v. 62, n. October 2018, p. 9–21, ago. 2019.
- DICKEY, D. A.; FULLER, W. A. Likelihood Ratio Statistics for Autoregressive Time Series with a Unit Root. **Econometrica**, v. 49, n. 4, p. 1–17, 1981.
- ENGLE, R. F.; GRANGER, C. W. J. Co-Integration and Error Correction: Representation, Estimation, and Testing. **Econometrica**, v. 55, n. 2, p. 251, mar. 1987.
- FARIAS, H. P. **Função resposta a impulso e decomposição da variância do erro de previsão aplicados às principais bolsas de valores**. [s.l.] Dissertação de Mestrado em Estatística e Experimentação Agropecuária Universidade Federal de Lavras, 2008.

GRAGNANI, J. **Coronavírus: os sete erros que põem Brasil na rota do “lockdown”, segundo especialistas - BBC News Brasil**. Disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/brasil-52551974>>. Acesso em: 22 maio. 2020.

HANNAN, E. J.; QUINN, B. The determination of the order of an autoregression. **Journal of the Royal Statistical Society**, v. 41, n. 2, p. 190–195, 1979.

JULIANA SAYURI. **Coronavírus: inércia política aumenta número de mortes, indica estudo - BBC News Brasil**. Disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/brasil-52467167>>. Acesso em: 12 jun. 2020.

KWIATKOWSKI, D. et al. Testing the null hypothesis of stationarity against the alternative of a unit root. **Journal of Econometrics**, v. 54, n. 1–3, p. 159–178, 1992.

LOPES, R. **Sem quarentena obrigatória nem brigas políticas: como o Uruguai domou o coronavírus | GaúchaZH**. Disponível em: <<https://gauchazh.clicrbs.com.br/mundo/noticia/2020/05/sem-quarentena-obrigatoria-nem-brigas-politicas-como-o-uruguai-domou-o-coronavirus-ckahj4onk00yt015ncdgg3bbk.html>>. Acesso em: 17 jun. 2020.

MÁRCIO DOLZAN. **Monitor acompanha taxas de isolamento social no Brasil - Infográficos - Estadão**. Disponível em: <<https://www.estadao.com.br/infograficos/saude,monitor-acompanha-taxas-de-isolamento-social-no-brasil,1093828>>. Acesso em: 12 jun. 2020.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **ANEXO A Portaria nº 1101 de 2002**.

MOREIRA, R. DA S. COVID-19: intensive care units, mechanical ventilators, and latent mortality profiles associated with case-fatality in Brazil. **Cadernos de saúde publica**, v. 36, n. 5, p. e00080020, 2020.

NISHIJIMA, M.; CYRILLO, D. C.; BIASOTO JUNIOR, G. Análise econômica da interação entre a infraestrutura da saúde pública e privada no Brasil. **Economia e Sociedade**, v. 19, n. 3, p. 589–611, dez. 2010.

PHILLIPS, P. C. B.; PERRON, P. Testing for a unit root in time series regression. **Biometrika**, v. 75, n. 2, p. 335–346, 1988.

ROBERTO, P.; GUEDES, N. **Informações de saúde : subsídios ao enfrentamento regional à COVID-19 Notas Técnicas**.

ROCHA, F. J. S.; BRILHANTE, Á. A. **Introdução À Metodologia de Vetor Autorregressivo - Teoria e Aplicação**. São Paulo: [s.n.].

SANTOS, R. et al. Mistanásia hoje: pensando as desigualdades sociais e a pandemia Covid-19. **Associação Brasileira de Saúde Coletiva**, 2020.

SANTOS, T. H. **USP contra a covid-19: conheça as várias ações da Universidade para ajudar no combate à pandemia**. Disponível em: <<https://jornal.usp.br/universidade/usp-contra-a-covid-19-conheca-as-varias-acoes-da-universidade-para-ajudar-no-combate-a-pandemia/>>. Acesso em: 17 jun. 2020.

SCHWARZ, G. Estimating the Dimension of a Model. **The Annals of Statistics**, v. 6, n. 2, p. 461–464, mar. 1978.

SISTEMA NACIONAL DE EMERGENCIAS. **Informe de situación en relación al coronavirus COVID-19 en Uruguay del**. Disponível em: <<https://www.gub.uy/sistema-nacional-emergencias/comunicacion/comunicados/informe-situacion-relacion-coronavirus-covid-19-uruguay-del-3042020>>. Acesso em: 17 jun. 2020.

VENAGLIA, G. **Após mortes, Brasil ultrapassa China também em casos confirmados da COVID-19 | CNN Brasil**.

WALKER, P. G. T. et al. The impact of COVID-19 and strategies for mitigation and suppression in low- and middle-income countries. v. 0035, n. June, 2020.

WU, Z.; MCGOOGAN, J. M. **Characteristics of and Important Lessons from the Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Outbreak in China: Summary of a Report of**

**72314 Cases from the Chinese Center for Disease Control and Prevention**JAMA -  
**Journal of the American Medical Association**American Medical Association, , abr. 2020.