

Junio 2020 - ISSN: 1988-7833

BLOQUEIO SOCIAL COMO ESTRATÉGIA DE GESTÃO E CONTROLE DA PANDEMIA DE COVID-19.: UMA ANÁLISE ATRAVÉS DE MODELOS ARIMA

Félix Lélis da Silva¹

Maryjane Diniz A. Gomes²,

Andréa P. Lélis da Silva³,

Heriberto Wagner Amanajás Pena⁴.

Gabriel Lélis P. da Silva⁵

Doutor em Ciências Agrárias - Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Pará – IFPA Campus Castanhal¹

Doutora em Agronomia Irrigação e drenagem - Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Pará – IFPA Campus Castanhal.²

Especialista em Unidade de Terapia Intensiva - Hospital Regional Metropolitano.³

Doutor em Ciências Agrárias - Universidade do Estado do Pará – UEPA⁴

Graduando em Direito - Faculdade Estácio de Castanhal.⁵

Para citar este artículo puede utilizar el siguiente formato:

Félix Lélis da Silva, Maryjane Diniz A. Gomes, Andréa P. Lélis da Silva, Heriberto Wagner Amanajás Pena y Gabriel Lélis P. da Silva (2020): "Bloqueio social como estratégia de gestão e controle da pandemia de Covid-19.: uma análise através de modelos Arima", Revista Contribuciones a las Ciencias Sociales, (junio 2020). En línea:

<https://www.eumed.net/rev/cccss/2020/06/bloqueio-social-covid19.html>

<http://hdl.handle.net/20.500.11763/cccss2006bloqueio-social-covid19>

Resumo

A ausência de controle de infecções virais pode gerar pandemias com prejuízos econômicos e perdas de vidas humanas incalculáveis. Estudos através de modelagem podem antecipar resultados epidêmicos e favorecer adoção de políticas governamentais voltadas a estabilizar e ou reduzir a curva de casos e mortes. Este estudo tem como objetivo descrever a epidemiologia do vírus SARS-CoV-2 na população do Pará, Brasil, avaliar o bloqueio social sobre a curva de casos e prever a dinâmica futura da série de casos e mortes. O modelo linear com variável Dummy indicam que o bloqueio social a curto prazo não reduziu o número de casos. Projeções dos modelos ARIMA (2,1,2)

¹ Grupo de Pesquisa em Gestão Experimentação e Modelagem de Biosistemas – GEMAbio - felix.lelis@ifpa.edu.br

² Grupo de Pesquisa em Gestão Experimentação e Modelagem de Biosistemas – GEMAbio -maryjane.gomes@ifpa.edu.br

³ Hospital Regional Metropolitano andlelis@yahoo.com.br

⁴ UEPA (Grupo de Pesquisa em Modelagem Ambiental, Ordenamento Territorial e Desenvolvimento Regional – MODER) - heriberto@uepa.br.

⁵ Faculdade de Direito - biellellis@yahoo.com.br

constatam suave estabilidade no número de casos e mortes diárias. Sugere-se um maior período de bloqueio social, associado a maior adesão e compreensão por parte da população como medidas essenciais de controle da pandemia.

Palavras chave: Pandemia; Bloqueio social; SARS-CoV-2; Projeções; Estratégias; Gestão.

Resumen

La falta de control de las infecciones virales puede generar pandemias con pérdidas económicas y pérdidas incalculables de vidas humanas. Los estudios de modelado pueden anticipar los resultados de la epidemia y favorecer la adopción de políticas gubernamentales destinadas a estabilizar o reducir la curva de casos y muertes. Este estudio tiene como objetivo describir la epidemiología del virus SARS-CoV-2 en la población de Pará, Brasil, evaluar el bloqueo social en la curva de casos y predecir la dinámica futura de la serie de casos y muertes. El modelo lineal con variable Dummy indica que el bloqueo social a corto plazo no redujo el número de casos. Las proyecciones de los modelos ARIMA (2,1,2) muestran una estabilidad suave en el número de casos y muertes diarias. Se sugiere un período más largo de bloqueo social, asociado con una mayor adherencia y comprensión por parte de la población como medidas esenciales para controlar la pandemia.

Palabras clave: Pandemia; Bloque social; SARS-CoV-2; Proyecciones; Estrategias; Administración.

ASSESSMENT OF SOCIAL BLOCKING AS STRATEGY OF CONTROL AND MANAGEMENT OF PANDEMIC OF COVID-19

Abstract

The lack of control of viral infections can generate pandemics with economic losses and incalculable losses of human lives. The studies across modeling can anticipate epidemic results and favor the adoption of government policies aimed at stabilizing and or reducing the case and death curve. This study aims to describe the epidemiology of the SARS-CoV-2 virus in the population of Pará, Brazil, evaluate the social block on the case curve and predict the future dynamics of the series of cases and deaths. The linear model with Dummy variable indicates that the short-term social block did not reduce the number of cases. Projections of the ARIMA models (2,1,2) show smooth stability in the number of

cases and daily deaths. A longer period of social block is suggested, associated with greater adherence and understanding by the population as essential measures to control pandemic.

Keyword: Pandemic; Confinement; SARS-CoV-2; Projections; Strategies; Management.

1. Introdução

O COVID-19 é causada pelo vírus SARS-CoV-19 e trata-se de uma das pandemias mais perigosas do mundo (Paital, Das e Parida, 2020). Esta infecção viral apresenta sintomas como febre, dificuldade de respiração e pode causar fibrose dos pulmões (Huang et al., 2020). A doença não possui vacina para tratamento e cura dos infectados pelo vírus SARS-CoV-19 (Jin et al., 2020). Estudos sugerem que o bloqueio social, enquanto uma vacina apropriada não é produzida, é o método mais viável e eficaz no controle do avanço da pandemia em diversas regiões pelo mundo (Paital, Das, Parida, 2020; Das e Paital, 2020; Tian et al., 2020; Chinazzi et al., 2020).

Declarada como Pandemia pela Organização Mundial de Saúde (OMS), a COVID-19 avançou rapidamente por diversos países, com registros de 4.711.820 milhões de casos e 315.471 mortes distribuídos pelo mundo em 19 de maio de 2020 (OMS, 2020). As Américas, apesar de estarem entre as últimas regiões a se registrar infectados no mundo, tem apresentado uma evolução extensiva de casos de COVID-19, com registro de mais de 2.069.661 casos e 123.970 mortes contabilizadas. No continente americano, o Brasil destaca-se como o segundo país em número de casos e mortes, com mais de 271.528 casos e 17.971 mortes na taxa de 76.2 casos por milhão de habitantes e uma taxa de letalidade de 6.7% contra 6.1% dos EUA, sendo considerado o novo epicentro global da doença (BRASIL, 2020).

O estudo da dinâmica da pandemia no Brasil segue se expandindo fortemente, porém com intensidades diferentes entre as Regiões e Estados. O tamanho geográfico do Brasil e especificidades regionais exigem uma análise mais detalhada para a compreensão do avanço da COVID-19, em cada Região temos pelo menos 1 (um) ou 2 (dois) Estados que polarizam em número de casos e óbitos as estatísticas, e apesar do consenso científico sobre a velocidade da taxa de transmissão do novo coronavírus admite-se por hipótese que a gestão da crise sanitária pelos Governos tem apresentado diferenças em torno das medidas adotadas.

No Brasil, a Região Norte, tem apresentado elevado número de casos e mortes registradas na 21ª semana epidemiológica, tendo o estado do Amazonas apresentado mortalidade entre 18,3 a 423,4 mortes e o estado do Pará entre 0,9 a 251,4 mortes por 1 milhão de habitantes (BRASIL, 2020). As altas taxas registradas no Pará fizeram com que o governo local instaurasse, a partir de 06

de maio de 2020, o bloqueio social na Região Metropolitana de Belém e em outros 9 (nove) municípios como forma de controlar o avanço da pandemia na região. Neste sentido, o presente trabalho apresenta uma avaliação epidêmica e o efeito da intervenção por bloqueio social sobre o número de casos de COVID-19 no estado do Pará. Propondo-se as seguintes metas:

- Avaliar o comportamento epidemiológico dos casos e óbitos diários dos infectados registrados;
- Analisar através de simulações de modelos matemáticos o impacto do bloqueio social instituído sobre a incidência de novos casos de COVID-19;
- Estudar o comportamento da distribuição dos novos casos ocorridos após adoção do bloqueio social.

Provisoriamente defende-se que intervenções sociais como o *lockdown* com gestão técnica do tempo de incubação do novo coronavírus, associados a uma forte política de conscientização/informação e organização, para uma fiscalização ostensiva contribuem para a redução da taxa de isolamento social e colabora diretamente para a redução da taxa de transmissão e portanto, com efeitos sobre o número de casos e óbitos nas estatísticas.

Além desta introdução este artigo está estruturado em 4 seções. A segunda descreve a fonte de dados e o modelo de análise quantitativa usado para atingir os objetivos descritos nesta pesquisa. A terceira seção discute os resultados apresentados no artigo e o potencial explicativo do cenário de COVID-19 no estado do Pará destacando os elementos teóricos e de significância estatística adotados, e a última seção apresenta as considerações finais com destaque para os efeitos efetivos do bloqueio social decretado pelo Governo do Estado e como isso afetou o número de casos e óbitos e o próprio cenário da pandemia no Pará.

2. Materiais e Métodos

2.1. Área do estudo

O presente estudo epidemiológico foi realizado com o conjunto de dados do número de infectados diariamente e mortos por COVID-19 no estado do Pará, região norte do Brasil, segundo maior estado da Amazônia Legal Brasileira em área territorial (Figura 1). A região possui uma população estimada de 8 602.285 pessoas distribuídas em 144 municípios, em uma extensão de 1.245.870,798 km² de acordo com estimativas oficiais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas – IBGE (2020).

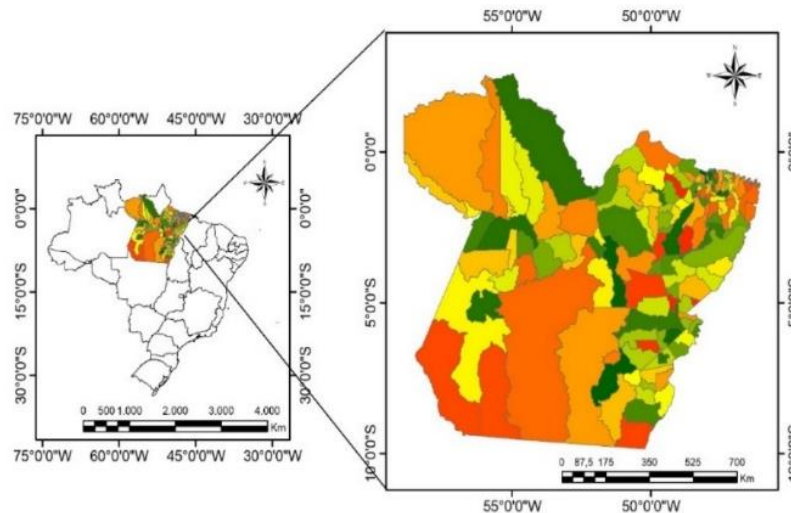


Figura 1. Estado do Pará, norte do Brasil região distribuída em 144 municípios.

As dimensões continentais do Estado do Pará também revelam dinâmicas de transmissão diferenciadas entre os municípios, e indicando como epicentro a Região Metropolitana - RM formada por Belém, a capital, seguida de outros 6 (seis) municípios entre os quais: Ananindeua, Marituba, Benevides, Santa Izabel do Pará, Santa Bárbara do Pará e Castanhal totalizando mais de 29% da população do Estado.

2.2 Fonte dos dados

Os dados de econômica utilizados, são de natureza pública e disponibilizados em portal oficial seguindo o formato aberto e liberados em extensões do tipo (CSV e XML), e constam no Sistema Eletrônico de Serviço de Informação ao Cidadão – (e-SIC).

O período de coleta dos dados de casos e mortes por COVID-19, compreendeu entre 18 de março de 2020 a 20 de maio de 2020, compreendendo 10 semanas epidemiológicas, sendo a 9ª e 10ª semana contidas em regime de lockdown. Os dados dos casos de COVID-19 registrados na região foram obtidos do site do Ministério da Saúde do Brasil (BRASIL, 2020) e Secretaria de Saúde do Estado do Pará (SESPA, 2020) (Figura 2).

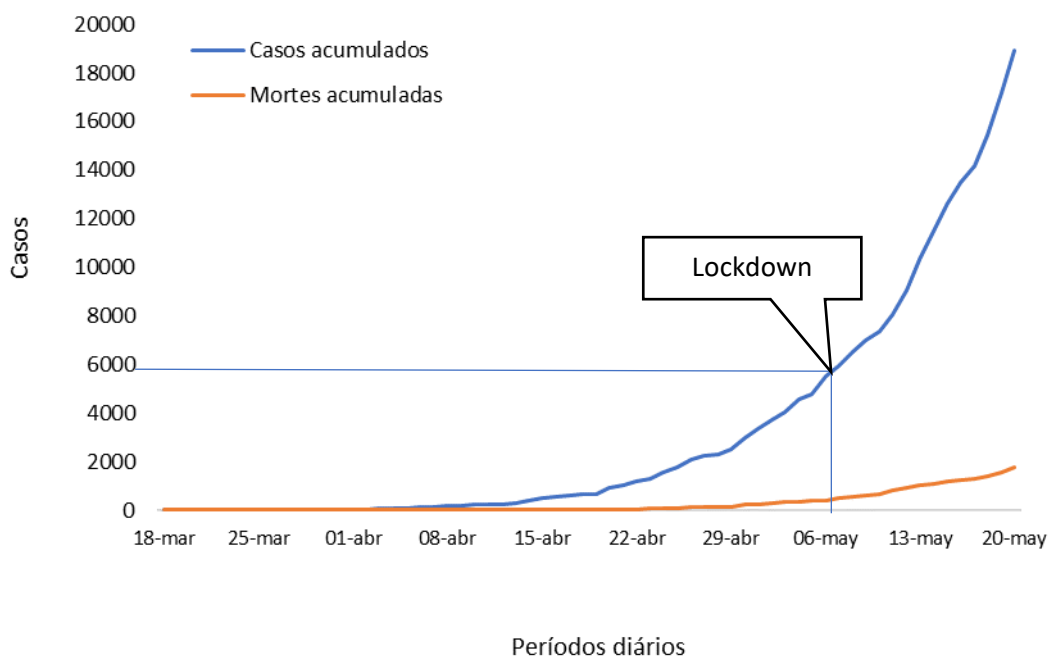


Figura. 2. Dinâmica do número de casos confirmados registro de óbitos acumulados na região do Pará entre 18/03/2020 – 20/05/2020.

2.3. Modelos ARIMA

A aplicação dos Modelos Auto Regressivos Integrados e Média Móveis - ARIMA é baseado em comportamentos e na dinâmica intrínseca dos próprios dados da série temporal. Para o fenômeno estudo de pandemia que é muito sensível ao comportamento social é necessário modelar estatisticamente parâmetros que tenham como característica fundamental captar tais sensibilidades.

Compreender de maneira antecipada a dinâmica de eventos associados ao avanço de doenças permite a tomada de decisão voltada ao controle e ao planejamento de diversos setores ligados à gestão hospitalar, partindo do gerenciamento do setor de saúde, seus processos, profissionais, equipamentos, de modo a garantir atendimento, diagnóstico e tratamento adequado a população envolvida.

O comportamento e evolução de dados de contaminação em plena pandemia requerem procedimentos que se ajustam ao modelo ARIMA por três condições básicas necessárias a natureza do método de análise: identificação preliminar; estimativa e verificação de diagnóstico.

Neste sentido, Earnest et al. (2005), enfatiza que modelos estatísticos são extremamente úteis para preverem prognósticos antecipados de surtos epidêmicos de doenças transmissíveis. Assim como permite compreender a dinâmica quanto a tendência de diversas doenças (CEYLAN, 2020) e prever surtos de infecções e gripes (SALTYTE; HOFLOSS, 2008).

Diversos modelos são utilizados, no entanto, o mais usual é a classe de modelos descrita por Box e Jenkins (1990), para estudo de séries temporais econômicas denominadas de Autorregressivo Integrado Média Móveis ARIMA (p, d, q) e suas variações.

A classe dos modelos ARIMA tem sido aplicada para avaliar projeções temporal de doenças infecciosas sobre populações (KANE et al., 2014; YI et al., 2007), por meio de análises de taxas de incidência, prevalência e mortalidade dos agentes infecciosos (SONG et al., 2016).

São modelos constantemente aplicados na área de saúde devido a capacidade de explicar o conjunto de dados epidemiológicos (CAO et al., 2020). Sendo aplicados na propagação de gripes (CHEN et al., 2020; HE; Tao, 2018) e outras infecções. Pois apresentam aceitável desempenho nas previsões (WANG et al., 2020). Seus resultados têm auxiliado gestores na tomada de decisões atecipadas voltadas ao controle de propagações de pandemias.

3. Resultados e Discussões

A nível de Estado, esse estudo se caracteriza como pioneiro sobre a análise da dinâmica de casos de COVID-19, na população do estado do Pará, com uso de modelos ARIMA. Inicialmente foi realizada uma análise do efeito da intervenção por bloqueio social instituída pelo governo do Pará, com início em 07/05/2020. As medidas de controle, como isolamento, quarentena e bloqueio social, visam principalmente achatar a curva de registro de casos (TOBIAS, 2020). Estudos tem relatado que adoção de bloqueios são eficientes para evitar sobrecarga no sistema de saúde com a evolução no número de casos (IBARRA-VEJA, 2020).

As medidas de lockdown no estado do Pará com efeitos mais direcionados para a Região Metropolitana de Belém – RMB iniciaram com certa defasagem temporal, deixando progredir a curva epidemiológica do novo coronavírus e a sua forte dinâmica de transmissão. O decreto inicia em seus 4 primeiros dias (07/05 a 10/05), ainda em caráter educativo/informativo e apenas nas duas semanas seguintes teve uma ação ostensiva, no entanto ainda desorganizada nos pontos de maior aglomeração das cidades.

Uma análise e acompanhamento da taxa de isolamento social dos paraenses neste período indicam em média um isolamento um pouco acima de 53%, acima dos períodos que antecederam as medidas de bloqueio social, no entanto, ainda insuficiente para a contenção objetiva da curva de contágio e propagação do novo coronavírus na região abrangida pelo lockdown (Secretaria de Estado de Segurança Pública e Defesa Social – SEGUP, 2020).

No entanto, no estado do Pará, os resultados do modelo prévio com utilização de variável Dummy para analisar o efeito do bloqueio social descrito na Tabela 1 e 2, sugerem que, após duas semanas da intervenção, não foi suficiente para provocar efeito positivo na redução do registro epidemiológico referente aos casos diários e mortes por COVID-19. Este fato reforça a ideia de baixa eficácia da política de controle de movimentação a curto prazo, visto a manutenção do padrão de tendência presente na série do tempo.

Tabela 1. Ajuste dos parâmetros e modelo linear com variável Dummy para analisar o efeito do bloqueio social sobre o avanço do COVID-19, Pará-Brasil.

ANOVA						
	<i>Gl</i>	<i>SQ</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>P value</i>	<i>R²</i>
Regressão	1	7842214.818	7842215	124.443	1.84358E-16	0.8170
Resíduo	62	3907143.12	63018.44			
Total	63	11749357.94				

	<i>Coefficientes</i>	<i>Erro padrão</i>	<i>Stat t</i>	<i>valor-P</i>	<i>95% inferiores</i>	<i>95% superiores</i>
Interseção	110.74	35.5017	3.1193	0.0028	39.7732	181.7068
Dummy	846.76	75.9058	11.1554	1.8436E-16	695.0265	998.4935

Tabela 2. Ajuste dos parâmetros e modelo linear com variável Dummy para analisar o efeito do bloqueio social sobre registro de mortes por COVID-19, Pará-Brasil.

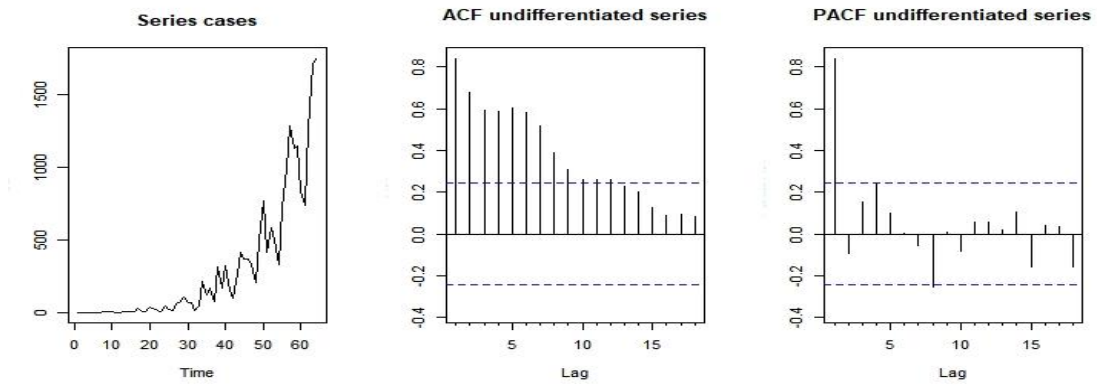
ANOVA						
	<i>Gl</i>	<i>SQ</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>P value</i>	<i>R²</i>
Regressão	1	86524.72	86524.720	130.735	6.54E-17	0.678
Resíduo	62	41033.71	661.834			
Total	63	127558.4				

	<i>Coefficientes</i>	<i>Erro padrão</i>	<i>Stat t</i>	<i>valor-P</i>	<i>95% inferiores</i>	<i>95% superiores</i>
Interseção	8.2	3.638	2.254	0.028	0.927	15.473
Dummy	88.94285714	7.779	11.434	6.54E-17	73.393	104.493

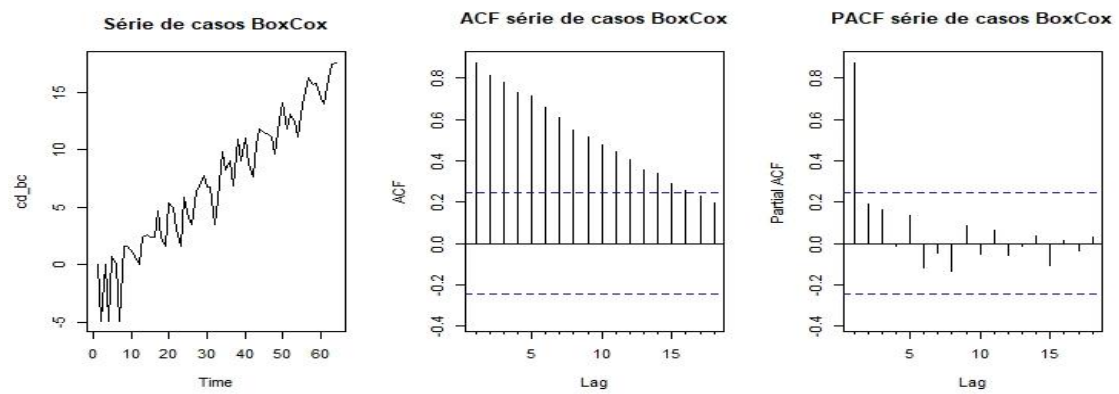
Neste sentido, realizou-se um estudo mais complexo da série de número de casos e mortes através de modelos ARIMA (p,d,q), para projetar a série no futuro e melhor analisar a dinâmica de novos casos e mortes na região. No ajuste do modelo ARIMA, para a série de dados referente ao número de casos e número de mortes registradas, a estacionariedade foi obtida através do número de diferenças requeridas através do método de raiz unitária, pacote “*nfitts*” do programa computacional R. O controle da tendência é importante, pois garante estimativas mais precisas do modelo ajustado (Elevli et al., 2016).

A transformação BoxCox foi realizada para suavizar a série e permitir avaliar a hipótese de variância constante, evitando possíveis influência de períodos sazonais nas previsões (Figuras 3B e 4B).

A)



B)



C)

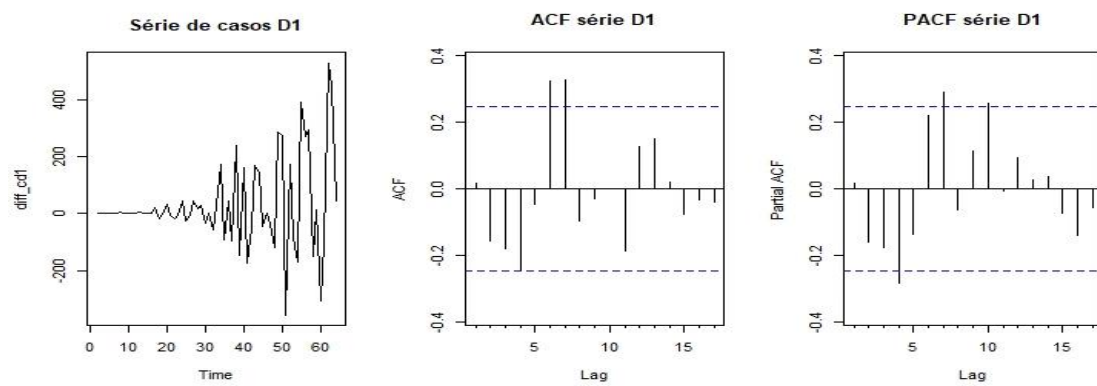


Figura 3. (A) Série original casos, **(B)** ajuste Box Cox e **(C)** uma diferença na série número diário de mortes por COVID-19, Pará.

A)

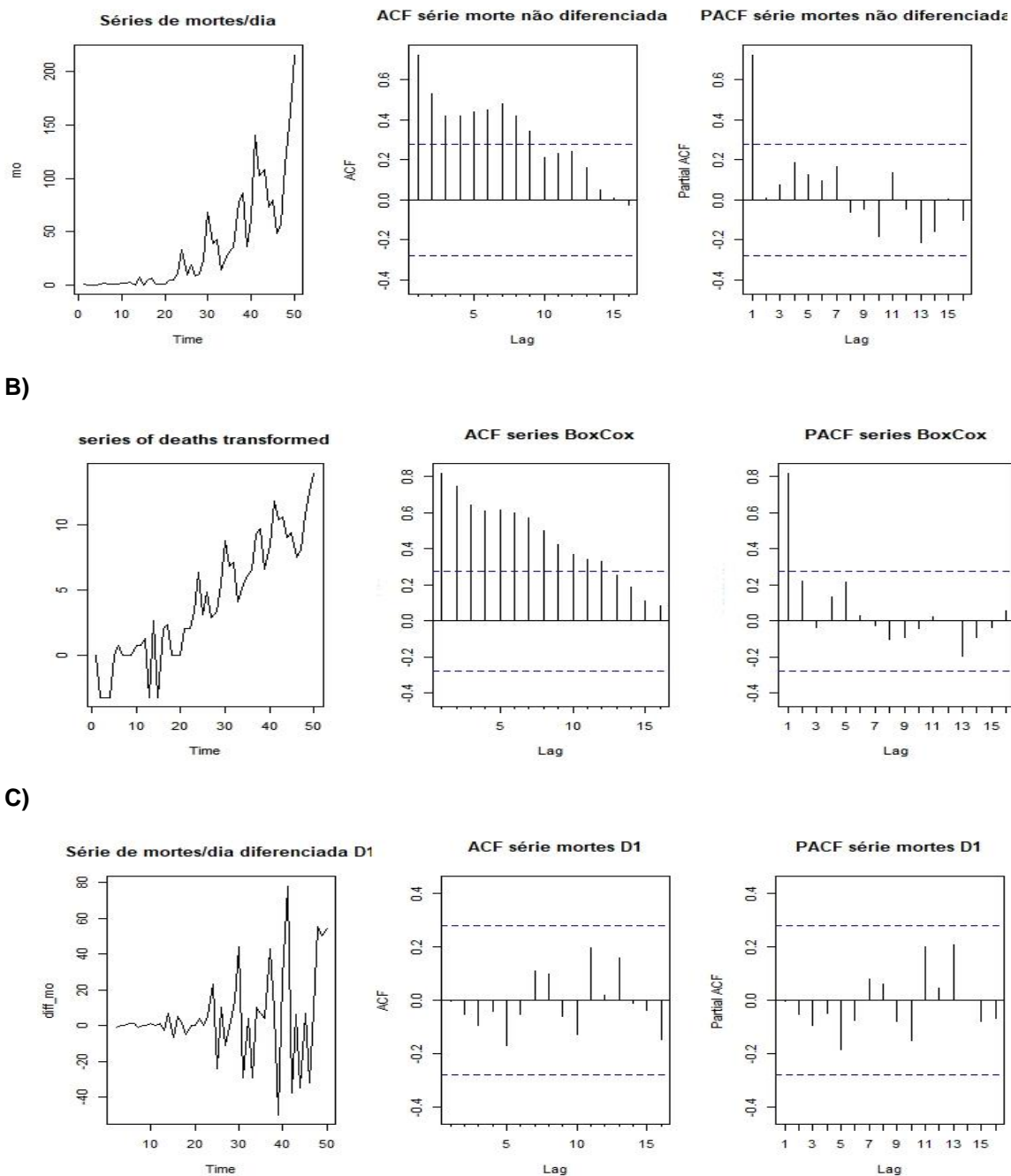


Fig. 4. (A) Série original mortes, **(B)** ajuste Box Cox e **(C)** uma diferença na série número diário de mortes por COVID-19, Pará.

Os diagramas de Função de Autocorrelação FAC e Função de Autocorrelação Parcial FACP foram utilizados para determinar os parâmetros do modelo ARIMA (p,d,q) a seres ajustados. Assim como, foram utilizados para avaliar os pressupostos de sazonalidade e estacionariedade. A análise da FAC e FACP, indicam que adoção de 1 diferenciação (d=1), foi suficiente para tornar a série estacionária, corroborando com o método de raiz unitária.

Os correlogramas FAC e FACP (Figuras 3A e 4A), mostram que, tanto a série representativa de número de casos e do número de mortes registrados diariamente de COVID-2019 não apresentam

comportamentos sazonais, sugerindo a suposição prévia de um modelo ARIMA (2,1,2) a ser ajustado em ambas as séries.

Avaliando os resíduos (Figuras 5A e B), sugere-se que o processo gerador de \hat{u}_t é um ruído branco, pois $u_t \sim N(0, \sigma_u^2)$ e são independentes, portanto, as observações se encontram aleatoriamente distribuídas em torno de zero. A FAC mostra apenas um pico significativo, porém não distante da origem, indicativo de não existência de autocorrelação dos resíduos.

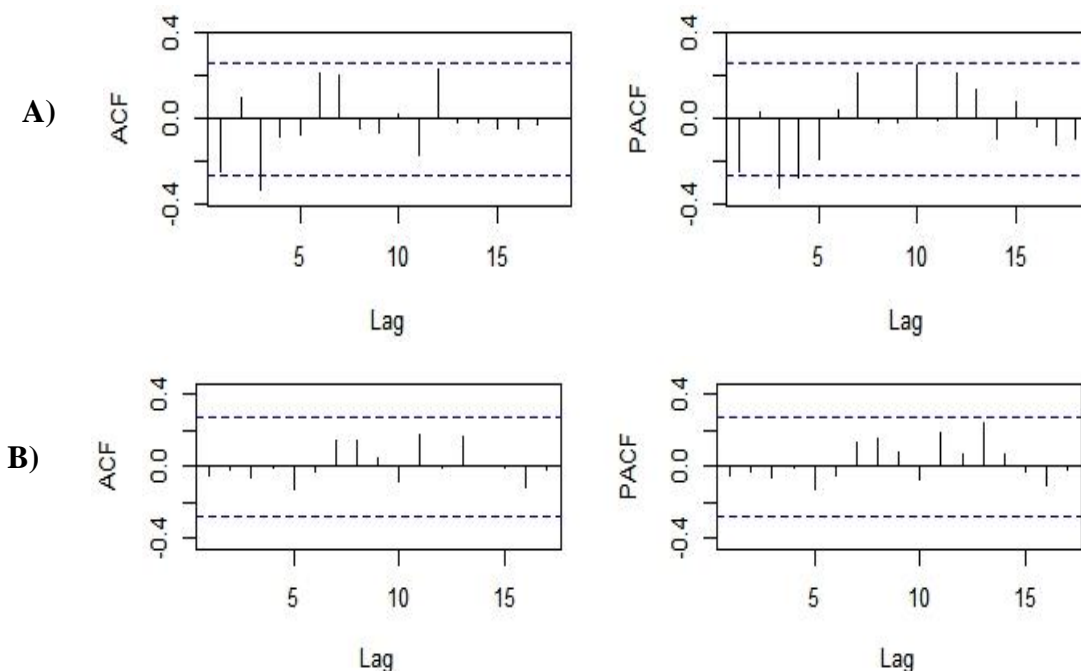


Figura 5. (A) Análise dos resíduos para constatar adequação do ARIMA (2, 1, 2) ajustado a série número de casos e **(B)** análise dos resíduos para constatar adequação do ARIMA (2, 1, 2) ajustado a série número de mortos por COVID-19, Pará-Brasil.

A Figura 5, apresenta os resultados do teste de resíduos para o grupo 17 lags, todos com correlação não significativa, sugerindo não autocorrelação residual. Logo, o modelo ajustado para analisar a dinâmica de novos casos e mortes por COVID-19 pode ser utilizado para fins de previsão e compreensão da dinâmica dos novos casos no futuro, desconsiderando o efeito não significativo do bloqueio social imposto.

A previsão de dados de número de casos e mortes com respectivos intervalos de confiança de 95% são relatados na Tabela 3 e 4.

Apesar das séries de casos e mortes apresentarem comportamento evolutivo de curto período, os resultados ajustados e estimados obtidos (Figuras 6 e 7), considerando o comportamento de novos casos diário da infecção e de mortes, demonstram que tanto a evolução de casos quanto a evolução das mortes apresentaram uma leve estabilização na tendência de registros. Sugere-se que o bloqueio social apenas atua de forma positiva a partir da segunda semana epidemiológicas pós adoção do regime. Isso deve-se ao fato pela própria dinâmica de contaminação, incubação e transmissão do vírus SARS-CoV-2.

Na realidade que se apresenta para o estado do Pará durante o período analisado, a demora na aplicação de medidas mais severas permitiu uma aceleração da taxa de transmissão do novo coronavírus e um retardo temporal das medidas (efeito ex post), que por sua vez dependem de um entendimento/esclarecimento de como funciona a vida social em períodos de lockdown.

Tabela 3. Análise dos parâmetros estimados ARIMA (2, 1, 2) para número de casos diários de COVID-19 e comportamento das previsões para 14 dias, equivalente a duas semanas epidemiológica pós bloqueio social, Pará-Brasil.

. Modelo	Parâmetros	Std. Error	z value	Pr(> z)	Coef.
AR1	1,3086	0,0782	16,7321	< 2,2e-16 ***	1.3086
AR2	-0,8312	0,1035	-8,0346	9,391e-16 ***	-0.8312
MA1	-1,6897	0,1111	-15,2062	< 2,2e-16 ***	-1.6897
MA2	0,9992	0,1171	8,5336	< 2,2e-16 ***	0.9992
Critérios		AIC	BIC	MAE	MAPE
		806,460	817,120	79,860	26,071
95% Intervalo de confiança					
Previsões	Limite inferior		Limite superior		
1592,054	1328,083		1856,026		
1393,987	1080,121		1707,853		
1267,754	943,153		1592,356		
1267,211	949,271		1495,15		
1371,428	1035,310		1707,546		
1508,257	1144,998		1871,516		
1600,677	1186,462		2014,893		
1607,880	1135,860		2079,900		
1540,481	1023,343		2057,619		
1446,298	902,302		1990,294		
1379,077	820,742		1937,411		
1369,401	801,358		1937,445		
1412,617	833,465		1991,769		
1477,211	881,069		2073,353		

Figura 6. Ajuste do modelo e comportamento de estimação ARIMA (2, 1, 2) ajustado a série número de casos de COVID-19, Pará-Brasil.

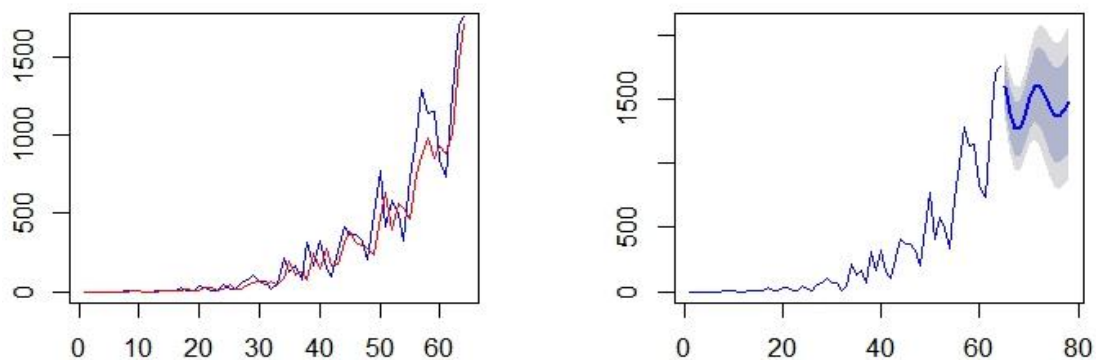
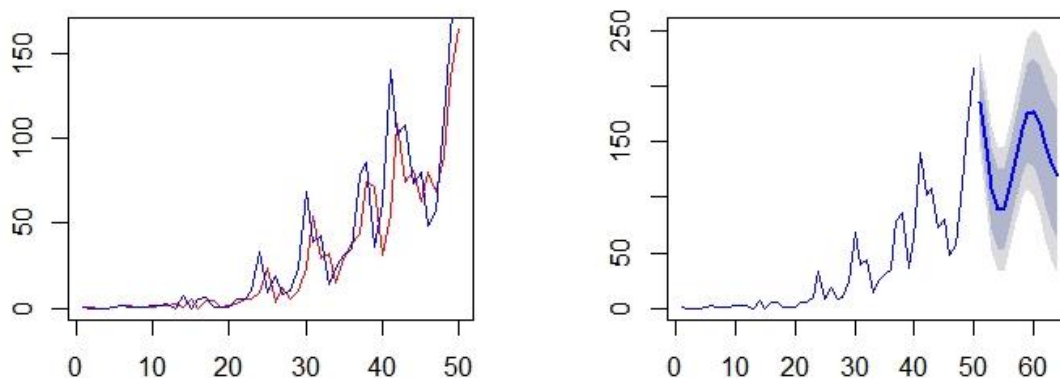


Tabela 4. Análise dos parâmetros estimados ARIMA (2, 1, 2) para número de mortes diariamente registradas por COVID-19 e comportamento das previsões para 14 dias, equivalente a duas semanas epidemiológica pós bloqueio social, Pará-Brasil.

Modelo	Parâmetro	Std. Error	z value	Pr(> z)	Coef.
AR1	1,5151	0,1009	15.0229	< 2.2e-16 ***	1.5151
AR2	-0,8533	0,1088	-7.8436	4.378e-15 ***	-0.8534
MA1	-1,8448	0,0901	-20.4792	< 2.2e-16 ***	-1.8448
MA2	0,9999	0,09168	10.9074	< 2.2e-16 ***	1.000
Critérios		AIC	BIC	MAE	MAPE
		453,190	462,650	12.631	20.794
95% Intervalo de confiança					
Previsões	Limite inferior		Limite superior		
185,591	141,815		229,366		
144,635	91,075		198,194		
108,534	52,613		164,456		
88,792	32,692		144,891		
89,688	33,644		145,731		
107,893	51,859		163,928		
134,712	77,705		191,718		
159,807	99,186		220,428		
174,941	107,825		242,057		
176,455	101,809		251,101		
165,832	84,780		246,885		
148,447	63,127		233,767		
131,172	43,518		218,826		
119,836	31,016		208,656		

Figura 7. Ajuste do modelo e comportamento de estimação ARIMA (2, 1, 2) ajustado a série número de número de mortos por COVID-19, Pará-Brasil.



Diante deste cenário, entendendo que a transmissão do vírus SARS-CoV-2 é variante e depende de diversos fatores, dentre eles ambientais, tem-se observado uma rápida disseminação do coronavírus na região norte do Brasil. Neste sentido, medidas para mitigar o cenário de contaminação têm sido tomadas para prevenir a disseminação e diminuir os efeitos da pandemia na sociedade. Na região metropolitana de Belém e nos municípios vizinhos, as medidas de prevenção evoluíram do isolamento social ao lockdown, motivadas pelo elevado número de registros de novos casos diários e mortes na região.

As ações mais efetivas do Estado quanto ao gerenciamento da crise sanitária no período analisado induziram medidas mais severas dos entes municipais, o que resultou numa decisão pactuada (conjunta), que evoluiu da suspensão das aulas presenciais até o fechamento de todas as atividades caracterizadas como não essenciais à manutenção/preservação da vida na RMB e adjacências.

Os bloqueios quando necessários em momentos epidêmicos são fundamentais para fortalecer sistemas de saúde à medida que reduzem a pressão exercida sobre o sistema e evitam sobrecarga. Pois é um regime eficiente no controle da disseminação do SARS-CoV-2 (PAITAL et al., 2020). Contudo, ao avaliar diferentes cenários envolvendo bloqueios, Ibarra-Veja (2020) sugere que uma política de mitigação da COVID-19 baseada em bloqueios deve ser bem definida e praticada, considerando algumas precauções como população, economia, transporte e sistema de saúde da região, pois estes fatores possuem efeito sobre os níveis de contato entre pessoas. Aduz ainda, que bloqueios em cidades pequenas podem ser altamente danosos.

As decisões do lockdown na RMB ocorreram em meio a grande pressão sobre a capacidade instalada da saúde, com o sistema colapsado em Unidades de Terapia Intensiva – UTIs e grande baixa de profissionais de saúde, os indicadores de alerta da saúde pública estavam muito críticos. As compras de 200 respiradores da China em regime de urgência também não se concretizaram porque os aparelhos que foram vendidos não atendiam a demanda clínica, eram produtos apenas utilizados para aulas em laboratório de medicina (G1, LIBERAL, 2020).

As medidas de elevado controle como o distanciamento social e o próprio lockdown foram adotados por outros países antes do colapso de seus sistemas de saúde, condição em que não existe leitos disponíveis de média e alta complexidade assim como o número de casos chega numa proporção muito elevada frente a capacidade instalada de equipamento e serviços disponíveis e de uma resposta adequada as demandas da população.

No estado do Pará, e em especial, na RMB a aceleração de casos de COVID-19 de média a alta complexidade colapsaram o sistema de saúde pública, elevando os óbitos pela insuficiência de leitos e respiradores, elevando os atendimentos para um média de mais de 30 mil pacientes com sintomas compatíveis com o novo coronavírus (UOL, 2020).

A expansão dos casos da doença e óbitos também colapsou os atendimentos de recolhimento de corpos, inúmeras mortes de pessoas em casa em função da ausência no atendimento na rede pública e privada. A medida do lockdown objetivava aliviar temporariamente a pressão sobre a rede pública, e buscar melhoria para a gestão da crise sanitária.

No entanto, diversos trabalhos tem confirmado que os bloqueios, devido agir sobre a mobilidade humana, tem reduzido consideravelmente problemas ambientais vinculados a poluição do ar (BAO; ZHANG, 2020; BAO;ZHANG, 2020; NAKATA; URBAN, 2020), que de certa forma tem contribuído com a saúde pública e o meio ambiente à medida que vem sendo reduzido a sobrecarga de poluições, tornando o ambiente mais saudável.

No Pará, o Bloqueio teve um período de duração de 17 dias. No entanto, vale ressaltar que período mais amplo de bloqueio social e expansão da medida restritiva a outras regiões municipais, associado a conscientização da população quanto aglomerações, uso de máscaras e respeitos as

regras impostas pelo isolamento, são fundamentais como estratégia de controle do processo expansivo da pandemia na região. Por outro lado, o não respeito de tais medidas podem, em poucas semanas, reativar o processo de disseminação da infecção viral por SARS-CoV-2.

A capital Belém foi uma das primeiras cidades no Brasil a instituir por meio do Decreto Nº9617/2020, publicado em 24 de abril do corrente, o uso obrigatório de máscaras no município, no momento em que a curva epidemiológica de transmissão do novo coronavírus apresentava uma curva de crescimento exponencial e os indicadores de gestão da saúde municipal já indicavam percentuais próximo de colapso (REDE PARÁ, 2020)

A identificação, acompanhamento e monitoramento de grupos de riscos, como política de contingenciamento de mortes na região são extremamente importantes. Assim como, medidas de ampliação de unidades de atendimento por meio de hospitais de campanha instalados em diversas regiões, de certa forma tem favorecido, sistematicamente, o controle evolutivo da pandemia nas regiões metropolitanas e regiões interiores do Estado.

Para maior efetividade nas ações, o Governo estadual iniciou medias de atendimento ostensivo e adicionou novos hospitais de portas abertas, adaptando estruturas já existentes para o atendimento exclusivo de pacientes de COVID-19, tais medidas ampliaram o efetivo de leitos e descentralizaram os serviços e atendimentos dos casos do novo coronavírus. Estes hospitais ficaram mais próximos dos limites de municipais e atenderam com maior rapidez a demanda da RMB (AGENCIA PARÁ, 2020).

Ressalta-se que a OMS, devido a disseminação geográfica do vírus SARS-CoV-2 e registro de casos de infectados pelo mundo, classificou a COVID-19 como pandemia em 11 de março de 2020. Desde então, orientou os países a tomarem atitudes preventivas enérgicas de controle à disseminação do vírus e chamando atenção para perspectiva de aumento de casos e mortes pelo mundo. Apesar das declarações da OMS, diversas regiões pelo Brasil demoraram em compreender a gravidade do problema. Pois apesar do tempo hábil que tiveram para planejamento e adoção de políticas de combate a pandemia pouco fizeram, e quando fizeram foi de forma tardia.

A resposta nacional para enfrentamento da pandemia tiveram grande retardamento em medidas, inumeros fatores colaboraram pra isso, dentre eles: a mudança de postura do governo federal quanto a crise sanitaria; a demora em reconhecer a dimensão do problema como um risco eminente a saúde pública país; o direcionamento e gestão conflituosa na condução da Política Nacional do Ministerio da Saude - MS e a alocação de recursos para um enfrentamento efetivo e estratégico.

No Estado do Pará, o primeiro caso notificado de COVID-19 ocorreu em 18 de março de 2020, porém o bloqueio social só foi instituído pelo Governo apenas no dia 07 de maio de 2020, ou seja, após um mês e três semanas. Segundo Alvares, Argente e Lippi (2020) o bloqueio severo da população deve-se iniciar a partir da segunda semana, após identificação dos primeiros casos, e após um mês de bloqueio social é ideal que se retire gradualmente o bloqueio, mantendo em isolamento 60% da população por um mês e após 3 meses 20% da população. Deste modo, pode-se inferir que a política de bloqueio social, no controle da pandemia na região, apesar de mostrar-se eficiente, na região foi aplicada tardiamente.

A demora em decretar estado de calamidade pública pelo Governo estadual travou a possibilidade de agir no momento inicial da pandemia, por meio da alocação de recursos para um enfrentamento mais estratégico, tendo em vista que muitos Estados da Federação se anteciparam na compra de equipamentos e medicamentos tentando assegurar suas demandas futuras. A demora nas medidas locais, também podem ser atribuídas a uma ausência de direcionamento da política nacional do MS e uma minimização dos efeitos da crise sanitária no Brasil.

Por fim, nossos resultados visam apoiar a tomada de decisão de gestores e comitês de crise e enfrentamento da pandemia no Estado, atuando como indicadores de curto prazo. Chamando atenção que evoluções mais acentuadas nesse indicador, só podem ser visualizadas a médio e longo prazo, caso as políticas de controle, registros e acompanhamento da crise pandêmica sendo constantemente monitorada e avaliada. Pois, a dinâmica de infecções é bastante favorecida por doentes assintomáticos, negligência da população quanto aos riscos existentes e decisões tardias de controle por parte de gestores públicos.

4. Conclusões

Os resultados sugerem que a classe de modelos ARIMA pode ser usado para compreender a dinâmica de casos futuro de infectados e mortes. Apesar do número de casos diários não estabilizar na primeira semana epidemiológica, a partir da implantação de bloqueio social na região, resultados para segunda semana epidêmica, indicam uma estabilização na tendência de novos casos e mortes por COVID-19, porém não a redução de casos.

A não redução do número de casos estaria associada a outros fatores considerados mais estratégicos na condução do lockdown, entre eles podemos destacar: ausência de uma ação integrada no controle de pontos de aglomeração como as feiras livres nos municípios; fechamento de vias de maior movimentação e redirecionamento de trânsito e fluxo de pessoas; estabelecimento de horários diferenciados para compras de alimentos por faixa etária; maior fiscalização nos supermercados que não atenderam limites de pessoas dentro dos espaços de compras.

O controle social por meio de lockdown também foi limitado porque os municípios da RMB apresentam elevado índice de informalidade, taxas acima de 58% por cento, o que significa que medidas de isolamento numa realidade de elevada necessidade de ganhos monetários diários não permite planejamento financeiro para grupos de elevada vulnerabilidade socioeconômica.

Outro agravamento da baixa adesão ao isolamento, e por consequente ineficácia na redução do número de casos e óbitos pelo bloqueio social, estaria associada a falha na política nacional de transferência de renda (auxílio de 600 reais). O excesso de burocracia e as falhas na efetivação de recebimento na ponta, aliada a uma estratégia de inclusão de registro pela internet teria prejudicado a adesão e cadastro numa realidade de acessibilidade incompatível com outros centros urbanos.

Localmente a política de apoio a pequenos empreendedores por meio da criação do “Fundo Esperança” teve algum efeito de marketing, no entanto, ainda não medida a sua eficácia, mais insuficiente para atender o grupo da informalidade, que só na capital do Estado somam mais de 230

mil pessoas. A demora no planejamento das medidas de contenção da pandemia, revelam muitos despreparos Técnicos da Gestão Pública e acentuam as disparidades sociais.

A crise sanitária ainda apresenta tendência de continuidade tendo em vista que a prevalência ainda é baixa na população do Estado, longe de uma imunização coletiva e sem previsão de uma vacina, o Governo precisa melhorar o controle social e a Gestão da pandemia no Estado. A busca integrada e convergente de soluções com a iniciativa privada por meio da ampliação de testes e compra de insumos médicos mais centralizada.

As medidas de controle devem ser melhor esclarecidas socialmente e os afrouxamentos para as atividades econômicas crucialmente decididos por fatores e indicadores técnicos, ainda não observáveis nesta gestão, entre os quais: -disponibilidade de leitos de média e alta complexidades acima de 40%; - queda de pelo menos 2 (duas) semanas consecutivas do número de casos e óbitos; taxa de transmissão igual ou menor que 1,5.

Como forma mais eficaz de observar a queda no registro de casos de infecção por COVID-19 na região, sugere-se um maior período de bloqueio, associado a maior adesão e compreensão por parte da população, entendendo que tais medidas são essenciais como controle da pandemia. Vale ressaltar que uma política de desbloqueio gradual e bem definida, associada a monitoramento da população e de registros de novos casos para contenção imediata podem evitar avanço da infecção por SARS-CoV-2 e mortes devido a COVID-19.

Crédito aos autores

Félix Lélis da Silva: Validação, Análise estatística, Investigação e Redação - Escrita original

Maryjane D. A. Gomes: Validação, Investigação e Redação – Revisão e Edição.

Andréa P. Lélis da Silva: Contextualização, Investigação e Redação – Revisão e Edição.

Gabriel Lélis P da Silva: Coleta de Dados, Revisão e Edição.

Heriberto Wagner Amanajás Pena: Análise de Cenários, Pesquisa e Redação.

Declaração de Conflitos de Interesse

Os autores declaram não existir conflitos de interesse

Agradecimentos

Este estudo foi elaborado com apoio do Grupo de Pesquisa em Gestão, Modelagem e Experimentação de Biosistemas – GEMAbio. Oferecemos este artigo a quem com todo o amor e profissionalismo dedicou a sua vida a ensinar, a incentivar, a impulsionar pessoas a transformarem sua realidade por meio da educação de qualidade e de alto nível. Um eterno Professor que deixou uma herança para a academia e a ciência, e para nós deixou algo que não tem prazo de validade, o conhecimento. Nosso afável agradecimento, a este magnífico pesquisador e amigo Prof. Dr. Mário Miguel Amin Garcia Herreros. In memoriam

Referências

- AGÊNCIA PARÁ. **Hospital Abelardo Santos terá portas abertas.** Disponível em: <http://www.saude.pa.gov.br/2020/04/29/hospital-abelardo-santos-tera-portas-abertas-a-partir-da-quinta-feira-30/>. Acesso em: 8 jun. 2020.
- ALVAREZ, F.; ARGENTE, D.; LIPPI, F. (2020). Um problema de planejamento simples para o bloqueio do COVID-19. *NATIONAL BUREAU OF ECONOMIC RESEARCH*. 2020. DOI: 10.3386/w26981.
- BAO, R.; ZHANG, A. Does lockdown reduce air pollution? Evidence from 44 cities in northern China. *Science of the Total Environment*. v. 731. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139052>.
- BOX, G. P.; JENKINS, G. M. *Time series analysis, forecasting and control*. San Francisco: Holden-Day. 1990. p. 500.
- CAO, L. T.; LIU, H. H.; LI, J.; YIN, X. D.; DUAN, Y.; WANG, J. Relationship of meteorological factors and human brucellosis in Hebei province, China. *Sci. Total Environ*. v. 703, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.135491>.
- CEYLAN, Z. 2020, Estimation of COVID-19 prevalence in Italy, Spain, and France. *Science of the Total Environment*. v. 729. DOI: [10.1016/j.scitotenv.2020.138817](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138817).
- CHEN, Y.; LENG, K.; LU, Y.; WEN, L.; QI, Y.; GAO, W.; CHEN, H.; BAI, L.; AN, X.; SUN, B.; WANG, P.; DONG, J.; Epidemiological features and time-series analysis of influenza incidence in urban and rural areas of Shenyang, China, 2010-2018. *Epidemiol. Infect.* 148, e. 29. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0950268820000151>.
- CHINAZZI, M.; DAVIS, J. T.; AJELLI, M.; GIOANNINI, C.; LITVINOVA, M.; MERLER, S.; PIONTTI, A. P.; MU, K.; ROSSI, L.; SUN, K.; VIBOUD, C.; XIONG, X.; YU, H.; HALLORAN, E.; LONGINI JÚNIOR, M.; VESPIGNANI, A. The effect of travel restrictions on the spread of the 2019 novel coronavirus (COVID-19) outbreak. *Science*, v. 368, p. 394-400. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.aba9757>.

EARNEST A, CHEN, M. I.; NG, D.; SIN, L. Y. Using autoregressive integrated moving average (ARIMA) models to predict and monitor the number of beds occupied during a SARS outbreak in a tertiary hospital in Singapore. *Bmc Health Serv Res*, v. 5, n. 1. 2005. DOI: [10.1186 / 1472-6963-5-36](https://doi.org/10.1186/1472-6963-5-36).

ELEVLI, S.; UZGÖREN, N.; BINGÖL, D.; ELEVLI, B. Drinking water quality control: control charts for turbidity and pH. *Journal of Water, Sanitation and Hygiene for Development*. v. 6, n. 4, p. 511-518. 2016. DOI: <https://doi.org/10.2166/washdev.2016.016>

G1 LIBERAL. **Justiça bloqueia R\$ 25,2 milhões de empresa que forneceu ao PA respiradores que não servem para Covid-19.** Disponível em: <https://g1.globo.com/pa/para/noticia/2020/05/10/justica-bloqueia-r252-milhoes-de-empresa-que-forneceu-ao-pa-respiradores-que-nao-servem-para-covid-19.ghtml>. Acesso em: 8 jun. 2020.

HE, Z.; TAO, H. International Journal of Infectious Diseases Epidemiology and ARIMA model of positive-rate of influenza viruses among children in Wuhan, China: a nine-year retrospective study. *Int. J. Infect. Dis.* v. 74, p. 61–70. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2018.07.003>.

HUANG, C.; WANG, Y.; LI, X.; REN, L.; ZHAO, J.; HU, Y.; ZHANG, L.; FAN, G.; XU, J.; GU, X.; CHENG, Z.; YU, T.; XIA, JIAAN.; WEI, YUAN.; WU, W.; XIE, X.; YIN, W.; LI, H.; LIU, M.; XIAO, Y.; GAO, H.; GUO, L.; XIE, J.; WANG, G.; JIANG, R.; GAO, Z.; JIN, Q.; WANG J.; CAO, B. Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China. *Lancet*. v. 395, p. 497–506. 2020. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30183-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30183-5).

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua - PNAD Contínua.** Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/trabalho/9173-pesquisa-nacional-por-amostra-de-domicilios-continua-trimestral.html?t=resultados>. Acesso em: 30 mai. 2020.

IBARRA-VEJA D. Lockdown, one, two, none, or smart. Modeling containing covid-19 infection. A conceptual model. *Science of the Total Environment*. v. 730. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138917>

JIN, Y. H.; CAI, L.; CHENG, Z. S.; CHENG, H.; et al., Zhongnan Hospital of Wuhan University Novel Coronavirus Management and Research Team, Evidence-Based Medicine Chapter of China International Exchange and Promotive Association for Medical and Health Care (CPAM), 2020. A rapid advice guideline for the diagnosis and treatment of 2019 novel coronavirus (2019-nCoV) infected pneumonia (standard version). *Mil. Med. Res.* v. 7, n. 4. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40779-020-0233-6>.

KANE, M. J.; PRICE, N.; SCOTCH, M.; RABINOWITZ, P. Comparison of ARIMA and random forest time series models for prediction of avian influenza H5N1 outbreaks. *BMC Bioinformatics*. v. 15, n. 276. 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1186/1471-2105-15-276>

NAKATA, L. Y. K.; URBAN, R. C. COVID-19 pandemic: Impacts on the air quality during the partial lockdown in São Paulo state, Brazil. *Science of the Total Environment*, v.730, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139087>

NOTÍCIAS UOL. **Coronavírus lota hospitais e gera colapso funerário em Belém**. Disponível em: <https://noticias.uol.com.br/ultimas-noticias/deutschewelle/2020/04/29/covid-19-lota-hospitais-e-gera-colapso-funerario-em-belem.htm>. Acesso em: 8 jun. 2020.

OMS. *Coronavirus disease (COVID-19) - Situation Report – 123*. https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200522-covid-19-sitrep-123.pdf?sfvrsn=5ad1bc3_4&ua=1

OPAS Brazil. *Número de casos de COVID-19*. Disponível em: https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=6101:covid19&Itemid=875#datas-notificacoes. Acessado em 23/05/2020.

PAITAL, B.; DAS, K.; PARIDA, S. K. Inter nation social lockdown versus medical care against COVID-19, a mild environmental insight with special reference to India. *Science of the Total Environment*. v. 728, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138914>

REDE PARÁ. **Belém adota a obrigatoriedade do uso de máscaras**. Disponível em: <https://redepara.com.br/Noticia/212354/belem-adota-a-obrigatoriedade-do-uso-de-mascaras>. Acesso em: 8 jun. 2020.

SALTYTE, B. J.; HOFLOSS, D. Modelling and prediction of weekly incidence of influenza A specimens in England and Wales. *Epidemiology and Infection*. v. 136, n. 12, p.1658–1566. 2008. DOI: [10.1017/S0950268808000307](https://doi.org/10.1017/S0950268808000307).

SECRETARIA DE ESTADO DE SEGURANÇA PÚBLICA E DEFESA SOCIAL. **Índice de isolamento social Covid-19**. Disponível em: <http://www.segup.pa.gov.br/>. Acesso em: 8 jun. 2020.

SONG, X.; XIAO, J.; DENG, J.; KANG, Q.; ZHANG, Y.; XU, J. Time series analysis of influenza incidence in Chinese provinces from 2004 to 2011. *Medicine (Baltimore)*, v. 95. 2016. DOI: [http://10.1097/MD.0000000000003929](https://doi.org/10.1097/MD.0000000000003929)

TIAN, H.; LIU, Y.; LI, Y.; WU, C. H.; CHEN, B.; KRAEMER, M. UG.; LI, BINGYING.; CAI, J.; XU, B.; YANG, Q.; WANG, B.; YANG, P.; CUI. Y.; SONG, Y.; ZHENG. P.; WANG, Q.; BJORNSTAD, O. N.; YANG, R.; GRENFELL, B. T.; PYBUS, O. G.; DYE, C. An investigation of transmission control measures during the first 50 days of the COVID-19 epidemic in China. *Science*, v. 368, p. 638-642. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.abb6105>.

YI, J.; DU, C. T.; WANG, R. H.; LIU, L. Applications of multiple seasonal autoregressive integrated moving average (ARIMA) model on predictive incidence of tuberculosis. *Chinese Journal of Preventive Medicine*. v. 41, p. 118-121. 2007.