

ARTIGO ORIGINAL

# Letalidade e mortalidade da COVID-19 em importante pólo industrial da América Latina, região do Grande ABC, São Paulo

## *Lethality and mortality of covid-19 in an important industrial center in latin america, region of Grande ABC, São Paulo, Brazil*

Lybio Martire Junior<sup>a</sup>, Tassiane Cristina Morais<sup>a,b</sup>, Jorge de Oliveira Eichenberg<sup>a</sup>, Julio Eduardo Gomes Pereira<sup>c</sup>, Matheus Paiva Emidio Cavalcanti<sup>a</sup>, Gabrielle do Amaral Virginio Pereira<sup>a</sup>, Henrique Moraes Ramos da Silva<sup>a</sup>, Lucas Cauê Jacintho<sup>d</sup>, Luiz Carlos de Abreu<sup>a,b,e</sup>

 Open access

<sup>a</sup>Laboratório de Delineamento em Estudos e Escrita Científica, Centro Universitário FMABC, 09060-870 Santo André, São Paulo, Brazil;

<sup>b</sup>Departamento de Educação Integrada em Saúde, Universidade Federal do Espírito Santo, 29075-910 Vitória, Espírito Santo, Brazil;

<sup>c</sup>Laboratório Multidisciplinar de estudos e Escrita Científica das Ciências da Saúde—LAMEECCS, UFAC, Acre, Brasil;

<sup>d</sup>Divisão de Imunologia e Alergia Clínica, Departamento de Medicina, Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, 01246903 São Paulo, São Paulo, Brazil;

<sup>e</sup>Master of Public Health Program, School of Medicine, University of Limerick, V94 T9PX, Limerick, Ireland.

**Autor correspondente**  
lybiojunior@gmail.com

Manuscrito recebido: maio 2021  
Manuscrito aceito: agosto 2021  
Versão online: novembro 2021

### Resumo

**Introdução:** a doença do novo coronavírus (COVID-19) vem ocasionando impactos econômicos e nos sistemas de saúde mundiais, desencadeando crises humanitárias em regiões vulneráveis, marcadas por elevadas taxas de mortalidade da doença. O Brasil vem sofrendo por um aumento no número de casos, característicos da formação de uma segunda onda, com grandes diferenças epidemiológicas observadas nas mais diversas regiões do país. Muitos estudos ilustram o comportamento da COVID-19 no estado de São Paulo, mas há lacunas na literatura científica sobre a epidemiologia da COVID-19 em municípios da região metropolitana de São Paulo que constituem importante polo industrial da América Latina, como por exemplo a região do Grande ABC.

**Objetivo:** avaliar as tendências de mortalidade e letalidade da COVID-19 durante o período de março de 2020 a julho de 2021, em municípios do Grande ABC, região metropolitana de São Paulo, Brasil, dividindo em dois períodos (março a novembro de 2020 a dezembro a julho de 2021).

**Método:** foi realizado um estudo ecológico de series temporais com dados populacionais oriundo do Ministério da Saúde do Brasil. Foram coletados o número de casos e óbitos confirmados para COVID-19 nos municípios que compõe a região do Grande ABC (Diadema, Mauá, Rio Grande da Serra, Ribeirão Pires, Santo André, São Bernardo do Campo e São Caetano do Sul) no período de março de 2020 a julho de 2021. Foi realizado a regressão linear de Prais-Winsten, e calculado o percentual de mudança diária. Foram consideradas diferenças significativas, quando  $p < 0,05$ .

**Resultados:** na região do Grande ABC, no período analisado, foram registrados 217.264 casos e 10.004 óbitos de COVID-19. Apesar da taxa de mortalidade ter se mantido estacionária durante a primeira onda (março a novembro de 2020) e a segunda onda (dezembro de 2020 a julho de 2021); a letalidade transitou de decrescente durante a primeira onda para crescente durante a segunda onda, com índices variando segundo o município.

**Conclusão:** as análises de tendência nas taxas de incidência, mortalidade e letalidade auxiliam na compreensão do comportamento da Pandemia da COVID-19 na região conhecida como Grande ABC. Esforços devem ser mantidos em toda à região para o controle da Pandemia.

**Palavras-chave:** COVID-19, letalidade, mortalidade, tendência.

**Suggested citation:** Martire Junior L, Morais TC, Eichenberg JO, Pereira JEG, Cavalcanti MPE, Pereira GAV, Silva HMR, Jacintho LC, Abreu LC. Lethality and mortality of COVID-19 in an important industrial center in Latin America, region of Grande ABC, São Paulow. *J Hum Growth Dev.* 2021; 31(3):436-446. DOI: 10.36311/jhgd.v31.12612

## Síntese dos autores

### Por que este estudo foi feito?

Este estudo foi realizado devido a necessidade de estudos epidemiológicos acerca da pandemia COVID-19, especialmente em uma importante região metropolitana de São Paulo, o grande ABC. Assim, é extremamente importante identificar os parâmetros epidemiológicos da primeira e segunda onda para um melhor planejamento da pandemia e diminuição da mortalidade.

### O que os pesquisadores fizeram e encontraram?

Esse estudo teve como objetivo avaliar as tendências de mortalidade e letalidade da COVID-19 durante o período de março de 2020 a julho de 2021, em municípios do Grande ABC, região metropolitana de São Paulo, Brasil. Assim como objetivo de identificar e dividir em dois períodos (1ª Onda e 2ª Onda). Com isso, foi encontrado que não houve decréscimo na mortalidade e letalidade da COVID-19 na Região do Grande ABC, mesmo após um ano de Pandemia, observando uma tendência da mortalidade estacionária na primeira onda e segunda onda, enquanto a letalidade foi decrescente na primeira e crescente durante a segunda onda.

### O que essas descobertas significam?

A partir dos dados analisados destaca-se o início de uma segunda onda confrontada pelos habitantes da região do grande ABC, elucidando a necessidade de investimentos na campanha vacinal assim como sua distribuição, além de insumos para o próprio sistema de saúde que está sobrecarregado por conta da pandemia. Esse trabalho também evidencia a necessidade de análises de dados epidemiológicos com atualizações e monitoramento frequentes da COVID-19 em todo o país.

## INTRODUÇÃO

A doença do coronavírus (2019) (COVID-19) é um urgente Problema de Saúde Pública, que mesmo após a Organização Mundial de Saúde ter declarado, em 11 de março de 2020, a doença como Pandemia e ter instigado esforços globais para conter a disseminação do vírus SARS-CoV-2<sup>1</sup>, seus impactos ainda estão afetando diretamente as estruturas políticas, sociais e econômicas dos países<sup>2</sup>.

A COVID-19 trouxe à luz um cenário de um mundo que é acometido por muitas crises e carente de mudanças efetivas. Sua chegada na América Latina evidenciou uma região que apresentava debilidades nos setores públicos (como saúde, ciência e educação), além de escassos investimentos em Políticas Públicas, significativa austeridade fiscal, frágeis laços entre as Instituições oficiais regionais, debilidades nos instrumentos dos sistemas de governo nacional e regional, que já sofriam impactos oriundos de fragilidades nos mecanismos de governança global<sup>3</sup>. Além do mais, a instabilidade política, a corrupção, agitação social, a fragilidade nos sistemas de saúde e desigualdades socioeconômicas contribuíram para que a Pandemia COVID-19, que se iniciou como uma crise de saúde, seja agora, para os países latino-americanos, uma crise humanitária, marcada por uma das taxas de mortalidade mais elevadas do mundo<sup>4</sup>.

Aproximadamente 130 milhões de casos de COVID-19 foram registrados no mundo até início de abril de 2021, sendo a maioria dos casos concentrados nas Américas, com evidência para os países da América Latina, em especial, o Brasil que lidera o rank em número de casos da região<sup>5</sup>. No referido período, o Ministério da Saúde do país, registrou cerca de 13 milhões de casos da doença; sendo a região sudeste, principalmente, o estado de São Paulo o local mais afetado<sup>6</sup>.

Destaca-se que o Brasil vem enfrentando a maior crise hospitalar e sanitária de sua história, com recordes sombrios de mortes diárias que refletiram o descontrole da pandemia no país. Entre os 26 estados e o Distrito Federal, 20 regiões estavam com alta nas taxas de letalidade e mortalidade, o que fez com o país apresentasse grandes percentuais de mortes mundiais pela doença<sup>7</sup>.

A região continua batendo recordes por motivos errados, enquanto passou pelo episódio mais mortal enfrentado desde o início da pandemia, devido a

disseminação de novas variantes<sup>8,9</sup>. A disseminação de novas variantes do SARS-CoV-2 decorrentes de mutações genéticas pode ser responsável pelo aumento do número de casos e o surgimento de novas ondas da doença<sup>10</sup>. Fato preocupante, dado que essa segunda onda foi ainda mais letal, pelo fato de a população brasileira já estar cansada do vírus e desprovida, em sua maioria, de medidas mínimas de educação e saúde<sup>7</sup>.

Apesar dos esforços e avanços para minimizar possíveis impactos da pandemia, pouco se sabe sobre os padrões espaço-temporais da COVID-19, especialmente, em espaços urbanos de regiões muito afetadas, como a região metropolitana de São Paulo<sup>11</sup>.

Destaca-se que muitos estudos avaliam padrões epidemiológicos do município de São Paulo, ou do estado, entretanto, existem lacunas de informações sobre a epidemiologia da COVID-19 em importantes regiões metropolitanas, como por exemplo a região conhecida como o Grande ABC.

A região do Grande ABC, é localizada no estado de São Paulo, e é uma região amplamente conhecida devido à sua importância socioeconômica, devido a seu parque industrial que constitui a maior aglomeração industrial da América Latina, com enfoque principal no setor automotivo, além de potencial petroquímico, com ramificações a montante (a Refinaria de Capuava) e a jusante (os segmentos químico, plástico e alguns outros)<sup>12</sup>.

Assim, observa-se a emergente necessidade de estudos regionais que abordem a epidemiologia da COVID-19 nos municípios que constituem a região do Grande ABC, evidenciando a primeira onda e segunda onda da Pandemia. Por isso, o objetivo desse estudo foi avaliar as tendências de mortalidade e letalidade da COVID-19 durante o período de março de 2020 a julho de 2021, em municípios do Grande ABC, região metropolitana de São Paulo, Brasil, dividindo em dois períodos (1ª Onda e 2ª Onda).

## MÉTODO

O protocolo desenvolvido por Abreu, Elmusharaf e Siqueira (2021)<sup>13</sup> foi utilizado para realização do estudo ecológico de séries temporais de base populacional de acesso público com informações de casos de COVID-19 na região do Grande ABC.

A região do ABC é constituída pelos municípios de Diadema (423.884 habitantes), Mauá (472.912 habitantes), Rio Grande da Serra (50.846 habitantes), Ribeirão Pires (123.393 habitantes), Santo André (718.773 habitantes), São Bernardo do Campo (838.936 habitantes) e São Caetano do Sul (161.127 habitantes), constituindo uma população total de 2.789.871 habitantes na região do Grande ABC. A população de cada cidade foi descrita a partir de dados do Ministério da Saúde que considerou a população residente utilizadas pelo Tribunal de Contas da União (TCU), segundo estimativas de 2019<sup>6</sup>.

Os municípios que constituem a região do Grande ABC foram caracterizados segundo a análise do perfil socioeconômico, utilizando o Índice Paulista de Responsabilidade Social (IPRS), o qual foi pensado com o propósito de mensurar o grau do desenvolvimento humano no estado de São Paulo. Este índice utiliza os indicadores da longevidade, escolaridade e riqueza de um município, caracterizando e alocando em 5 grupos distintos (Dinâmicos, Desiguais, Equitativos, Em Transição e Vulneráveis)<sup>14</sup>.

Os municípios da região do ABC apresentaram um total de 217.264 casos e 10.004 óbitos por COVID-19 notificados, durante o período de março de 2020 a julho de 2021. Os novos casos e novos óbitos foram classificados de acordo com o local e a data da notificação da doença.

As informações foram coletadas em agosto de 2021. Foram incluídas todas as notificações de casos e óbitos que se referiam a COVID-19, utilizando a Classificação Internacional das Doenças, 10ª edição (CID-10), de “U07.1 COVID-19, vírus identificado” ou “U07.2 COVID-19, vírus não identificado”, associado ao diagnóstico da doença, confirmada por critérios laboratoriais e ou / clínico-epidemiológico<sup>15</sup>.

Os dados foram extraídos em painel criado pelo Ministério da Saúde do Brasil, que foi desenvolvido para ser o veículo oficial de comunicação sobre a situação epidemiológica da COVID-19 no país. Esse sistema, utiliza o número de casos e de óbitos registrados pelas Secretarias Municipais e Estaduais de Saúde no referido período e sofre atualização diária<sup>6</sup>.

Os dados coletados foram distribuídos em planilha do Excel, ilustrados em figuras e tabelas.

Foram calculados o número reprodutivo efetivo (Rt) através do pacote do software R studio EpiEstim versão 2.2.415, foi obtido um número de reprodução variável no tempo para epidemias através de modelo desenvolvido por Thompson e colaboradores<sup>17</sup>. Foi utilizado um intervalo serial médio de 2,97 dias com um desvio padrão médio de 3,29 dias, conforme descrito em estudos anteriores<sup>18,19</sup>, e em uma janela deslizante de 7 dias.

Foram calculadas as taxas de incidência (casos novos / população) expressas por casos novos por 100.000 habitantes; mortalidade (óbitos / população) expressas número de óbitos por 100.000 habitantes, e letalidade (óbitos totais / casos totais), expressas em porcentagem.

Para as análises de tendência, o período analisado foi dividido em primeira onda (março de a novembro de 2020) e segunda onda (dezembro de 2020 a julho de 2021); para definição do período considerou-se o mês com menor índice de mortalidade, o qual sugeria o final da primeira onda na curva.

As análises de tendência da taxa de incidência, mortalidade e letalidade foram realizadas utilizando os métodos propostos por Antunes e Cardoso (2015)<sup>20</sup>.

Foi utilizado o modelo de regressão de Prais-Winsten para calcular as taxas de construção de séries temporais. Esse método permite que as correções de autocorrelação de primeira ordem fossem realizadas nos valores, organizados por tempo.

Dessa forma, foram estimados os valores do coeficiente angular ( $\beta$ ) e respectiva probabilidade (p), considerando nível de significância de intervalo de confiança de 95% (IC 95%). O processo de modelagem dos dados incluiu as taxas de transformação (variável dependente = valor Y) em uma função logarítmica de base 10. Sendo que, a variável independente (valor X) foram os meses da série histórica.

Os resultados das taxas logarítmicas ( $\beta$ ) da regressão de Prais-Winsten permitiram estimar a variação percentual de mudança diária (Daily Percent Change - DPC) em cada região, com os respectivos intervalos de confiança (IC 95%).

Esse procedimento possibilitou determinar as taxas como crescentes, decrescentes ou estacionárias e quantificar a variação percentual nas taxas diárias de incidência, mortalidade e letalidade. A tendência foi considerada estacionária quando o coeficiente não foi significativamente diferente de zero ( $p > 0,05$ ).

Statistical analyzes were performed using the STATA 14.0 software (College Station, TX, U.S. 2013).

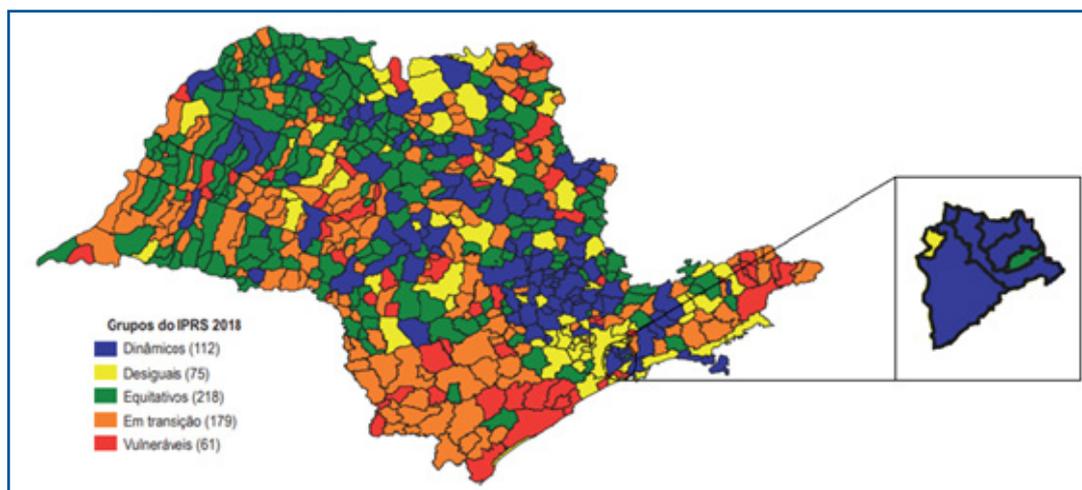
## ■ RESULTADOS

A análise sociodemográfica dos municípios componentes da região do Grande ABC, via o Índice Paulista de Responsabilidade Social (IPRS) ilustrou que os Municípios de Mauá, São Bernardo do Campo, São Caetano do Sul e Santo André apresentam o maior nível de IPRS (nível Dinâmico), enquanto, Diadema está no nível Desigual e Rio Grande da Serra apresentou o menor índice (nível equitativo) entre os municípios (figura 1).

Houve 217.264 casos (100,00%) por COVID-19 na região do ABC no período de março de 2020 a julho de 2021, sendo que 10.004 casos evoluíram a óbito. Entre as cidades que constituem a região foi São Bernardo do Campo que apresentou o maior número de casos (32,90%) e de óbitos (31,06%), seguido da cidade de Santo André com 61,568 casos (28,34%) e 2,905 (29,04%) óbitos; a cidade de Rio Grande da Serra constituiu apenas 0,96% dos casos de COVID-19 na região e 0,81% dos óbitos.

O número reprodutivo efeito (Rt) durante o período análise (28 de março de 2020 a 31 de julho de 2021) na região do ABC paulista iniciou-se em valores próximos a 1,6 no início de abril e manteve até de julho de 2020 com predomínio de Rt superior a 1, seguido de redução na transmissibilidade verificada a partir de agosto de 2020. Entretanto, no início de novembro de 2020, houve um pico elevado na transmissibilidade, atingindo valores de Rt de, aproximadamente, 2.8 (o maior valor observado no período analisado). Após esse período, manteve-se valores de Rt abaixo de 1.4 até julho de 2021, a figura 2.

A distribuição temporal da taxa de incidência da COVID-19 no período analisado foi ilustrada na figura 3.



| Local                 | Riqueza | Longevidade | Escolaridade | IPRS       |
|-----------------------|---------|-------------|--------------|------------|
| Diadema               | 42      | 66          | 56           | Desigual   |
| Mauá                  | 40      | 74          | 57           | Dinâmico   |
| Ribeirão Pires        | 41      | 77          | 66           | Dinâmico   |
| Rio Grande da Serra   | 37      | 74          | 58           | Equitativo |
| São Bernardo do Campo | 47      | 76          | 60           | Dinâmico   |
| São Caetano do Sul    | 53      | 77          | 82           | Dinâmico   |
| Santo André           | 45      | 75          | 58           | Dinâmico   |

**Figura 1:** Municípios paulistas, segundo grupos do Índice Paulista de Responsabilidade Social (IPRS), com ênfase para a região do Grande ABC

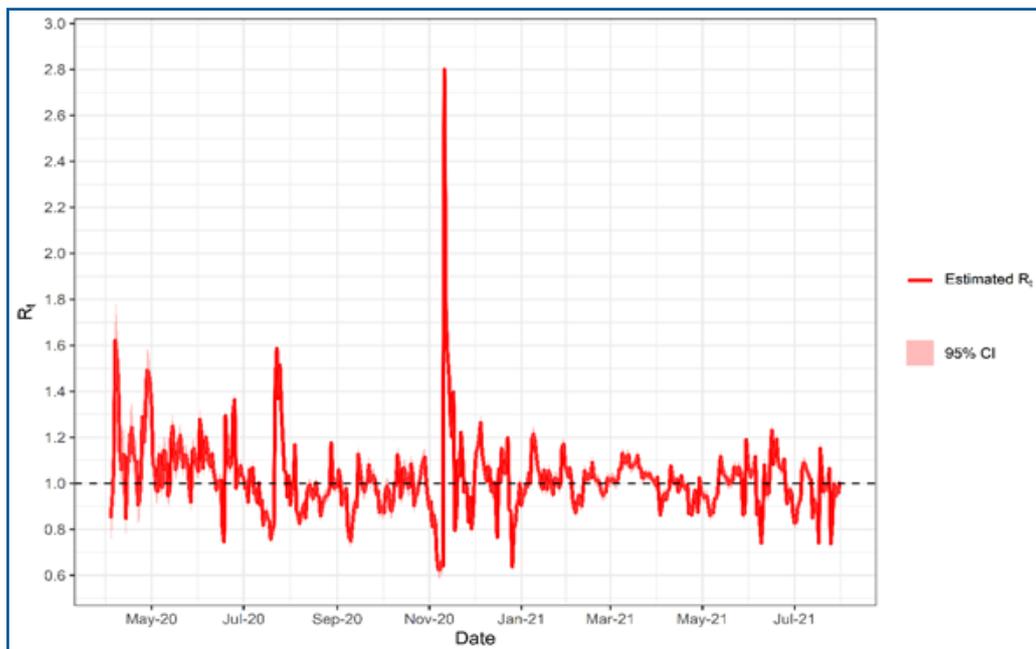
Fonte: Fundação Seade. Índice Paulista de Responsabilidade Social – IPRS, 2019 (adaptado)<sup>13</sup>.

IPRS – Índice Paulista de Responsabilidade Social, Riqueza – 15 a 62, Longevidade – 43 a 94, Escolaridade – 30 a 94. Dinâmico – Riqueza alta, Longevidade e Escolaridade Média ou Alta. Equitativo – Riqueza baixa, Longevidade e Escolaridade Média ou Alta. Desigual – Riqueza alta, Longevidade baixa e Escolaridade Média ou Alta ou Longevidade Média ou Alta e Escolaridade baixa.

**Tabela 1:** Número de casos, casos recuperados, e óbitos por COVID-19, em região metropolitana do Estado de São Paulo, Grande ABC, no período de março de 2020 a julho de 2021

| Municípios do Grande ABC | Casos   |        | Mortes |        |
|--------------------------|---------|--------|--------|--------|
|                          | N       | %      | N      | %      |
| Santo André              | 61,568  | 28.34  | 2,905  | 29.04  |
| São Caetano do Sul       | 18,405  | 8.47   | 862    | 8.62   |
| São Bernardo do Campo    | 71,481  | 32.90  | 3,107  | 31.06  |
| Diadema                  | 25,139  | 11.57  | 1,256  | 12.55  |
| Mauá                     | 30,198  | 13.9   | 1,459  | 14.58  |
| Ribeirão Pires           | 8,377   | 3.86   | 334    | 3.34   |
| Rio Grande da Serra      | 2,096   | 0.96   | 81     | 0.81   |
| Total                    | 217,264 | 100.00 | 10,004 | 100.00 |

Fonte: Casos e óbitos extraídos do Ministério da Saúde.



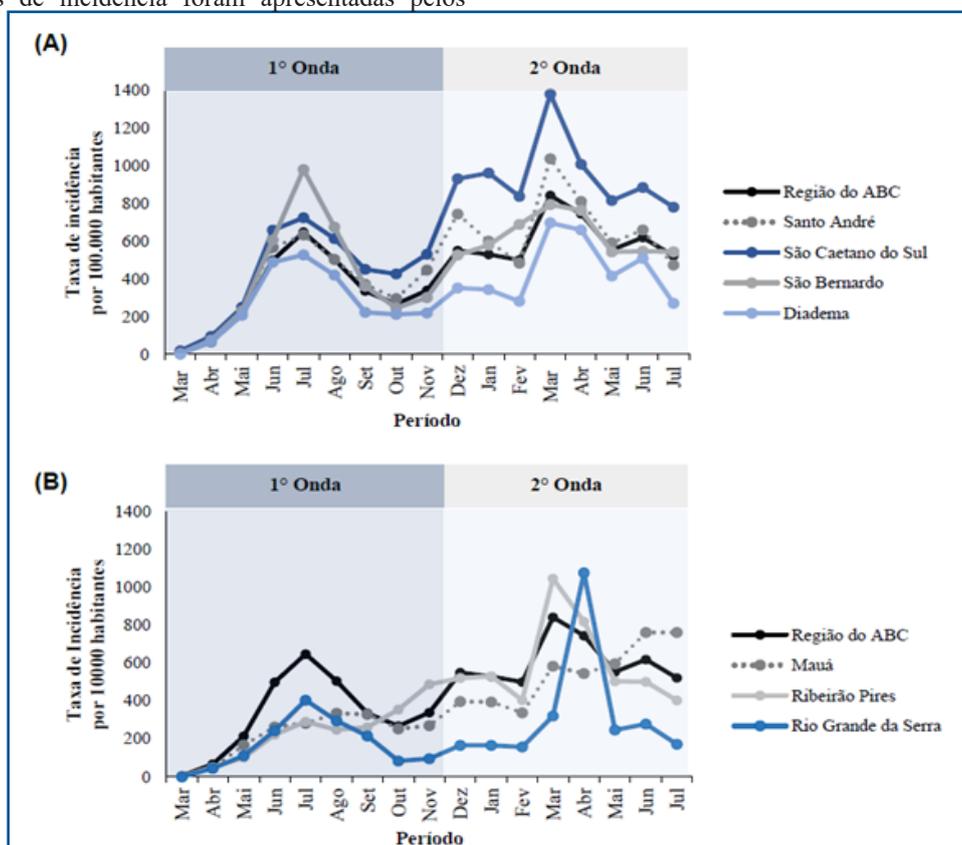
**Figura 2:** Rt. estimado durante o período de 28 de março de 2020 a 31 de julho de 2021  
CI = Intervalo de confiança.

Observou-se que o município de São Caetano do Sul apresentou, as maiores taxas de incidência da doença, exceto em junho e julho, com pico máximo registrado em março de 2021, com uma taxa de 1387,72 casos por 100 mil habitantes.

Ao final do período analisado (julho de 2021), as menores taxas de incidência foram apresentadas pelos

municípios de Rio Grande da Serra (171,09 casos por 100 mil habitantes) e Diadema (270,18 casos por 100 mil habitantes) figura 3.

As análises das tendências da incidência da COVID-19 na região do ABC foram evidenciadas na tabela 2.



**Figura 3:** Taxa de incidência por 100 mil habitantes da COVID-19, no período de março de 2020 a julho de 2021, em cidades da Região metropolitana de São Paulo (Região do ABC) e a contribuição de cada município componente (A) Santo André, São Bernardo, São Caetano do Sul, Diadema, (B) Mauá, Ribeirão Pires, Rio Grande da Serra nos seus desfechos

Verificou-se que a incidência da doença na região do ABC apresentou tendências crescentes no período de março de 2020 a novembro de 2020 (Primeira Onda),  $p < 0,05$ , e tendências estacionárias durante a segunda onda, considerando o período de dezembro a julho de 2021 ( $p > 0,05$ ). Os municípios de Mauá, Ribeirão Pires, São Bernardo do Campo, São Caetano do Sul e Santo André também apresentaram tendência crescente da taxa de

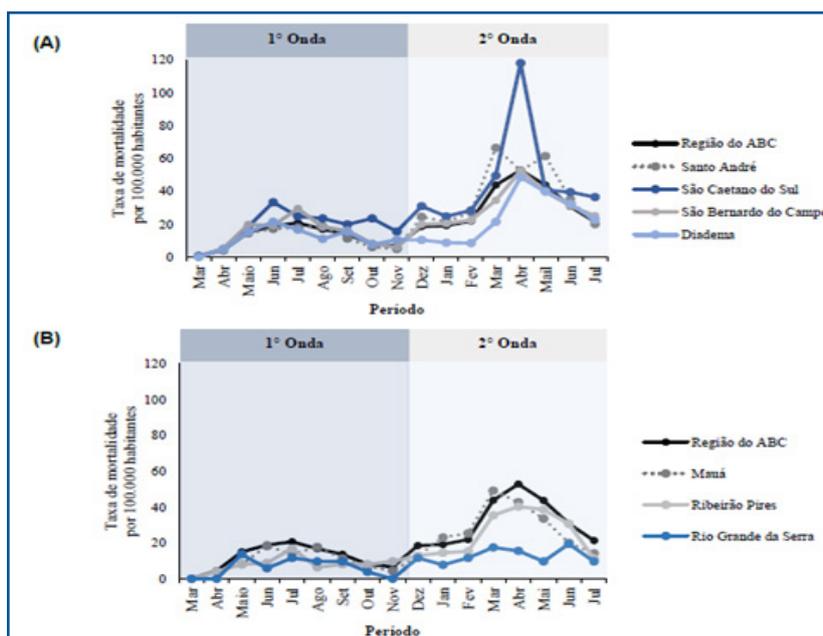
incidência no final da primeira onda ( $p < 0,05$ ). Enquanto, durante uma possível segunda onda, no período de dezembro a julho de 2021 apenas Mauá apresentou taxa de incidência com tendência crescente, com aumento diário de 0,23%,  $p < 0,05$  (tabela 2).

As taxas de mortalidade da região do ABC e dos seus municípios componentes foram descritas na figura 4.

**Tabela 2:** Estimativas da regressão de Prais-Winsten e o Daily Percent Change (DPC) das taxas de incidência por 100,000 mil habitantes da COVID-19, em Região Metropolitana de São Paulo (Região do Grande ABC) no período de março de 2020 a julho de 2021.

| Local                 | DPC (95% CI) Incidence | p      | Tendência de Incidência | Período |
|-----------------------|------------------------|--------|-------------------------|---------|
| Região ABC            | 0,59 (0,21 : 0,97)     | 0,002  | Crescente               | 1° onda |
| Santo André           | 0,68 (0,34 : 1,02)     | <0,001 | Crescente               |         |
| São Bernardo do Campo | 0,46 (0,04 : 0,89)     | 0,034  | Crescente               |         |
| São Caetano do Sul    | 0,47 (0,14 : 0,80)     | 0,005  | Crescente               |         |
| Diadema               | 0,22 (-0,14 : 0,57)    | 0,227  | Estacionária            |         |
| Mauá                  | 0,65 (0,36 : 0,95)     | <0,001 | Crescente               |         |
| Ribeirão Pires        | 0,59 (0,32 : 0,85)     | <0,001 | Crescente               |         |
| Rio Grande da Serra   | -0,07 (-0,33 : 0,19)   | 0,593  | Estacionária            |         |
| Região ABC            | 0,04 (-0,14 : 0,22)    | 0,671  | Estacionária            |         |
| Santo André           | -0,10 (-0,28 : 0,08)   | 0,272  | Estacionária            |         |
| São Bernardo do Campo | 0,04 (-0,15 : 0,23)    | 0,680  | Estacionária            |         |
| São Caetano do Sul    | 0,04 (-0,23 : 0,31)    | 0,772  | Estacionária            |         |
| Diadema               | 0,13 (-0,12 : 0,38)    | 0,306  | Estacionária            |         |
| Mauá                  | 0,23 (0,03 : 0,42)     | 0,021  | Crescente               |         |
| Ribeirão Pires        | -0,08 (-0,32 : 0,17)   | 0,545  | Estacionária            |         |
| Rio Grande da Serra   | 0,19 (-0,08 : 0,46)    | 0,165  | Estacionária            |         |

DPC – Daily Percent Change (%); CI 95% – Intervalo de Confiança 95%; p – p valor: probabilidade de significância estatística, \* Significa diferença estatística - Teste de regressão de Prais-Winsten,  $p < 0,05$ ,  
Fonte: Casos, Óbitos extraídos do Ministério da Saúde.



**Figura 4:** Comparação da taxa de mortalidade (por 100 mil habitantes) da COVID-19, no período de março de 2020 a julho de 2021, entre cidades da Região metropolitana de São Paulo (Região do ABC) e a contribuição de cada município componente (A) Santo André, São Bernardo, São Caetano do Sul, Diadema, (B) Mauá, Ribeirão Pires, Rio Grande da Serra nos seus desfechos.

A mais elevada taxa de mortalidade para a região do ABC foi verificada em abril de 2021, com registros de 52,78 óbitos por 100.000 habitantes; destacou-se que neste mesmo período, os municípios de São Caetano do Sul, seguido de Santo André, e São Bernardo do Campo apresentaram taxas de mortalidade superiores a apresentada pela região do ABC, com os respectivos valores: 117,93, 52,54 e 52,46 óbitos por 100,000 habitantes (figura 4).

As estimativas de Regressão de Prais-Winsten da taxa de mortalidade foram ilustradas na tabela 3.

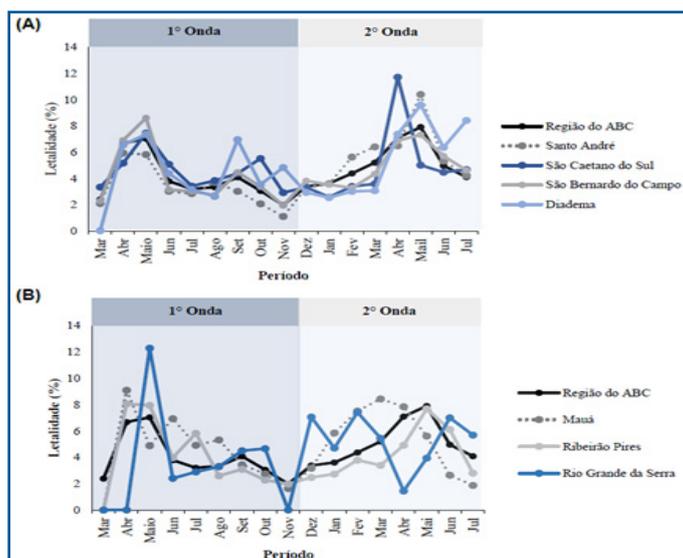
Verificou-se que houve tendências estacionárias para as taxas de mortalidade para a região do ABC e seus municípios durante a primeira onda (março a outubro de 2020) ( $p > 0,05$ ). Mas, durante uma possível segunda onda, destacou-se que o Município de Diadema apresentou tendência crescente da mortalidade ( $p < 0,05$ ) e taxa de crescimento diária de 0,45% (tabela 3).

A taxa de letalidade da COVID-19 na região do ABC e municípios constituintes foram descritas na figura 5.

**Tabela 3:** Estimativas da regressão de Prais-Winsten e o Daily Percent Change (DPC) das taxas de mortalidade (por 100 mil habitantes) da COVID-19, em Região Metropolitana de São Paulo (Região do ABC) no período de março de 2020 a julho de 2021.

| Local                 | DPC (95% IC) Mortadade | p     | Tendencia de Mortalidade | Periodo |
|-----------------------|------------------------|-------|--------------------------|---------|
| Região ABC            | 0,22 (-0,10 : 0,54)    | 0,178 | Estacionária             | 1º onda |
| Santo André           | 0,04 (-0,24 : 0,33)    | 0,759 | Estacionária             |         |
| São Bernardo do Campo | 0,08 (-0,18 : 0,34)    | 0,555 | Estacionária             |         |
| São Caetano do Sul    | 0,10 (-0,16 : 0,36)    | 0,452 | Estacionária             |         |
| Diadema               | -0,05 (-0,31 : 0,20)   | 0,675 | Estacionária             |         |
| Mauá                  | -0,08 (-0,33 : 0,18)   | 0,543 | Estacionária             |         |
| Ribeirão Pires        | -0,05 (-0,26 : 0,15)   | 0,602 | Estacionária             |         |
| Rio Grande da Serra   | 0,00 (-0,13 : 0,13)    | 0,988 | Estacionária             |         |
| Região ABC            | 0,24 (-0,07 : 0,55)    | 0,134 | Estacionária             | 2º onda |
| Santo André           | 0,23 (-0,11 : 0,56)    | 0,184 | Estacionária             |         |
| São Bernardo do Campo | 0,10 (-0,16 : 0,36)    | 0,452 | Estacionária             |         |
| São Caetano do Sul    | 0,04 (-0,24 : 0,33)    | 0,759 | Estacionária             |         |
| Diadema               | 0,45 (0,18 : 0,71)     | 0,001 | Crescente                |         |
| Mauá                  | 0,04 (-0,24 : 0,32)    | 0,771 | Estacionária             |         |
| Ribeirão Pires        | 0,27 (-0,01 : 0,55)    | 0,057 | Estacionária             |         |
| Rio Grande da Serra   | 0,06 (-0,15 : 0,28)    | 0,564 | Estacionária             |         |

DPC – Daily Percent Change (%); CI 95% – Intervalo de Confiança 95%; p – p valor: probabilidade de significância estatística, \* Significa diferença estatística - Teste de regressão de Prais-Winsten,  $p < 0,05$ . Casos, Óbitos e População extraídos do Ministério da Saúde.



**Figura 5:** Comparação da taxa de letalidade (%) da COVID-19, no período de março de 2020 a julho de 2021, entre cidades da Região metropolitana de São Paulo (Região do abc) e a contribuição de cada município componente (A) Santo André, São Caetano do Sul, São Bernardo do Campo, Diadema, (B) Mauá, Ribeirão Pires, Rio Grande da Serra, nos seus desfechos.

Observou-se que o maior percentual de letalidade para a região do ABC foi no mês de maio de 2021 (7,90%), neste mesmo período, o Município Santo André possuiu a maior letalidade (10,39%) por COVID-19 entre todas as regiões analisadas. O final da 1ª onda (mês de novembro de 2020) ilustrou menores percentuais de letalidade para a região do ABC e grande parte dos municípios estudados, sendo respectivamente: ABC – 1,97%, Santo André – 1,09%, São Bernardo do Campo – 1,93%, Mauá – 1,63%, Ribeirão Pires – 1,98 e Rio Grande da Serra – 0,00% (figura 5),

As tendências das taxas de letalidade foram ilustradas na tabela 4.

**Tabela 4:** Estimativas da regressão de Prais-Winsten e o Dially Percent Change (DPC) da letalidade (%) da COVID-19, em Região Metropolitana de São Paulo (Região do ABC) no período de março de 2020 a julho de 2021.

| Local                 | DPC (95% IC) Lethalidade | p      | Tendencia de Letalidade | Período |
|-----------------------|--------------------------|--------|-------------------------|---------|
| ABC Region            | -0,50 (-0,69 : -0,30)    | <0,001 | Decrescente             | 1º onda |
| Santo André           | -0,78 (-1,07 : -0,49)    | <0,001 | Decrescente             |         |
| São Bernardo do Campo | -0,60 (-0,93 : -0,27)    | <0,001 | Decrescente             |         |
| São Caetano do Sul    | -0,52 (-0,93 : -0,11)    | 0,013  | Decrescente             |         |
| Diadema               | -0,21 (-0,57 : 0,15)     | 0,253  | Estacionária            |         |
| Mauá                  | -0,49 (-0,80 : -0,19)    | 0,002  | Decrescente             |         |
| Ribeirão Pires        | -0,64 (-1,04 : -0,24)    | 0,002  | Decrescente             |         |
| Rio Grande da Serra   | -0,57 (-1,47 : 0,34)     | 0,207  | Estacionária            |         |
| ABC Region            | 0,22 (0,00 : 0,44)       | 0,046  | Crescente               | 2º onda |
| Santo André           | 0,35 (0,03 : 0,67)       | 0,034  | Crescente               |         |
| São Bernardo do Campo | 0,25 (-0,01 : 0,52)      | 0,064  | Estacionária            |         |
| São Caetano do Sul    | 0,18 (-0,18 : 0,54)      | 0,318  | Estacionária            |         |
| Diadema               | 0,42 (0,17 : 0,67)       | 0,001  | Crescente               |         |
| Mauá                  | -0,23 (-0,52 : 0,06)     | 0,115  | Estacionária            |         |
| Ribeirão Pires        | 0,32 (-0,05 : 0,70)      | 0,091  | Estacionária            |         |
| Rio Grande da Serra   | -0,19 (-0,79 : 0,41)     | 0,527  | Estacionária            |         |

DPC – Dially Percent Change (%); CI 95% – Intervalo de Confiança 95%; p – p valor: probabilidade de significância estatística, \* Significa diferença estatística - Teste de regressão de Prais-Winsten, p<0,05, Fonte: Casos, Óbitos e População extraídos do Ministério da Saúde.

## DISCUSSÃO

As análises de tendência nas taxas de incidência, mortalidade e letalidade nos municípios estudados auxiliam na compreensão do comportamento da Pandemia da COVID-19 na região do Grande ABC. Apesar da referida região ter apresentado taxa de incidência transitando de crescente (1ª onda – março a novembro de 2020) para estacionária (2ª onda – dezembro de 2020 a julho de 2021), a taxa de mortalidade manteve-se estacionária, enquanto, a taxa de letalidade passou-se de decrescente na primeira onda, para crescente na segunda onda, com índices variando de acordo com o período e município.

Destaca-se que a taxa de incidência é um conceito fundamental na epidemiologia de doenças infecciosas, dado que ela descreve a frequência de casos novos da doença em determinado período. Entretanto, este índice sofre limitações diretas decorrentes do número de testes para detecção da infecção<sup>21</sup>. Assim, é possível que as tendências estacionárias de casos novos de COVID-19 verificadas

A primeira onda da COVID-19 (março de 2020 a novembro de 2020) foi marcado por tendência decrescente do percentual de letalidade, e um percentual de variação diária negativo para a Região do ABC e para seus municípios componentes (p<0,05), com exceção de Diadema e Rio Grande da Serra que apresentou tendência estacionária (p<0,05). Durante a segunda onda, a região do ABC, Santo André e Diadema apresentaram tendência crescente da letalidade da COVID-19 (p<0,05), enquanto os outros municípios apresentaram letalidade com tendências estacionárias durante a segunda onda (p>0,05) (tabela 4).

para Diadema e Rio Grande da Serra, durante a primeira onda, e para a região do Grande ABC e seus municípios componentes (com exceção de Mauá) durante a segunda onda, sejam um reflexo de que o percentual de testagem de casos não acompanhou o aumento real da incidência da doença.

Realça-se que, durante o período estudado, o estado de São Paulo vinha decretando a fase emergencial de enfrentamento à pandemia, com a adoção de medidas de restrição duras no intuito de frear o aumento no número de casos novos, internações e mortes pela COVID-19 e conter a sobrecarga dos leitos hospitalares observados em todo o estado<sup>22</sup>.

Apesar de esforços estarem sendo desenvolvidos para conter a disseminação de infecções por SARS-CoV-2 em São Paulo, observa-se diferenças nas taxas de mortalidade pela doença entre as regiões. Por isso, é essencial que sejam realizadas triagens geográficas em locais distintos, para que essas informações possam ser norteadoras de estratégias de

intervenção que visem a promoção da redução da Pandemia na região metropolitana de São Paulo<sup>8</sup>.

No atual estudo, observou-se que os municípios de região metropolitana de São Paulo, que constituem a região do ABC, apresentaram mortalidade estacionária durante a primeira e a segunda onda, com exceção do município de Diadema, que apresentou tendência crescente na taxa de mortalidade por COVID-19. Entretanto, destacou-se que a letalidade da doença sofreu variações significativas nos períodos avaliados de acordo com o período e município.

Foi verificado que nos municípios de Ribeirão Pires, São Bernardo do Campo, São Caetano do Sul e Mauá, passaram de uma taxa de letalidade que apresentava tendências decrescentes na primeira onda (março a novembro de 2020), para estacionária na segunda onda (dezembro de 2020 a julho de 2021); enquanto, o município Rio Grande da Serra se manteve com a letalidade com tendência estacionária em ambos os períodos. Além do mais, a Região do ABC e os municípios Santo André e Diadema foram os únicos locais em que a taxa de letalidade da COVID-19 apresentaram tendências crescentes ao final da segunda onda, ilustrando um cenário mais alarmante.

Dentro do contexto apresentado, observa-se a necessidade de um acompanhamento futuro em toda a região do ABC, principalmente, nos municípios de Santo André e Diadema que apresentaram taxas de letalidade indicando aumento diária mesmo após ano de pandemia. É possível que em meio à segunda onda, a ação viral tenha desencadeado nesses locais um cenário mais letal da doença. Além do mais, nas regiões em que a taxa de letalidade se manteve estacionária no final do período estudado esforços também devem ser intensificados para que haja redução da disseminação e agravos da doença ocasionada pelo novo coronavírus.

Destaca-se que a evolução da pandemia pode desencadear maiores impactos em locais de São Paulo com piores condições socioeconômicas<sup>8</sup>, ou seja, que apresentam maiores índices de vulnerabilidade social, corroborando com os resultados do atual estudo. Verificou-se que os dois municípios da Região do ABC que apresentaram diferentes índices de IRPS, que foram o município de Diadema e Rio Grande da Serra, os quais possuíram índices classificados como desigual (riqueza alta, baixa longevidade e média / alta escolaridade ou baixa escolaridade e média / alta longevidade) e equitativo (Desigual – Riqueza baixa, Longevidade e Escolaridade Média ou Alta), foram os únicos municípios que, durante a primeira onda, as tendências da incidência e letalidade permaneceram estacionárias. É possível que as condições socioeconômicas destas cidades refletiram em algum déficit no número de testagem da doença e até mesmo na qualidade de prestação de cuidados por parte dos serviços de Saúde.

Estudos ainda evidenciam a necessidade de controle da pandemia da COVID-19 em regiões do estado de São Paulo<sup>23,24</sup>. Semelhante aconteceu com a Região do Grande ABC, que mesmo após mais de um ano de Pandemia, houve períodos em que os índices de Rt ilustravam alta transmissibilidade, sugerindo que a Pandemia estava fora do controle. Estes resultados corroboram com os valores de Rt verificados pelo estado de São Paulo, sabe-se que em

início de abril de 2021, o referido estado, apresentou o Rt para a doença igual a 1,1 (IC: 0,93 - 1,2), com mudanças esperadas em casos diários provavelmente aumentando<sup>24</sup>.

Realça-se que medidas adotadas em regiões metropolitanas do referido estado, como o distanciamento social e aprimoramento dos protocolos de testagem, uso de máscara e segurança sanitária padrão, são capazes de diminuir a taxa de reprodução efetiva da COVID-19. Entretanto, esse cenário sofre variações ao longo de regiões e período e pode não ser o suficiente para conter a epidemia<sup>23</sup>.

Dada a oscilação nos indicadores de saúde, principalmente, devido as tendências crescentes na letalidade da COVID-19 verificados durante a segunda onda para a região do ABC, com taxas de crescimento diário de 0,22%, enfatiza-se a importância dos preceitos de promoção da saúde em busca da reorientação de práticas de higiene, afinal a atual situação vivenciada pela população pede uma postura ágil e preventiva<sup>25</sup>. Além do mais, faz-se necessário que investimentos sejam direcionados para o desenvolvimento de vacinas e, principalmente, para os fracos sistemas de saúde que sofrem os impactos do ônus oriundo da pandemia. Afinal, esta crise de saúde não pode ser derrotada sem sistemas nacionais de saúde robustos, entretanto, são esses os locais que menos vem recebendo atenção política ou financiamento<sup>13,26</sup>.

Embora nossa análise espacial esteja sujeita a limitações metodológicas oriundas de estudos ecológicos e de análises de bancos de dados secundários, como atrasos em notificações ou subnotificação de casos da doença, os resultados contribuem para maior compreensão da evolução da doença em região metropolitana de São Paulo, Região que vem enfrentando inúmeros desafios perante uma doença que sofre mudanças diárias em seus indicadores de saúde. As análises ilustram o início de uma segunda onda enfrentada pela população da região, por isso é fundamental lembrar que a Pandemia não acabou, assim, faz-se necessária a análise constante de dados epidemiológicos para atualizar e monitorar a COVID-19 em toda região do Brasil.

## ■ CONCLUSÃO

As análises de tendência de importantes indicadores de saúde que estão associados à gravidade da doença revelaram que não houve decréscimo na mortalidade e letalidade da COVID-19 na Região do Grande ABC, mesmo após um ano de Pandemia. A mortalidade manteve tendência estacionária na primeira e segunda onda da Pandemia nesta região, enquanto, a letalidade alterou de tendências decrescente no período inicial, para crescente na segunda onda.

Destacou-se que durante a segunda onda da COVID-19 apenas o município de Diadema apresentou tendências crescentes na mortalidade, evidenciando uma taxa de aumento diário de 0,45%. Diadema também apresentou tendências crescentes na letalidade durante a segunda onda, assim como, o município de Santo André.

Esses resultados em conjunto são importantes indicadores para o monitoramento do comportamento da Pandemia na Região do ABC e seus municípios componentes, ainda que esse cenário esteja em constante

mudança. Assim, enfatiza-se que esforços continuam sendo necessários para conter a disseminação da doença em todos os municípios analisados até que a doença não represente uma ameaça à Saúde Pública, para os quais os dados apresentados neste trabalho podem ser úteis.

## Agradecimentos

Agradecemos a parceria entre a Universidade Federal do Acre e a Universidade de São Paulo. A viabilidade financeira do artigo se deve ao Governo do Estado do Acre - Projeto Saúde na Amazônia Ocidental (convênio multiinstitucional nº 007/2015 SESACRE-UFAC-FMABC).

## REFERÊNCIAS

1. WHO Director-General's opening remarks at the media briefing on COVID-19 - 11 March 2020 [Internet]. Disponível em: <https://www.who.int/director-general/speeches/detail/who-director-general-s-opening-remarks-at-the-media-briefing-on-covid-19---11-march-2020>.
2. Verma P, Dumka A, Bhardwaj A, Ashok A, Kestwal MC, Kumar P. A statistical analysis of impact of COVID19 on the global economy and stock index returns. *SN Comput Sci.* 2021; 2(1):1-13.
3. Lima NT, Buss PM, Paes-Sousa R. A pandemia de COVID-19: uma crise sanitária e humanitária. *Cad de Saúde Pública.* 2020; 36(7): 1-4.
4. The Lancet. COVID-19 in Latin America: a humanitarian crisis. *Lancet.* 2020; 396(10261): 1463.
5. World Health Organization. WHO Coronavirus (COVID-19) Dashboard. 2021 [citado 03 abr 2021]. Disponível em: <https://covid19.who.int/table>
6. BRASIL. Ministério da Saúde. Coronavírus/Brasil. 2021. [citado 03 abr 2021]. Disponível em: <https://covid.saude.gov.br/>
7. Abreu LC. The path of humanity in the pandemic of COVID-19: the choice of the realistic, optimist or pessimist scenario. *J Hum Growth Dev.* 2021; 31(1): 5-8. DOI: <https://doi.org/10.36311/jhgd.v31.11683>
8. Fundação Oswaldo Cruz. Nota Técnica Conjunta nº 09: FIOCRUZ/ILMD e FVS-AM. Caracterização genética do SARS-CoV-2 circulante no Estado do Amazonas. 2021. [citado 03 abr 2021]. Disponível em: <https://amazonia.fiocruz.br/wp-content/uploads/2021/01/NOTA-TE%CC%81CNICA-CONJUNTA-N%C2%BA-09.2021.FVS-AM-X-ILMD.FICRUZ-AM-28.01.2021.pdf>
9. Taylor L. Covid-19: Brazil's spiralling crisis is increasingly affecting young people. *BMJ.* 2021; 373(879): 1.
10. Voloch CM, Francisco RS Junior, Almeida LGP, Cardoso CC, Brustolini OJ, Gerber AL, et al. Genomic characterization of a novel SARS-CoV-2 lineage from Rio de Janeiro, Brazil. *J Virol.* 2021; 95(10).
11. Bermudi PMM, Lorenz C, Aguiar BS, Failla MA, Barrozo LV, et al. Spatiotemporal ecological study of COVID-19 mortality in the city of São Paulo, Brazil: shifting of the high mortality risk from areas with the best to those with the worst socio-economic conditions. *Travel Med Infect Dis.* 2021; 39: 101945.
12. Anau, RV. Impasses and opportunities in the construction of a regional innovation system in Greater ABC. *Cad Metrop.* 2019; 21(45): 551-72.
13. Abreu LC, Elmusharaf K, Siqueira CEG. A time-series ecological study protocol to analyze trends of incidence, mortality, lethality of COVID-19 in Brazil. *J Hum Growth Dev.* 2021; 31(3):491-495. DOI: 10.36311/jhgd.v31.12667
14. Fundação Seade. Índice Paulista de Responsabilidade Social – IPRS. 2019. [citado 13 mai 2021]. Disponível em: <https://perfil.seade.gov.br/>.
15. WHO. International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems 10th Revision. 2020 [citado: 2021 June 20]. Disponível em: <https://icd.who.int/browse10/2019/en#/U04>
16. Cori, A., Ferguson, N.M., Fraser, C., Cauchemez, S. A new framework and software to estimate time-varying reproduction numbers during epidemics. *Am J Epidemiol.* 2013; 178(9): 1505-12.
17. Thompson, RN, Stockwin JE, van Gaalen RD, Polonsky JA, Kamvar ZN, Demarsh PA, Dahlqwisst E, Li S, Miguel E, Jombart T, Lessler J, Cauchemez S, Cori A. Improved inference of time-varying reproduction numbers during infectious disease outbreaks. *Epidemics.* 2019; 29: 100356.
18. Prete CA, Buss L, Dighe A, Porto VB, da Silva Candido D, Ghilardi F, Pybus OG, de Oliveira WK, Croda J, Sabino EC, Faria NR, Donnelly CA, Nascimento VH. Serial interval distribution of SARS-CoV-2 infection in Brazil. *JTravelMed.* 2021; 23; 28(2): taaa115.
19. Ali ST, Yeung A, Shan S, Wang L, Gao H, Du Z, Xu XK, Wu P, Lau E, Cowling BJ. Serial intervals and case isolation delays for COVID-19: a systematic review and meta-analysis. *Clin Infect Dis.* 2021; 26: ciab491.
20. Antunes JLF; Cardoso MRA. Uso da análise de séries temporais em estudos epidemiológicos. *Epidemiol Serv Saúde.* 2015; 24(3): 565-76.

21. Vandormael A, Dobra A, Bärnighausen T, Oliveira T, Tanser F. Incidence rate estimation, periodic testing and the limitations of the mid-point imputation approach. *Int J Epidemiol.* 2018; 47(1): 236-45.
22. Governo de SP. Governo de SP adota fase emergencial para conter crescimento de pandemia. 2021. [Citado 10 abr 2021]. Disponível em: <https://www.saopaulo.sp.gov.br/noticias-coronavirus/governo-de-sp-adota-fase-emergencial-para-conter-crescimento-de-pandemia-2/>.
23. Almeida GB, Pronunciati M, Grotto RMT, Pugliesi EA, Guimarães RB, Vilches TN, et al. Two hundred days of COVID-19 in São Paulo State, Brazil. *Epidemiol Infect.* 2020; 148: 1-4.
24. Abbott S, Sherratt K, Bevan J, Gibbs H, Hellewell J, Munday J, et al. National and Subnational estimates for Brazil. 2020. [citado 1 abr 2021]. Disponível em: <https://epiforecasts.io/covid/posts/national/brazil/>. Acesso 1 de abril de 2021.
25. Pimentel RMM, Daboin BEG, Oliveira AG, Macedo H Junior. The dissemination of COVID-19: an expectant and preventive role in global health. *J Hum Growth Dev.* 2020; 30(1): 135-40. DOI: <http://doi.org/10.7322/jhgd.v30.9976>
26. Usher AD. Health systems neglected by COVID-19 donors. *The Lancet.* 2021; 397(10269): 83.

### Abstract

**Introduction:** the new coronavirus (COVID-19) disease has been causing economic and health system impacts worldwide, triggering humanitarian crises in vulnerable regions, marked by high mortality rates of the disease. Brazil has been suffering an increase in the number of cases, characteristic of the formation of a second wave, with great epidemiological differences observed in the most diverse regions of the country. Many studies illustrate the behaviour of COVID-19 in the state of São Paulo, but there are gaps in the scientific literature on the epidemiology of COVID-19 in municipalities of the São Paulo metropolitan region that constitute an important industrial pole in Latin America, such as the region of Grande ABC.

**Objective:** to evaluate mortality and lethality trends of COVID-19 during the period March 2020 to July 2021, in municipalities on region of Grande ABC, metropolitan region of São Paulo, Brazil, divided into two periods (March to November 2020 and December to July 2021).

**Methods:** we conducted an ecological time series study with population data from the Brazilian Ministry of Health. We collected the number of cases and deaths confirmed for COVID-19 in the municipalities that make up the region of Grande ABC (Diadema, Mauá, Rio Grande da Serra, Ribeirão Pires, Santo André, São Bernardo do Campo, and São Caetano do Sul) from March 2020 to July 2021. Prais-Winsten linear regression was performed, and the percentage of daily change was calculated. Differences were considered significant when  $p < 0.05$ .

**Results:** in region of Grande ABC, in the period analysed, 217,264 cases and 10,004 deaths of COVID-19 were recorded. Although the mortality rate remained stationary during the first wave (March to November 2020) and the second wave (December 2020 to July 2021); lethality transitioned from decreasing during the first wave to increasing during the second wave, with rates varying according to municipality.

**Conclusion:** trend analyses in incidence, mortality, and lethality rates assist in understanding the behaviour of the COVID-19 Pandemic in the region known as Grande ABC. Efforts must be maintained throughout the region to control the Pandemic.

**Keywords:** COVID-19, lethality, mortality, trend.

©The authors (2021), this article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons license, and indicate if changes were made. The Creative Commons Public Domain Dedication waiver (<http://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/>) applies to the data made available in this article, unless otherwise stated.