

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA**

**ALESSANDRA DOS SANTOS CARNIEL**

**ESTUDO DA CORRELAÇÃO ENTRE CASOS E ÓBITOS DE COVID-19,  
SANEAMENTO BÁSICO E POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA (MP<sub>2,5</sub>) NO BRASIL: SERIAM  
ESTAS POSSÍVEIS ROTAS SECUNDÁRIAS DE TRANSMISSÃO DO VÍRUS?**

**Caçapava do Sul**

**2021**

**ALESSANDRA DOS SANTOS CARNIEL**

**ESTUDO DA CORRELAÇÃO ENTRE CASOS E ÓBITOS DE COVID-19,  
SANEAMENTO BÁSICO E POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA (MP<sub>2,5</sub>) NO BRASIL: SERIAM  
ESTAS POSSÍVEIS ROTAS SECUNDÁRIAS DE TRANSMISSÃO DO VÍRUS?**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Ambiental e Sanitária.

Orientador: Prof. Dr. Mateus da Silva Guimarães

**Caçapava do Sul**

**2021**



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
Universidade Federal do Pampa

**ALESSANDRA DOS SANTOS CARNIEL**

**ESTUDO DA CORRELAÇÃO ENTRE CASOS DE COVID-19, SANEAMENTO BÁSICO E  
POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA (MP2,5) NO BRASIL: SERIAM ESTAS POSSÍVEIS ROTAS  
SECUNDÁRIAS DE TRANSMISSÃO DO VÍRUS?**

Projeto de pesquisa apresentado ao componente curricular Trabalho de Conclusão de Curso II, do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade Federal do Pampa.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em: 05 de maio de 2021.

Banca examinadora:

---

Prof. Dr. Mateus da Silva Guimarães

Orientador  
UNIPAMPA

---

Prof. Dr. Maria Amélia Zazycki

UFN

---

Prof. Dr. Caroline Wagner  
UNIPAMPA



Assinado eletronicamente por **CAROLINE WAGNER, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 05/05/2021, às 20:29, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.

---



Assinado eletronicamente por **Maria Amélia Zazycki, Usuário Externo**, em 05/05/2021, às 20:29, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.

---



Assinado eletronicamente por **MATEUS GUIMARAES DA SILVA, Coordenador de Planejamento, Desenvolvimento, Avaliação e Acreditação**, em 05/05/2021, às 20:30, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.

---



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.unipampa.edu.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.unipampa.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **0518631** e o código CRC **8EADDBC2**.

---

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais) .

C289e Carniel, Alessandra dos Santos  
ESTUDO DA CORRELAÇÃO ENTRE CASOS E ÓBITOS DE COVID-19, SANEAMENTO BÁSICO E POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA (MP2,5) NO BRASIL: SERIAM ESTAS POSSÍVEIS ROTAS SECUNDÁRIAS DE TRANSMISSÃO DO VÍRUS? / Alessandra dos Santos Carniel.  
76 p.

Trabalho de Conclusão de Curso(Graduação)-- Universidade Federal do Pampa, ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA, 2021.  
"Orientação: Mateus Guimarães".

1. COVID-19. 2. Saneamento básico. 3. Poluição atmosférica. 4. Análise estatística. I. Título.

Dedico este trabalho aos meus pais,  
Marcia e Joel, por todo apoio e incentivo.

## **AGRADECIMENTOS**

A Universidade Federal do Pampa por todos os subsídios necessários durante a graduação e por me permitir ter acesso à educação gratuita e de qualidade.

Aos professores que já cruzaram meu caminho, por compartilharem não somente os conteúdos profissionalizantes, mas sim de vida. E por não desistirem apesar das dificuldades, vocês são a chave para um futuro melhor.

Ao meu orientador, Mateus Guimarães, por todo auxílio, por encarar essa comigo e acreditar na minha capacidade.

Aos meus pais, Marcia e Joel, por sempre acreditarem que a educação é o melhor caminho e me incentivarem a seguir firme. Além disso, por todo apoio psicológico e financeiro, me permitindo dedicação exclusiva aos meus estudos. Vocês são meus maiores exemplos.

Ao restante da minha família, pela na torcida e amparo em todos os momentos.

Aos meus amigos, por me impulsionar e me incentivar, acreditando em mim em momentos que nem eu acreditava.

Aos amigos, Nauan Benedet e Gabriel Smith, pela elaboração dos mapas utilizados no TCC I e TCC II, respectivamente.

A todos que passaram por mim nesta jornada, deixando algo que me marcou e me ensinou, formando a pessoa que eu sou hoje.

A minha terapeuta, por me ajudar a me encontrar e a acreditar em mim, na minha força e na minha capacidade.

A mim, por me reinventar, me permitir e seguir forte.

*“Prefiro queimar o mapa  
Traçar de novo a estrada  
Ver cores nas cinzas  
E a vida reinventar”*

*(Francisco, el hombre)*



## RESUMO

O surgimento de um novo coronavírus, SARS-CoV-2, ocasionou uma pandemia global. O principal meio de contágio é o contato com pessoas contaminadas - através de gotículas em suspensão ou em superfícies. Segundo a literatura é possível que haja rotas secundárias de transmissão do vírus, mas por se tratar de um tema novo ainda não há estudos conclusivos a respeito. Com isso, o objetivo deste estudo é investigar a correlação entre os casos de COVID-19 no Brasil com o saneamento básico, aqui considerados os indicadores abastecimento de água, coleta de esgoto e tratamento de esgoto, e as concentrações de poluentes atmosféricos, aqui analisado  $MP_{2,5}$ . A análise referente ao saneamento básico ocorreu para todo o Brasil e para delimitação da amostra foram levados em consideração os municípios com mais e menos casos e óbitos por COVID-19, e com os melhores e piores índices de saneamento básico. As variáveis consideradas foram: incidência da doença em 100 mil habitantes, casos acumulados, óbitos acumulados, óbitos acumulados em 100 mil hab., taxa de abastecimento de água, taxa de coleta de esgoto e taxa de tratamento de água. Foram considerados os dados acumulados até março de 2021. A análise de poluição atmosférica foi feita para os estados do Acre e de São Paulo. As variáveis estudadas foram: concentração média diária de  $MP_{2,5}$ , casos diários de COVID-19 e óbitos diários pela doença. Os dados foram coletados diariamente no período de 26/12/2020 a 14/02/2021 para as concentrações de material particulado e de 09/01/2021 a 02/03/2021 para as variáveis relacionadas ao novo coronavírus. O estudo de correlação foi realizado por meio de análises estatísticas pelo método de correlação de Spearman, efetuadas no software Jamovi. O intervalo de confiança adotado foi de 95% de significância estatística. O estudo dos indicadores de saneamento apontou correlação com COVID-19 em três das doze análises realizadas, todas apontando relação com o indicador de abastecimento de água. Entre este indicador e as variáveis de casos acumulados e óbitos acumulados a correlação foi fraca, com coeficiente de correlação ( $r$ ) de 0,391 e 0,374. A variável óbitos acumulados em 100 mil habitantes apresentou uma correlação muito fraca, com  $r$  igual a 0,181. As demais variáveis não apresentaram significância estatística no intervalo de 95%. Na análise da concentração da concentração do  $MP_{2,5}$  e COVID-19 foram realizadas 40 análises para os estados do Acre e São Paulo, destas, três apresentaram correlação com a concentração  $MP_{2,5}$  para o período de amostragem: Guarulhos e Taubaté e São Bernardo do Campo. Em ambos os estudos as correlações existentes não foram significativas, não sendo possível afirmar que as variáveis de saneamento básico e poluição atmosférica ( $MP_{2,5}$ ) tenham influência na doença COVID-19. Porém vale ressaltar que variáveis que estão diretamente ligadas a transmissão e proliferação do vírus, como, distanciamento social, uso de máscara e higienização, não foram consideradas, Por conta disso, recomenda-se que estudos futuros levem em consideração estes e outros fatores.

Palavras-chave: coronavírus; transmissão fecal-oral; aerossóis; águas residuais; análise estatística.

## ABSTRACT

The emergence of a new coronavirus, SARS-CoV-2, caused a global pandemic. The main means of contagion is contact with contaminated people - through droplets in suspension or on surfaces. According to the literature, it is possible that there are secondary routes of transmission of the virus, but because it is a new topic, there are still no conclusive studies about it. Thus, the objective of this study is to investigate the correlation between the cases of COVID-19 in Brazil with basic sanitation, here considered the indicators water supply, sewage collection and sewage treatment, and the concentrations of air pollutants, analyzed here. MP2.5. The analysis referring to basic sanitation took place for the whole of Brazil and for the delimitation of the sample, the municipalities with more and less cases and deaths by COVID-19, and with the best and worst basic sanitation rates were taken into account. The variables considered were: incidence of the disease in 100 thousand inhabitants, accumulated cases, accumulated deaths, deaths accumulated in 100 thousand inhab., Water supply fee, sewage collection fee and water treatment fee. Accumulated data up to March 2021 were considered. The analysis of air pollution was carried out for the states of Acre and São Paulo. The variables studied were: average daily concentration of PM2.5, daily cases of COVID-19 and daily deaths from the disease. Data were collected daily from 12/26/2020 to 2/14/2021 for concentrations of particulate matter and from 1/9/2021 to 3/2/2021 for variables related to the new coronavirus. The correlation study was carried out by means of statistical analyzes using the Spearman correlation method, performed using the Jamovi software. The confidence interval adopted was 95% of statistical significance. The study of sanitation indicators showed a correlation with COVID-19 in three of the twelve analyzes performed, all pointing to a relationship with the water supply indicator. Between this indicator and the variables of accumulated cases and accumulated deaths, the correlation was weak, with a correlation coefficient ( $r$ ) of 0.391 and 0.374. The variable accumulated deaths in 100 thousand inhabitants showed a very weak correlation, with  $r$  equal to 0.181. The other variables were not statistically significant in the 95% range. In the analysis of the concentration of the MP2.5 and COVID-19 concentration, 40 analyzes were performed for the states of Acre and São Paulo, of these, three showed correlation with the MP2.5 concentration for the sampling period: Guarulhos and Taubaté and São Bernardo from Camp. In both studies, the existing correlations were not significant, and it is not possible to state that the variables of basic sanitation and air pollution (MP2.5) have an influence on the disease COVID-19. However, it is noteworthy that variables that are directly linked to the transmission and proliferation of the virus, such as social distance, wearing a mask and cleaning, were not considered, because of this, it is recommended that future studies take into account these and other factors.

Keywords: coronavirus; fecal-oral transmission; aerosols; residual waters; statistical analysis.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Possíveis meios de circulação e transmissão do vírus SARS-CoV-2	<b>18</b>
<b>Figura 2</b> – Índices de saneamento básico por região no Brasil (a) parcela da população atendida com abastecimento de água; (b) parcela da população atendida com rede coletora de esgoto	<b>25</b>
<b>Figura 3</b> – Área de estudo referente a cada um dos parâmetros considerados.	<b>28</b>
<b>Figura 4</b> – Desenho experimental das análises	<b>31</b>
<b>Figura 5</b> – Área de estudo referente ao estado de São Paulo.	<b>33</b>
<b>Figura 6</b> – Área de estudo referente ao estado do Acre.	<b>33</b>
<b>Figura 7</b> – Desenho experimental de como ocorreu as análises entre COVID-19 e poluentes atmosféricos	<b>35</b>
<b>Figura 8</b> – Diagramas de dispersão que apresentaram correlação entre as variáveis de COVID-19 e abastecimento de água, (a) casos acumulados de COVID-19 x abastecimento de água; (b) óbitos acumulados de COVID-19 x abastecimento de água; (c) óbitos acumulados em 100 mil hab. x abastecimento de água	<b>37</b>
<b>Figura 9</b> – Concentração diária de $MP_{2,5}$ para o período de amostragem no estado de São Paulo	<b>40</b>
<b>Figura 10</b> – Concentração diária de $MP_{2,5}$ para o período de amostragem no estado do Acre	<b>41</b>
<b>Figura 11</b> – Número de casos diários de COVID-19 para o período de amostragem no estado de São Paulo	<b>42</b>
<b>Figura 12</b> - Número de casos diários de COVID-19 para o período de amostragem no estado do Acre	<b>43</b>
<b>Figura 13</b> - Número de óbitos diários de COVID-19 para o período de amostragem no estado de São Paulo	<b>44</b>
<b>Figura 14</b> - Número de óbitos diários de COVID-19 para o período de amostragem no estado do Acre	<b>44</b>
<b>Figura 15</b> - Diagramas de dispersão que apresentaram correlação entre as variáveis de COVID-19 e concentração de material particulado 2,5, (a) óbitos diários x concentração $MP_{2,5}$ em Guarulhos; (b) casos diários x concentração de $MP_{2,5}$ em São Bernardo do Campo; (c) óbitos diários x concentração de $MP_{2,5}$ em Taubaté	

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	12
<b>2 OBJETIVOS</b>	13
2.1. OBJETIVO GERAL	14
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
<b>3 JUSTIFICATIVA</b>	14
<b>4 REFERENCIAL TEÓRICO</b>	15
4. 1 Coronavírus SARS-CoV-2	16
4.1.1 SARS-CoV-2 no meio ambiente	17
4.1.1.1 Transmissão fecal-oral	18
4.1.1.2 Presença do RNA viral em águas residuais	20
4.1.1.3 Contaminação de rios e águas potáveis	20
4.1.2 Transmissão por meio de aerossóis	21
4.1.2.1 Efeito da qualidade do ar	22
4.1.2.2 Efeito da temperatura e umidade relativa	23
4.1.3 COVID-19 no Brasil	23
4.2 Saneamento básico no Brasil	24
4.3 Poluição PM <sub>2,5</sub> no Brasil	26
<b>5. MATERIAIS E MÉTODOS</b>	26
5.1 Estudo de correlação do saneamento básico	27
<b>5.1.1 Área de estudo</b>	27
5.1.2 Coleção de dados	28
5.1.3 Análise estatística	29
5.2 Estudo da correlação de poluição atmosférica (MP <sub>2,5</sub> )	32
5.2.1 Área de estudo	32

5.2.2 Coleção de dados	34
5.2.2 Análise estatística	34
<b>6 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>35</b>
6.1 Saneamento básico	35
6.2 Poluição atmosférica	39
6.2.1 Casos diários de COVID-19	41
6.2.2 Óbitos diários por COVID-19	43
6.2.3 Relação poluição atmosférica x COVID-19	45
<b>7. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>50</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>51</b>
<b>APÊNDICES</b>	<b>65</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>74</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Os primeiros casos de COVID-19, doença causada pelo vírus SARS-CoV-2, foram registrados na cidade de Wuhan, na China, no final do ano de 2019, posteriormente surgiram notificações em diversos países, através de pessoas que estiveram na cidade ou que tiveram contato com pessoas que retornaram de lá (Organização Mundial da Saúde, 2020). Rapidamente se tornou um problema de saúde pública e a Organização Mundial da Saúde (OMS) declarou uma pandemia mundial, devido a facilidade e velocidade do contágio entre pessoas (CHAN et al., 2020). O vírus ataca, principalmente, o sistema respiratório e o sistema gastrointestinal (WONG et al, 2020) e, em muitos casos, os sintomas nem são sentidos (ZHANG, S. et al., 2020).

A principal rota de transmissão do vírus é por meio do contato com pessoas infectadas, tanto sintomáticas, quanto assintomáticas (PRATHER et al., 2020), ou por meio de superfícies onde o vírus pode ter se acumulado através da sedimentação de gotículas expelidas em tosses, espirros, fala ou respiração por pessoas contaminadas (PRATHER et al.; KAMPF et al., 2020). Todavia, podem existir rotas secundárias de contaminação e por conta disso surge uma das hipóteses que foi abordada neste estudo, que busca compreender se o acesso a serviços de saneamento básico podem influenciar na proliferação do vírus, uma vez que a presença do RNA-viral SARS-CoV-2 já foi confirmada nas fezes humanas (ZHANG, W. et al, 2020) e detectado por estudos de diversos países em águas residuais (AHMED et al, 2020; WURTZER et al, 2020; FERREIRA, 2020) porém sem comprovação da viabilidade de infecção do vírus neste meio (YEO et al, 2020).

Outra rota que ainda é pouco considerada, mas que apresenta riscos reais de transmissão é por meio de aerossóis, que são micro partículas liberadas durante a fala e respiração e continuam no ar por mais tempo pois não tem peso suficiente para rápida sedimentação (PRATHER ET AL., 2020; MORAWSKA e CAO, 2020; ASADI ET AL., 2020), agregados a poluentes atmosféricos, assim atingindo maiores distâncias (PRATHER ET AL., 2020). Ambas as rotas dependem de outros fatores ambientais, tais

como temperatura, umidade, pH, luz solar, velocidade do vento (TANG, 2009; CHENNAKESAVULU e REDDY; CHIN et al., 2020).

No Brasil já são mais de 14 milhões de casos confirmados, sendo o terceiro país com mais casos no mundo, atrás apenas dos EUA e da Índia (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2020) e quase 400 mil mortos pela doença. Acredita-se que o clima do país possa ter contribuído para a disseminação do vírus (AULER ET AL., 2020), além da alta desigualdade social existente, que dificulta o acesso ao saneamento básico, as condições de distanciamento social e a falta de políticas públicas eficientes (FIOCRUZ, 2020).

Se confirmada, a transmissão fecal-oral poderá explicar o alto índice de contágio do país, visto que somente 53,2% da população possui coleta de esgoto e que 46,35% de todo esgoto gerado no país passa por tratamento (SNIS, 2018).

Além disso, outra hipótese para o surto da doença no Brasil são as altas concentrações de poluentes na atmosfera, principalmente relacionado aos valores de material particulado 2,5 ( $MP_{2,5}$ ), já que o vírus agregado a essas partículas pode percorrer por até 10 metros (CHENNAKESAVULU e REDDY, 2020). A concentração destes materiais no ar brasileiro no ano de 2019 foi de  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , superior ao padrão recomendado pela OMS de  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (IQAir, 2019) e são decorrentes principalmente, das indústrias, grande circulação de automóveis e das queimadas (MACIEL ET AL, 2019; FILHO ET AL, 2013). Por isso a importância de um estudo que entenda se fatores como estes podem ajudar na proliferação e contágio do vírus SARS-CoV-2.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1. OBJETIVO GERAL**

Investigar a correlação entre o acesso ao saneamento básico e a concentração de MP<sub>2,5</sub> na atmosfera com a ocorrência da doença e os óbitos causados pelo vírus SARS-CoV-2, responsável pela COVID-19, no Brasil.

### **2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Investigar a relação dos indicadores de saneamento básico: abastecimento de água, coleta de esgoto e tratamento de esgoto com o número de casos e óbitos acumulados nos municípios da amostra;
- Investigar a relação da concentração de material particulado (MP<sub>2,5</sub>) com o número de casos e óbitos diários de COVID-19 nos estados do Acre e São Paulo;



### 3 JUSTIFICATIVA

Esta pesquisa se mostra necessária devido a atualidade, relevância e falta de estudos conclusivos sobre o vírus que causa a doença COVID-19 (PRATHER ET AL.; YEO ET AL., 2020). O vírus SARS-CoV-2 ainda é algo novo e é preciso entender melhor seu comportamento e seus meios de transmissão. Com isso, este estudo tem a intenção de agregar conteúdo para pesquisas futuras, pois até o momento, a principal rota considerada e que há medidas preventivas é por meio do contato entre pessoas ou fômites, todavia caso haja correlação entre falta de saneamento e/ou poluição atmosférica com os casos de COVID-19 é possível tomar ações visando também estes setores para evitar a proliferação do vírus.

## 4 REFERENCIAL TEÓRICO

A seguinte revisão aborda questões discutidas por diversos autores a respeito do novo coronavírus SARS-CoV-2, suas possíveis rotas de transmissão e a sobrevivência dele no meio ambiente. Também discorre sobre a importância do saneamento básico e ar limpo para a saúde pública e como se encontra a situação destes setores no Brasil e, além disso, como podem estar correlacionados com a transmissão do vírus.

### 4. 1 Coronavírus SARS-CoV-2

Em 31 de dezembro de 2019, a comissão de saúde da província de Hubei, China, anunciou pela primeira vez a ocorrência de um novo tipo de pneumonia viral nunca detectado em humanos (OMS, 2020a). Uma semana após a descoberta, as autoridades de saúde da China relataram se tratar de um novo coronavírus. Ao todo já foram identificadas sete espécies de coronavírus que infectam humanos e estes são a segunda principal causa de resfriados comuns (OMS, 2020a), sendo dois deles, Síndrome Respiratória Aguda Grave Coronavírus (SARS-CoV) e Síndrome Respiratória do Oriente Médio Coronavirus (MERS-CoV), com origem zoonótica (PHAN, 2020), responsáveis por surtos epidêmicos em 2002/2003 e 2012, respectivamente (SONG et al, 2019), e podem causar doenças respiratórias graves em humanos (LUK et al., 2019).

Com o sequenciamento do novo coronavírus, chamado de SARS-CoV-2, foi identificado uma semelhança de 94% entre as sequências de aminoácidos presentes no SARS-CoV-2 e SARS-CoV, mostrando que pertencem à mesma espécie (ZHOU et al, 2020) SARSr-CoVs, em que frequentemente são observadas mudanças filogenéticas, o que explica o surgimento de novos SARSr-CoVs que podem saltar de animais para humanos (LUK et al, 2019). Os vírus da família coronavírus quando vistos em um microscópio possuem a aparência semelhante a uma coroa, são envelopados, com fita positiva única de RNA (SONG et al, 2019) e seus envelopes são compostos por três principais proteínas M, E e S (CHEN et al, 2020).

A COVID-19 se tornou um problema de saúde pública, provocando uma pandemia mundial (OMS, 2020) devido a facilidade de transmissão de pessoa para pessoa (CHAN

et al, 2020), sendo sua principal fonte de transmissão através de gotículas exaladas por pessoas contaminadas através da respiração, fala, tosse ou espirros (PRATHER ET AL., 2020) ou por fômites, superfícies inanimadas, onde podem permanecer por até 9 dias (KAMPF ET AL., 2020). Já existe uma vacina contra o vírus, porém apenas uma pequena parcela da população recebeu o imunizante, por conta disso, a impotência de seguir com as medidas preventivas indicadas pela OMS que são o distanciamento social, a lavagem frequente das mãos e o uso de máscaras (OMS; ZHAO; LEUNG et al, 2020). A família dos coronavírus causam infecções nos sistemas gastrointestinal e respiratório (CUI et al, 2019) como é o caso do SARS-CoV-2 (WONG et al, 2020), porém os sintomas variam de pessoa para pessoa e, como em muitos casos, nem são sentidos (ZHANG, S. et al, 2020).

#### **4.1.1 SARS-CoV-2 no meio ambiente**

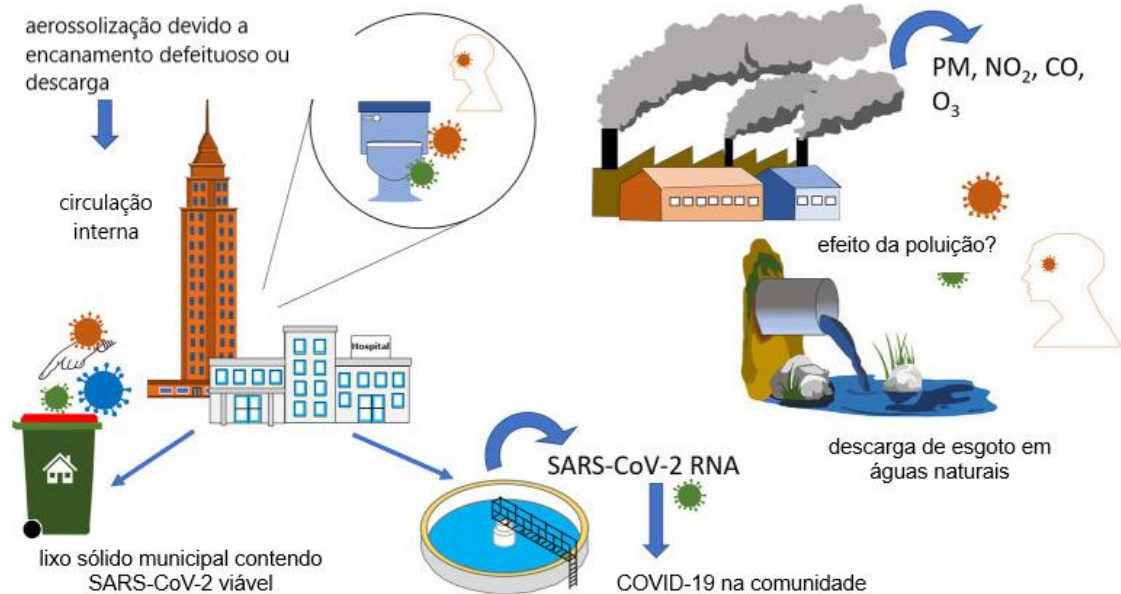
A sobrevivência do vírus no meio ambiente depende de inúmeros fatores que podem favorecer ou não sua transmissão, normalmente a viagem entre hospedeiros é um perigo para o vírus, porém não é possível fazer generalizações e são necessárias maiores investigações (TANG, 2009), principalmente sobre SARS-CoV-2 um vírus ainda muito novo. Dentre os fatores ambientais que podem atuar sobre o vírus estão a temperatura, umidade do ar, exposição à luz solar, poluentes atmosféricos, pH, velocidade do vento (TANG, 2009; CHENNAKESAVULU e REDDY; CHIN et al., 2020).

Assim como o ambiente pode ser um risco para sobrevivência do vírus, em condições específicas pode propiciar um meio ideal para estabilidade e propagação do mesmo (CHIN et al., 2020) utilizando-o como vetor, através de águas residuais contaminadas e/ou poluentes atmosféricos (CHAN et al, 2011; CHENNAKESAVULU e REDDY, 2020).

Os possíveis meios de circulação e transmissão do vírus SARS-CoV-2 no meio ambiente estão expostos na figura 1, que considera a possibilidade da transmissão fecal-oral, com a presença do vírus em esgotos e estações de tratamento, por meio de

aerossóis e poluentes atmosféricos, além do contágio por meio dos resíduos sólidos (HURAIMEL et al., 2020).

Figura 1 – Possíveis meios de circulação e transmissão do vírus SARS-CoV-2



Fonte: adaptado Huraimel et al., 2020

#### 4.1.1.1 Transmissão fecal-oral

Um dos meios onde o agente viral responsável pela COVID-19 se prolifera é no sistema gastrointestinal (GI) humano (GAO et al, 2020). Segundo Jones et al (2020) cerca de 5 a 20% dos pacientes sentem algum desconforto gastrointestinal enquanto contaminados pelo vírus. Após análise realizada em um hospital em Wuhan em pacientes contaminados, comprovou-se a presença de RNA viral SARS-CoV-2 em amostras fecais e esfregaços anais (ZHANG, W. et al, 2020), mesmo em pacientes que não apresentaram sintomas gastrointestinais (LIN et al, 2020) ou em casos assintomáticos (XU et al, 2020).

Huang et al (2020) afirmam que o melhor método de detecção do SARS-CoV-2 é através de amostras respiratórias inferiores tendo 100% de diagnósticos corretos, enquanto nas amostras fecais apenas em 69% dos casos o RNA SARS-CoV-2 foi detectado. Enquanto isso, Lo et al (2020) detectaram RNA viral em 100% dos pacientes examinados, estes apresentavam menos sintomas respiratórios, isso os fez levantar a

hipótese subtipos diferentes de manifestação de COVID-19, o tropismo pulmonar e o tropismo intestinal (WONG et al, 2020).

Wu et al (2020) testaram 74 pacientes em um hospital de Zhuhai, China, destes, 55% apresentaram resultados positivos para RNA SARS-CoV-2 nas amostras fecais e elas continuaram positivas durante uma média de 27,9 dias, isso resulta uma média de aproximadamente 11,2 dias a mais que as amostras respiratórias. Além disso, Wu et al (2020), através de análises estatísticas, sugerem a possibilidade da duração da eliminação viral nas fezes ocorra por até 5 semanas após as amostras respiratórias constarem resultados negativos.

Muitos vírus atacam o sistema gastrointestinal e utilizam este como principal rota de transmissão, como é o caso de rotavírus, norovírus, astrovírus, entre vários outros (ROVIDA et al, 2013). Quanto ao comportamento de vírus da mesma família da COVID-19, tanto SARS-CoV quanto MERS-CoV foram caracterizados com a presença de sintomas gastrointestinais e RNA viral nas amostras de fezes (ISAKBAEVA et al, 2004; GOH et al, 2013), e para Goh et al (2013) a transmissão via fecal-oral explicaria a disseminação de MERS-CoV. Segundo Goh et al (2020) o SARS-CoV-2, assim como outros CoV, têm níveis intermediários de potencial de transmissão fecal-oral, porém apresenta um diferencial perante os outros em sua casca, com camadas externas mais duras, facilitando assim seu contágio e permanência no meio ambiente. Todavia ainda não há comprovação da viabilidade de permanência e contaminação do vírus no meio ambiente (YEO et al., 2020).

Se confirmada, a transmissão fecal-oral pode potencializar e justificar os números de casos de COVID-19 principalmente em locais com acesso precário a saneamento básico, como em lugares de defecação a céu aberto, sem tratamento de água e má gestão de resíduos sólidos infecciosos (GWENZI, 2020).

#### **4.1.1.2 Presença do RNA viral em águas residuais**

Com a confirmação da carga de RNA viral em amostras de fezes (ZHANG et al, 2020) vários países detectaram o RNA SARS-CoV-2 em águas residuais (AHMED et al, 2020; WURTZER et al, 2020; FERREIRA, 2020) e alguns deles começaram a fazer o monitoramento epidemiológico através de águas residuais (WBE), na tentativa de localizar e controlar a transmissão do vírus (BIVINS et al, 2020). Porém a presença do vírus em sistemas de esgotamento sanitário pode ser um grande problema, principalmente em países em desenvolvimento, com baixos níveis de saneamento e sistemas precários ou inexistentes de tratamento dos efluentes (GUERRERO-LATORRE et al, 2020).

Randazzo et al (2020) em sua revisão abordaram a baixa possibilidade de transmissão por meio de águas residuais devido a fraca estabilidade e elevada sensibilidade a condições ambientais. Entretanto, Chan et al (2011) comprovaram a estabilidade do vírus SARS-CoV por até 3 semanas em ambiente líquido com temperatura ambiente. Em países com tratamentos eficientes isso não seria um grande problema, uma vez que a inatividade do vírus através de cloração foi confirmada (GWENZI, 2020), porém países com baixos índices de tratamento de esgoto e/ou de água pode se tornar uma fonte eminente de contaminação (GWENZI, 2020).

#### **4.1.1.3 Contaminação de rios e águas potáveis**

A sobrevivência de vírus na água depende de uma série de fatores ambientais como a luz solar, presença de matéria orgânica ou de microrganismos, mas a principal é a temperatura (PINON e VIALETTE, 2018). Casanova et al (2009) observaram a sobrevivência e infecção de coronavírus substitutos e de outros vírus na água por longos períodos em temperaturas baixas ou ambientes. Gundy et al (2009) concluíram que os coronavírus permanecem na água de abastecimento público por até 10 dias em temperatura ambiente (23°C) e até 100 dias em baixas temperaturas (4°C).

O estudo de Guerrero-Latorre et al. (2020) foi o primeiro a registrar o RNA do vírus SARS-CoV-2 nas águas de um rio urbano em Quito, Equador. Altos índices de carga viral foram quantificados, o que pode ser justificado pelo fato deste corpo hídrico receber esgoto não tratado de mais de 3 milhões de pessoas (GUERRERO-LATORRE et al., 2020). Em Milão, Rimoldi et al. (2020) detectaram a presença do RNA SARS-CoV-2 nos três rios analisados, que pode ser resultado de descargas ilícitas ou mal funcionamento das redes de esgoto.

O risco de contaminação de água potável através de transmissão fecal-oral é em áreas onde a fonte de água está próxima aos sistemas de saneamentos dos locais (GWENZI, 2020) e as comunidades mais suscetíveis a esse meio de transmissão são aquelas que residem em assentamentos informais, favelas, áreas urbanas ou rurais sem acesso a rede confiável (GWENZI, 2020). Os dados em relação aos coronavírus ainda são escassos, mas existem fatos que associam a contaminação de água potável a outros surtos de infecções humanas como a cólera, por exemplo (REBAUDET et al., 2013).

#### **4.1.2 Transmissão por meio de aerossóis**

Até o momento sabe-se que a principal via de transmissão de COVID-19 é através do contato com gotículas ( $> 10 \mu\text{m}$ ) expelidas da pessoa contaminada, por meio de tosses e espirros (PRATHER et al., 2020), estas partículas sedimentam de forma rápida devido ao seu tamanho, se depositando sobre as superfícies (KAMPF et al., 2020). Contudo, a respiração e a fala também lançam partículas menores chamadas aerossóis ( $< 10 \mu\text{m}$ ), que muitos cientistas acreditam ser uma fonte secundária de transmissão vírus, principalmente por pacientes assintomáticos (PRATHER et al., 2020; MORAWSKA e CAO, 2020; ASADI et al., 2020).

As partículas aerossolizadas permanecem no ar por mais tempo, devido ao seu menor tamanho, em forma de pluma e sofrendo dispersão através do movimento do ar e da evaporação (PRATHER et al., 2020), porém fatores ambientais podem provocar a inatividade do vírus no ar, tal como a temperatura, luz solar, umidade relativa e poluição

atmosférica (TANG, 2009), assim como outros fatores podem contribuir para a propagação do vírus, como brisas e ventos ou ainda o vírus pode se ligar a outras partículas presentes na atmosfera, poeiras e materiais particulados (PRATHER et al., 2020).

Durante a epidemia de SARS-CoV vários estudos relataram a transmissão do vírus pelo ar através de aerossóis em ambientes internos, como no surto em centros de saúde em Toronto (BOOTH et al., 2005), em aeronaves (OLSEN et al., 2003), em um complexo habitacional em Hong Kong (YU et al., 2004). Doramalen et al. (2020) constataram que a estabilidade do vírus SARS-CoV-2 em aerossóis pode permanecer por 3 horas, resultado bastante semelhante ao encontrado para SARS-CoV, o que torna possível essa rota de transmissão.

#### **4.1.2.1 Efeito da qualidade do ar**

O efeito da qualidade do ar pode estar associado ao COVID-19 de duas formas: (1) através da possível propagação do vírus através da associação do SARS-CoV-2 aos materiais particulados (PM) liberados na atmosfera (CHENNAKESAVULU e REDDY, 2020), e (2) através do enfraquecimento do sistema imunológico causado pela poluição do ar que reduz a capacidade do corpo enfrentar agentes infecciosos (ISLAM, 2020).

Chennakesavulu e Reddy (2020) realizaram o levantamento da concentração de  $PM_{2,5}$  e a ocorrência de casos e confirmaram um maior número de infectados em áreas com concentrações superiores a  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Os valores indicados pela OMS para a presença de  $PM_{2,5}$  é de  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (OMS, 2018). Os autores também concluíram que o vírus agregado a  $PM_{2,5} < 20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  pode percorrer distâncias de até 10 metros e, apesar de não confirmada a estabilidade do vírus, apontam a possibilidade do  $PM_{2,5}$  ter tido efeito positivo na transmissão de SARS-CoV-2 no sudeste asiático (CHENNAKESAVULU e REDDY, 2020).

Bontempi (2020) chegou a resultados diferentes relacionados ao  $PM_{10}$  na região norte da Itália. Mostrando que o número de casos de COVID-19 e a concentração de



PM<sub>10</sub> não tem correlação, uma vez que as cidades que registraram maior poluição atmosférica 20 dias antes do surto de casos na Itália, tiveram poucos casos da doença (BONTEMPI, 2020).

#### **4.1.2.2 Efeito da temperatura e umidade relativa**

A temperatura é um dos principais e mais influentes fatores quanto a estabilidade de vírus envelopados, como é o caso do SARS-CoV-2, pois temperaturas elevadas podem modificar proteínas virais e o genoma do vírus (TANG, 2009), podendo estar proporcionalmente relacionada aos números de casos positivos. O estudo realizado por Xie e Zhu (2020) em 122 cidades da China, obteve uma relação linear positiva entre o número de casos e temperaturas menores de 3°C, porém sem evidências que o número de casos possa diminuir com o aumento da temperatura. Prata et al. (2020) em análises efetuadas em todas as capitais brasileiras, exceto São Paulo, país de clima predominantemente tropical, concluíram que a temperatura não está relacionada ao número de casos confirmados.

A umidade relativa do ar é outro fator que pode afetar a sobrevivência do vírus em aerossóis (YANG e MARR, 2012). Segundo Dbouk e Drikakis (2020) quando a alta temperatura e baixa umidade relativa estão associados, a viabilidade do vírus diminui, pois elevam as taxas de evaporação de aerossóis contaminados. Enquanto em altas temperaturas com alta umidade relativa à pluma de aerossóis contaminados percorre distâncias significativas (DBOUK e DRIKAKIS, 2020).

#### **4.1.3 COVID-19 no Brasil**

Em fevereiro de 2020 o Brasil registrou seu primeiro caso de COVID-19 e até o momento contabiliza mais de 14,5 milhões de pessoas contaminadas, sendo o terceiro país do mundo em número de casos e mais de 300 mil óbitos (Ministério da Saúde, 2020). Segundo Auler et al. (2020) os fatores climáticos tiveram grande influência na

disseminação do vírus, mesmo o Brasil sendo um país quente, de clima tropical. Porém o modelo dos autores não considera outras variáveis essenciais para o contágio, como distanciamento social, teste populacional, lavagem das mãos e uso frequente de máscaras (RIBEIRO e SOUZA, 2020). Além disso, existem fatores políticos que podem ter levado a este surto, por exemplo, o fato de o país ter trocado de ministro da saúde três vezes durante a pandemia (FIOCRUZ, 2020). E ainda pode ter influência da grande desigualdade social e acesso precário ao saneamento básico, principalmente a falta de coleta e tratamento de esgoto (BOMBARDI e NEPOMUCENO, 2020).

## **4.2 Saneamento básico no Brasil**

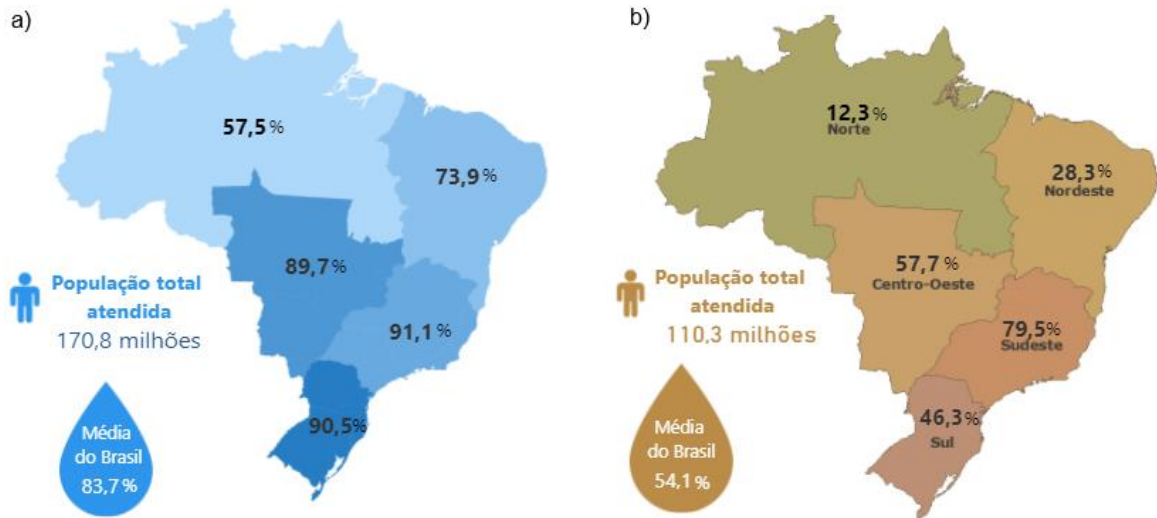
No Brasil o saneamento básico é um direito assegurado pela constituição e é definido na lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, “como o conjunto de serviços públicos, serviços e instalações operacionais de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo das águas pluviais” (BRASIL, 2007).

Uma boa qualidade nos serviços de saneamento básico é essencial para um país ser considerado desenvolvido, pois este setor está correlacionado com questões de saúde pública, garantindo qualidade de vida, e com questões ambientais, como a despoluição dos recursos hídricos (FERREIRA e GARCIA, 2017). Segundo a OMS, investir em saneamento gera vantagens econômicas para o país, uma vez que para cada dólar investido no setor de saneamento gera uma economia de 4,3 dólares na área da saúde e um ganho geral estimado de 1,5% no PIB global.

Segundo dados levantados pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) de 2019, cerca de 83,7% da população brasileira possui atendimento com rede de água, enquanto apenas 54,1% têm acesso a atendimentos com rede de esgoto e somente 46,3% do esgoto que foi gerado passou por tratamento. Os serviços de coleta de resíduos sólidos é o que abrange maior número de pessoas, sendo 92,1% da população com acesso a este serviço (SNIS, 2019). Referente ao sistema de

drenagem urbana, 81,2% dos municípios possuem algum tipo de sistema de drenagem, seja exclusivo ou individual (SNIS, 2019). Na figura 2 é possível ver a distribuição dos serviços de atendimento de água e de esgoto por região no país.

Figura 2 – Índices de saneamento básico por região no Brasil (a) parcela da população atendida com abastecimento de água; (b) parcela da população atendida com rede coletora de esgoto



Fonte: SNIS, 2019

O setor mais precário com menores índices de atendimento e tratamento é o de esgotamento sanitário, onde de 210,1 milhões de pessoas no país, cerca de 110,3 milhões têm acesso a este atendimento (SNIS, 2018). Todavia esta relação varia bastante entre as regiões do Brasil. Sendo as regiões norte e nordeste apresentando os menores índices com apenas 12.3% e 28,3%, respectivamente, da população sendo atendida pela rede de coleta de esgoto (SNIS, 2018). Os valores nas demais regiões são pouco melhores sendo a região sudeste com 79.5%, a centro-oeste com 57.7% e a sul com 46.3% (SNIS, 2019).

### 4.3 Poluição PM<sub>2,5</sub> no Brasil

A OMS alerta sobre os riscos da poluição do ar tanto para a saúde quanto para o clima e traz números alarmantes de que cerca de 91% da população mundial vive em localidades que excedem os limites de qualidade do ar. No Brasil os padrões de qualidade do ar são estabelecidos pela resolução CONAMA nº 491/2018, que tem como referência os valores de qualidade do ar recomendados pela OMS. Segundo dados do IQAir o Brasil foi o 63º país mais poluído do mundo em 2019 em relação a concentração de PM<sub>2,5</sub> com o valor médio de 15,77 µg/m<sup>3</sup>, valor considerado moderado em termos de saúde, porém acima do valor indicado pela OMS de 10 µg/m<sup>3</sup>.

As fontes de poluição são variadas e, principalmente em grandes centros urbanos, de origem antrópica, devido às indústrias e grande volume de veículos automotivos (MACIEL et al., 2019). Além disso, no Brasil um dos principais fatores de emissão de poluentes atmosféricos são as queimadas, principalmente na região conhecida por arco do desmatamento, que abrange Acre, Rondônia, sul do Amazonas, norte do Mato Grosso e leste do Pará (FILHO et al., 2013). Segundo dados do INPE (2020), de 1 de janeiro até 26 de outubro, já foram detectados 198.856 focos de incêndio no país e destes 135.718 aconteceram na região da Amazônia Legal.

## **5. MATERIAIS E MÉTODOS**

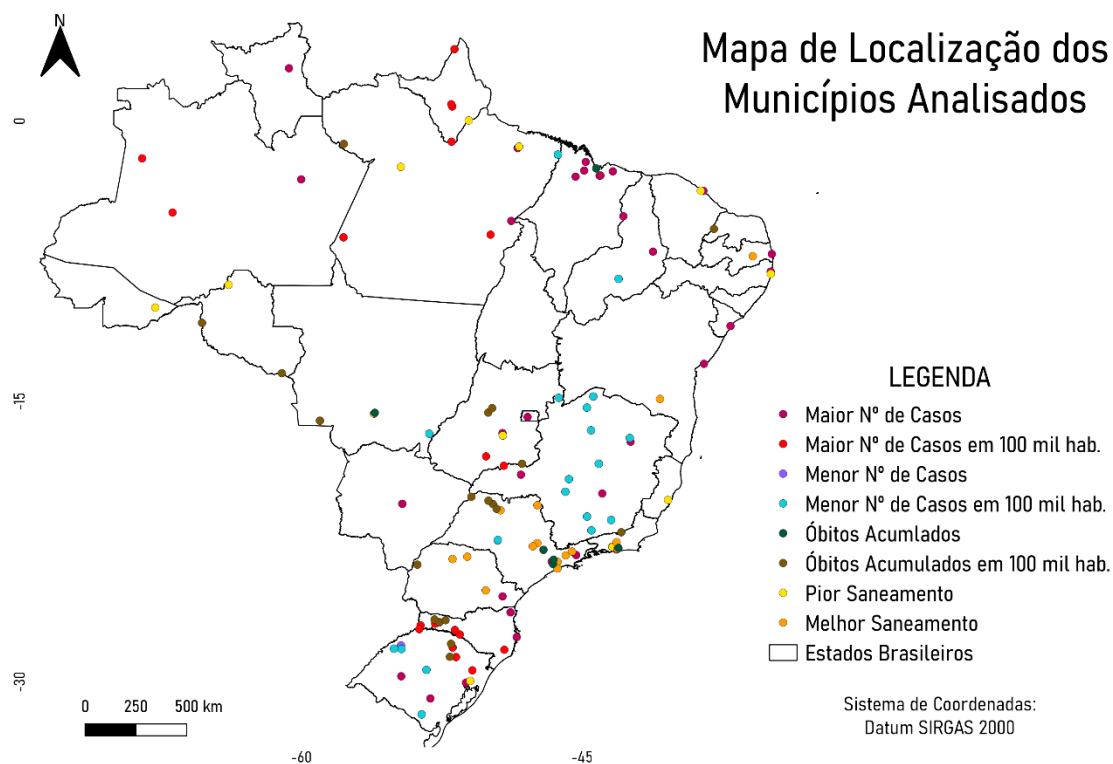
Para analisar a correlação dos casos de COVID-19 com saneamento básico e concentração de  $MP_{2,5}$  foram aplicados métodos distintos para cada um dos setores analisados.

### **5.1 Estudo de correlação do saneamento básico**

#### **5.1.1 Área de estudo**

A definição da área a ser estudada ocorreu considerando os seguintes parâmetros: a) cidades com melhores índices de saneamento no Brasil; b) cidades com piores índices de saneamento básico; c) cidades com maior incidência de COVID-19 em 100 mil habitantes; d) cidades com menor incidência de COVID-19 em 100 mil habitantes; e) cidades com maior número de casos acumulados de COVID-19; f) cidades com menor número de casos acumulados de COVID-19; g) cidades com maior número de óbitos; e h) cidades com maior número de óbitos em 100 mil habitantes. A área está representada na Figura 3 e engloba todas as regiões brasileiras, totalizando 126 municípios, de 24 Estados e o Distrito Federal, ficando fora da amostra apenas os Estados de Alagoas e Tocantins. Mais informações referentes a área podem ser consultadas no apêndice deste trabalho.

Figura 3 – Área de estudo referente a cada um dos parâmetros considerados.



Fonte: Autora, 2021.

### 5.1.2 Coleção de dados

As informações referentes ao número de casos confirmados acumulados<sup>1</sup> de COVID-19, a incidência em 100 mil habitantes, o número de óbitos e os óbitos em 100 mil habitantes foram coletadas no Painel Interativo Coronavírus Brasil<sup>2</sup>, do Ministério da Saúde (BRASIL, 2020a), referentes até o mês de março de 2021.

<sup>1</sup> Número de casos acumulados refere-se aos casos registrados desde o primeiro, que ocorreu no dia 26/02/2020, até o momento que os dados foram coletados, em 19/11/2020, às 19:30.

<sup>2</sup> [https://susanalitico.saude.gov.br/extensions/covid-19\\_html/covid-19\\_html.html](https://susanalitico.saude.gov.br/extensions/covid-19_html/covid-19_html.html)

Os dados sobre saneamento básico foram coletados no Painel de Informações sobre Saneamento<sup>3</sup> (BRASIL, 2019). As variáveis sobre saneamento consideradas neste estudo são: a) Índice de Abastecimento de água, que indica a parcela total da população, seja urbana ou rural, atendida por rede de abastecimento de água; b) Índice de Atendimento de esgoto, que representa a parcela da população, rural ou urbana, atendida por rede coletora de esgoto, com ou sem tratamento; e c) Índice de Tratamento de Esgoto, que expressa o percentual de esgoto tratado por água consumida (BRASIL, 2019).

As cidades com melhores e piores indicadores de saneamento básico do Brasil foram extraídas do Ranking do Saneamento Básico de 2020<sup>4</sup>, elaborado pelo Instituto Trata Brasil. As populações destas cidades foram obtidas no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas<sup>5</sup> com estimativas de 2020 (IBGE, 2020).

### 5.1.3 Análise estatística

As análises ocorreram de forma quantitativa bivariada com objetivo de observar a correlação entre as variáveis, que foram tabuladas no programa Excel. Primeiramente, sendo analisada a normalidade dos dados para identificar qual o melhor método de correlação a ser empregado, por meio do teste de Shapiro-Wilk, considerado o melhor teste para detectar desvios de normalidade univariada (SHAPIRO E WILK, 1965), para isso, utilizou-se o programa Jamovi, software totalmente gratuito e disponível para download.

A partir disto, aplicou-se o método mais indicado, correlação de Pearson ou correlação de Spearman, conforme o comportamento dos dados. Sendo o método de correlação de Pearson indicado quando ambas as variáveis possuem comportamento normal, este método é assim definido por Restrebo e González (2007) “seu objetivo é

---

<sup>33</sup> <http://appsniis.mdr.gov.br/indicadores/web/>

<sup>4</sup> [http://www.tratabrasil.org.br/images/estudos/itb/ranking\\_2020/Relatorio\\_Ranking\\_Trata\\_Brasil\\_2020\\_Julho\\_.pdf](http://www.tratabrasil.org.br/images/estudos/itb/ranking_2020/Relatorio_Ranking_Trata_Brasil_2020_Julho_.pdf)

<sup>5</sup> <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados>

medir a força ou grau de associação entre duas variáveis aleatórias quantitativas que apresentam distribuição normal bivariada conjunta”

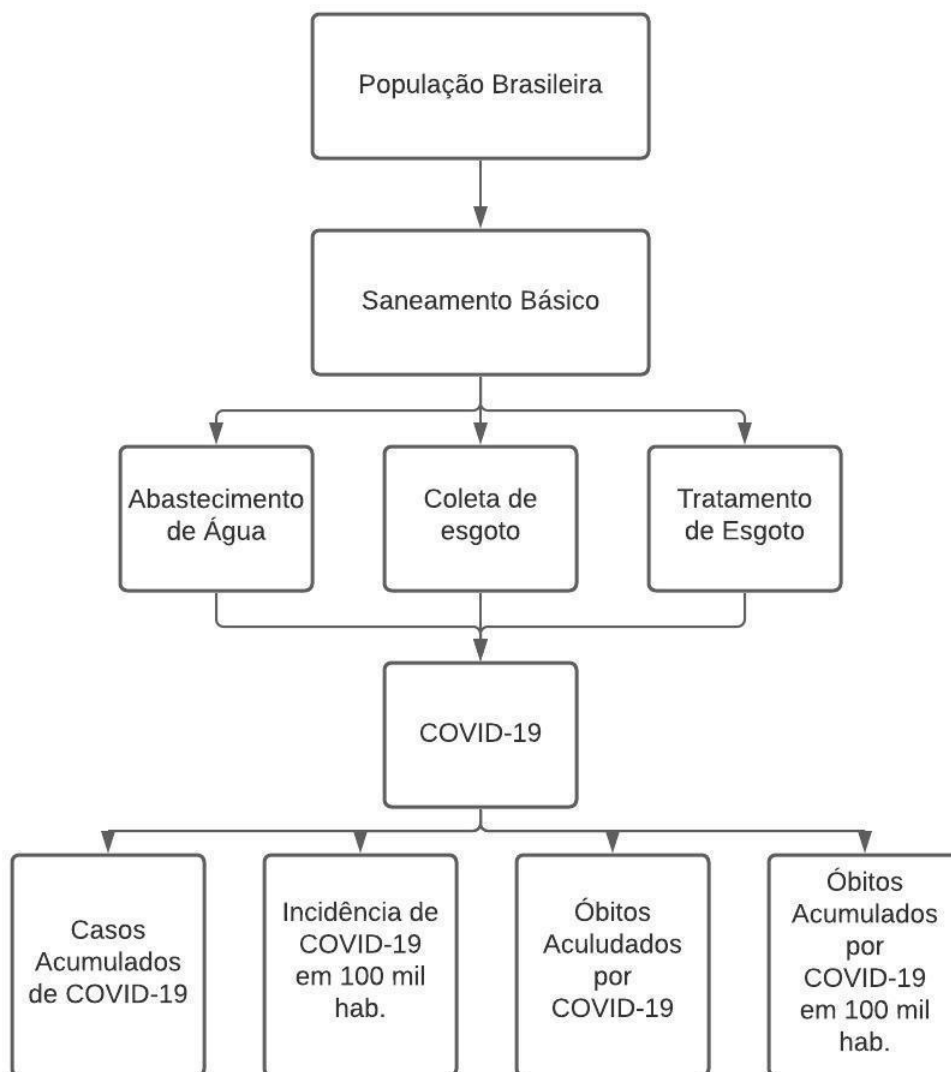
Enquanto o método de correlação de Spearman é uma técnica não paramétrica, livre de distribuição probabilística, como define Souza (2019).

O coeficiente de Spearman avalia a intensidade e o sentido da relação monótona entre duas variáveis que estejam no mínimo numa escala ordinal, tem em consideração as ordens atribuídas às observações, em vez dos valores originais, e pode ser aplicado tanto no caso de dados lineares como no caso de dados não lineares (SOUZA, 2019, p. 19).

Silva et al (2020) que realizaram um estudo semelhante a este, obtiveram dados compatíveis com esta metodologia. Para a execução dessas análises também foi utilizado do software Jamovi e se procederam da seguinte forma, como ilustra a figura 4:



Figura 4 – Desenho experimental das análises



Fonte: Autora, 2020

A correlação será considerada significativa se o valor de  $p$ , que é a significância estatística, for menor ou igual a 0,05, indicando confiabilidade de 95% nos resultados. O coeficiente de correlação ( $r$ ) sempre será um valor entre -1 e +1 e o que define quão forte é a correlação dos parâmetros analisados é a proximidade do coeficiente destes valores, sendo mais fraca a correlação quando o valor estimado do coeficiente for mais próximo a zero, como é mostrado na Tabela 1. Assim sendo, se o valor do coeficiente for negativo,

significa que as correlações são inversamente proporcionais e valores positivos são correlações diretas e proporcionais.

Tabela 1 – Índices de correlação

<b>Valor de r (+ ou -)</b>	<b>Indicador</b>
0,00 a 0,19	Correlação muito fraca
0,20 a 0,39	Correlação fraca
0,40 a 0,69	Correlação moderada
0,70 a 0,89	Correlação forte
0,90 a 1,00	Correlação muito forte

Fonte: adaptado Baba, Vaz e Costa (2014)

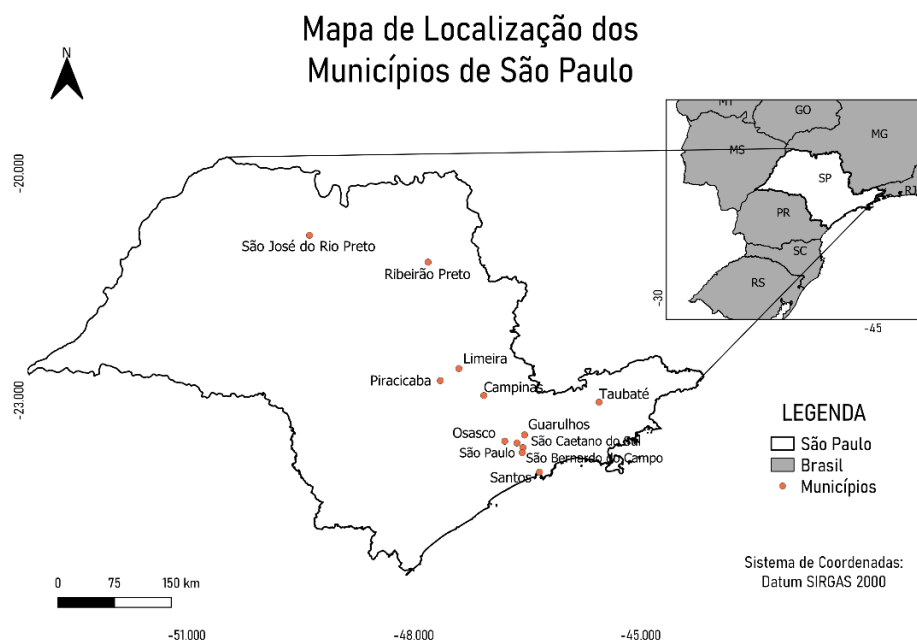
As análises serão realizadas para todo o Brasil e por regiões para ver se o coeficiente de correlação se mantém, já que o clima varia bastante entre regiões brasileiras e isto pode criar situações mais propícias para a sobrevivência do vírus.

## **5.2 Estudo da correlação de poluição atmosférica (MP<sub>2,5</sub>)**

### **5.2.1 Área de estudo**

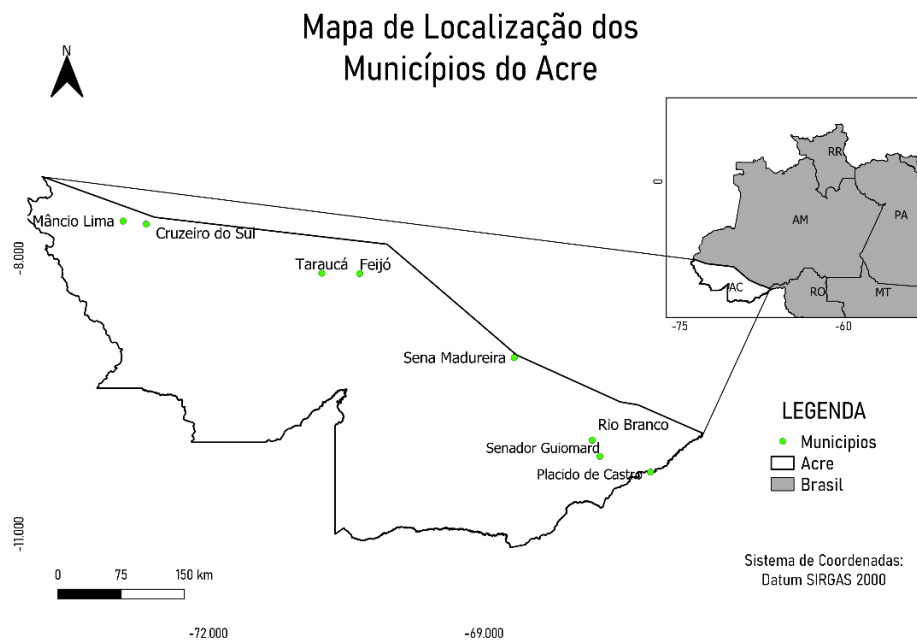
O estudo da correlação da concentração dos MP<sub>2,5</sub> com o número de ocorrências de Covid-19 e óbitos diários ocorreu nos estados do Acre e São Paulo. A escolha dessas regiões ocorreu em função da disponibilidade dos dados de monitoramento da qualidade do ar. Nas Figuras 5 e 6 são apresentados os municípios relativos ao estado de São Paulo e ao estado do Acre, respectivamente.

Figura 5 – Área de estudo referente ao estado de São Paulo.



Fonte: Autora, 2021

Figura 6 – Área de estudo referente ao estado do Acre.



Fonte: Autora, 2021.

### 5.2.2 Coleção de dados

Os dados referentes a concentração de  $MP_{2,5}$ , temperatura diária, umidade relativa e velocidade do vento foram coletados do IQAir<sup>6</sup>, site em que a qualidade do ar é atualizada em tempo real, por imagens de satélites. Serão executados levantamentos diários a respeito das concentrações de  $MP_{2,5}$ , anotando-se sempre o valor médio diário para cada município da amostra, para assim compreender como esses valores podem estar relacionados a transmissão do SARS-CoV-2, estes levantamentos ocorreram entre 26/12/2020 e 14/02/2021.

Para esta análise foram considerados os óbitos e casos novos diários de COVID-19 que foram retirados diariamente do Painel Interativo Coronavírus Brasil para as cidades que compõem a amostra. Segundo Li et al. (2020), o período médio de incubação do vírus, que se refere ao tempo entre a infecção do ser humano pelo vírus e o início dos sintomas da doença, é de 7 a 12 dias. Por tanto, o período de amostragem para o número de casos e óbitos será diferente, considerando o tempo de incubação, sendo assim o levantamento de casos novos diários ocorrerá entre 09/01/2021 e 02/03/2021.

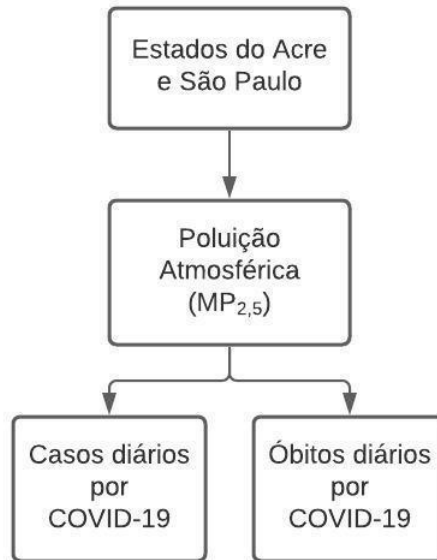
### 5.2.2 Análise estatística

A análise realizada foi quantitativa bivariada, buscando entender se há correlação entre a concentração de material particulado  $2,5 \mu m$  e novos casos de COVID-19 e óbitos diários causados pelo vírus para cada um dos municípios da amostra. Para isto, a tabulação dos dados aconteceu no programa Excel. E o processo das análises estatísticas foi efetuado da mesma maneira que para o estudo de saneamento básico, por meio do software Jamovi, com estudo da normalidade e correlação das amostras. A relação dos dados será testada para cada um dos municípios conforme o desenho experimental representado na Figura 7.

---

<sup>6</sup> <https://www.iqair.com/brazil>

Figura 7 – Desenho experimental de como ocorreu as análises entre COVID-19 e poluentes atmosféricos



Fonte: Autora, 2020.

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 6.1 Saneamento básico

A amostra total (n) do estudo de saneamento foi de 126, porém esse valor foi distinto para cada indicador de saneamento, uma vez que a disponibilidade de dados não era a mesma para os três indicadores, sendo assim as amostras tiveram 121 variáveis de abastecimento de água e 79 variáveis para os indicadores de esgotamento sanitário. Após a tabulação, os dados foram exportados para o software Jamovi, em que foi possível realizar a análise estatística de normalidade. A maioria dos dados apresentaram comportamento não-normal, sendo assim o método utilizado foi o de correlação de Spearman.

Posteriormente, foi projetado a matriz de correlação de Spearman para as variáveis escolhidas de saneamento básico: abastecimento de água, coleta de esgoto e tratamento de esgoto e COVID-19, os valores encontrados estão expostos na Tabela 2.

Foi considerada a confiabilidade dos dados de 95%, ou seja, significância estatística ( $p$ ) menor que 0,05, sendo apresentados e considerados apenas os coeficientes de correlação ( $r$ ) que se encontram neste intervalo.

Tabela 2 – Matriz de correlação dos indicadores de saneamento básico e COVID-19

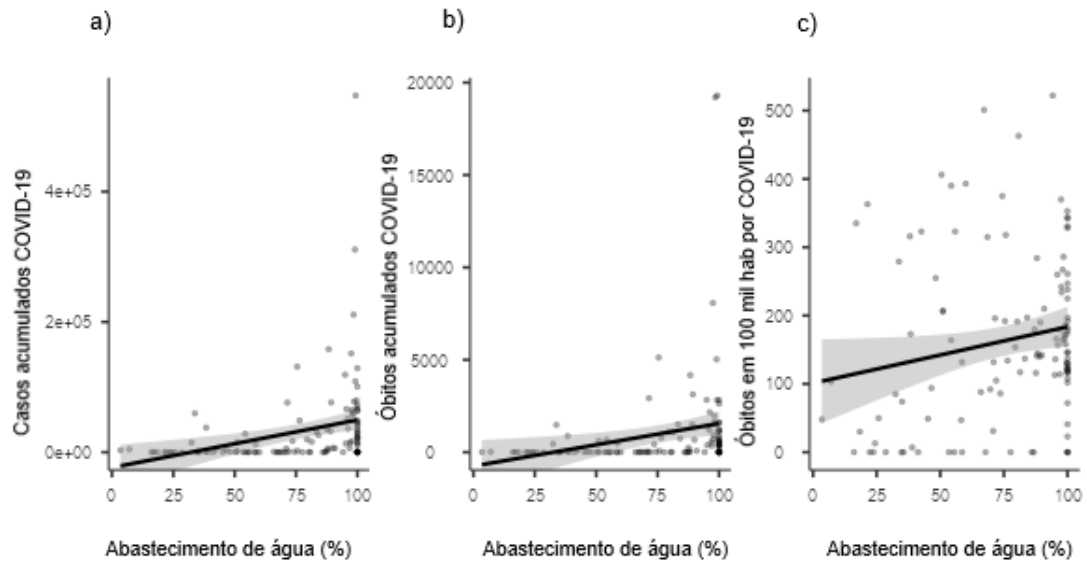
		Abastecimento de água	Coleta de esgoto	Tratamento de esgoto
Casos acumulados	$p$	< 0.001*	0.260	0.064
	$r$	0.391	-	-
Incidência em 100 mil hab.	$p$	0.177	0.572	0.653
	$r$	-	-	-
Óbitos acumulados	$p$	<0.001*	0.644	0.216
	$r$	0.374	-	-
Óbitos acumulados em 100 mil hab.	$p$	0.047*	0.888	0.342
	$r$	0.181	-	-

\*Significância estatística de 95%

Fonte: Autora, 2021

As análises indicam que não houve significância estatística de 95% entre os indicadores referentes ao esgotamento sanitário e a doença COVID-19, considerando o período de amostragem deste estudo, em nível nacional, indicando que não há correlação entre as variáveis. Ao que diz respeito ao indicador de abastecimento de água, houve correlação com três indicadores da doença, sendo: casos acumulados, óbitos acumulados e óbitos acumulados em 100 mil habitantes. Na Figura 8 estão expostas os diagramas de dispersão para estes indicadores e suas correlações.

Figura 8 – Diagramas de dispersão que apresentaram correlação entre as variáveis de COVID-19 e abastecimento de água, (a) casos acumulados de COVID-19 x abastecimento de água; (b) óbitos acumulados de COVID-19 x abastecimento de água; (c) óbitos acumulados em 100 mil hab. x abastecimento de água



Fonte: Autora, 2021

O coeficiente de correlação do indicador abastecimento de água com os casos e óbitos acumulados por COVID-19 foi de 0,391 e 0,374, respectivamente, seguindo a classificação da Tabela 1, é considerado uma correlação fraca. Enquanto isso, a correlação entre abastecimento de água e óbitos acumulados em 100 mil habitantes foi considerada muito fraca, com o valor de 0,181. Em todos os casos o coeficiente apresentou valor positivo, ou seja, as variáveis são diretamente proporcionais, indicando que o aumento de uma, no caso a taxa da população que é atendida por abastecimento de água, tende a aumentar a outra, no caso as variáveis de COVID-19. Este fato é inesperado, pois não há registros na literatura que apontem essa ocorrência (GIACOBBO et al., 2021). Porém Chan et al (2011), comprovaram que o vírus pode permanecer estável por até três semanas em ambiente líquido e cargas virais de SARS-CoV-2 foram detectadas em rios no Equador e na Itália (GUERRERO-LATORRE et al.; RIMOLDI et al., 2020). Entretanto, foi comprovado a inativação do vírus por meio da cloração

(GWENZI, 2020), principal método utilizado para tratamento de água no Brasil. Uma hipótese que explicaria a correlação apresentada, seria a ineficiência nos sistemas de tratamento de água no Brasil, não inativando totalmente o vírus.

O estudo também foi realizado para cada região do país para observar se os resultados poderiam sofrer alterações. Neste caso, a grande maioria das amostras não obtiveram significância estatística, ou seja, correlação. As únicas variáveis que apresentaram significância estatística foram a incidência de casos em 100 mil habitantes e a coleta de esgoto na região sul com o coeficiente de correlação igual a  $-0,561$ , isso indica que a correlação é moderada e inversamente proporcional, ou seja, quanto maior a taxa da população que é atendida por coleta de esgoto, menor é a incidência de COVID-19.

Martins et al. (2020), encontraram coeficientes de correlação moderados e inversamente proporcionais em cidades de três estados da região norte do país, o valor foi de  $-0,414$ , indicando que quanto maior a parcela da população receber o serviço de abastecimento de água, menor serão os números de casos da doença. Vale ressaltar que neste estudo eles consideraram a significância estatística de 90%, sendo que p-valor poderia ser um valor menor que 0,10 (MARTINS et al., 2020).

Outro estudo, desta vez realizado para todos os estados brasileiros, aponta correlação inversamente proporcional entre a incidência de COVID-19 e indicadores relacionados a água e esgotamento sanitário e mostrando não haver significância estatística que relaciona esses dados as taxas de mortalidade pelo vírus (AQUINO, 2020). Por outro lado, Silva et al. (2020) encontraram correlação significativa e inversamente proporcional entre mortalidade e os indicadores de tratamento de esgoto e abastecimento de água, com  $-0,611$  e  $-0,464$ , respectivamente. Este mesmo estudo também obteve correlação entre a incidência e estes mesmos indicadores de saneamento, sendo  $-0,526$  para tratamento de esgoto e  $-0,631$  para abastecimento de água (SILVA et al., 2020).

Esse estudo se difere dos demais pelo tamanho da amostra e tempo de análises, a maioria dos estudos foi realizado no início da pandemia, quando ainda se tinham



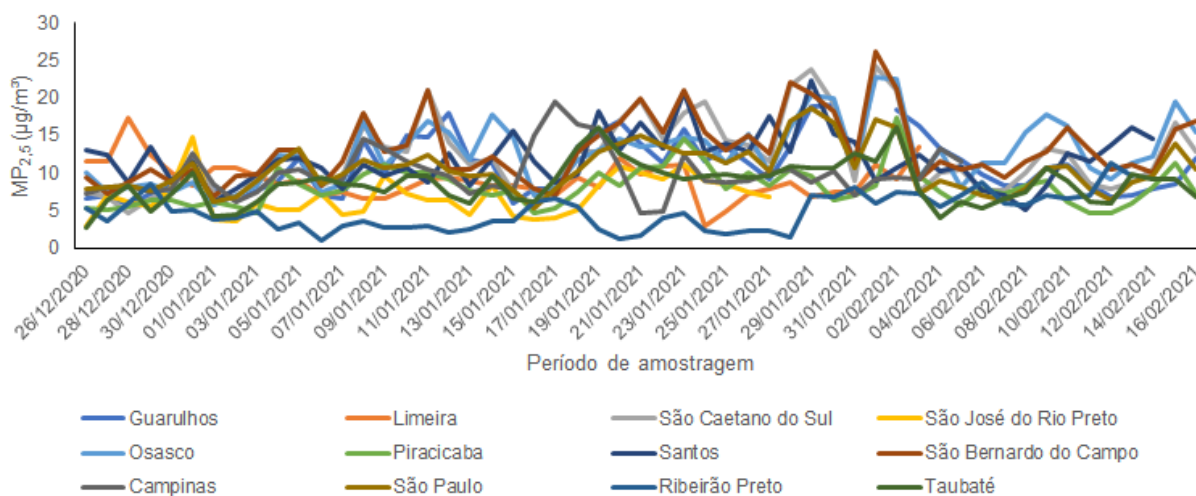
poucos dados e as regras de isolamento social eram seguidas de forma mais correta. De lá para cá, muitos fatores provocaram o avanço do vírus pelo país, como uso indevido de materiais de segurança, reabertura dos comércios, falta de políticas públicas, não cumprimento do distanciamento social, desigualdade social, entre muitos outros. Com isso, os dados podem ter sofrido influência desses fatores. Recomenda-se que esses e outros fatores sociais sejam observados conjuntamente nos próximos estudos.

Mesmo que não seja possível afirmar correlação e causalidade entre os indicadores de saneamento e a doença COVID-19, estes podem ser utilizados como ferramentas para monitorar os casos, como vem sendo feito em diversos países, por meio de Epidemiologia baseado em água (WBE) (GWENZI; 2020; BALDOVIN et al.; BETANCOURT et al., 2021), este é um caminho para identificar a parcela real da população que pode estar contaminada (GIACOBBO et al.; WIKTORCZYK-KAPISCHKE et al.; ZHU et al., 2021), afinal estudos já comprovaram a correlação positiva entre casos de COVID-19 e a concentração de RNA viral SARS-CoV-2 em águas residuais da mesma região (WEIDHAAS et al., 2021).

## **6.2 Poluição atmosférica**

Os valores referentes à concentração de material particulado 2,5 foram coletados diariamente, entre 26/12/2021 e 13/02/2021, para as cidades da amostra. Dos 12 municípios estudados no estado de São Paulo, todos, em algum momento deste período, atingiram o valor médio diário maior do que o recomendado pela OMS, de 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . O maior pico registrado foi na cidade de São Bernardo do Campo com a concentração média diária de 26,2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia 01/02/2021, que também apresentou a segunda maior média deste período, com 12,1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , sendo que em Osasco ocorreu a primeira, com 12,2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Na Figura 9 é apresentada a concentração diária durante a amostragem em cada município do estado de São Paulo estudado.

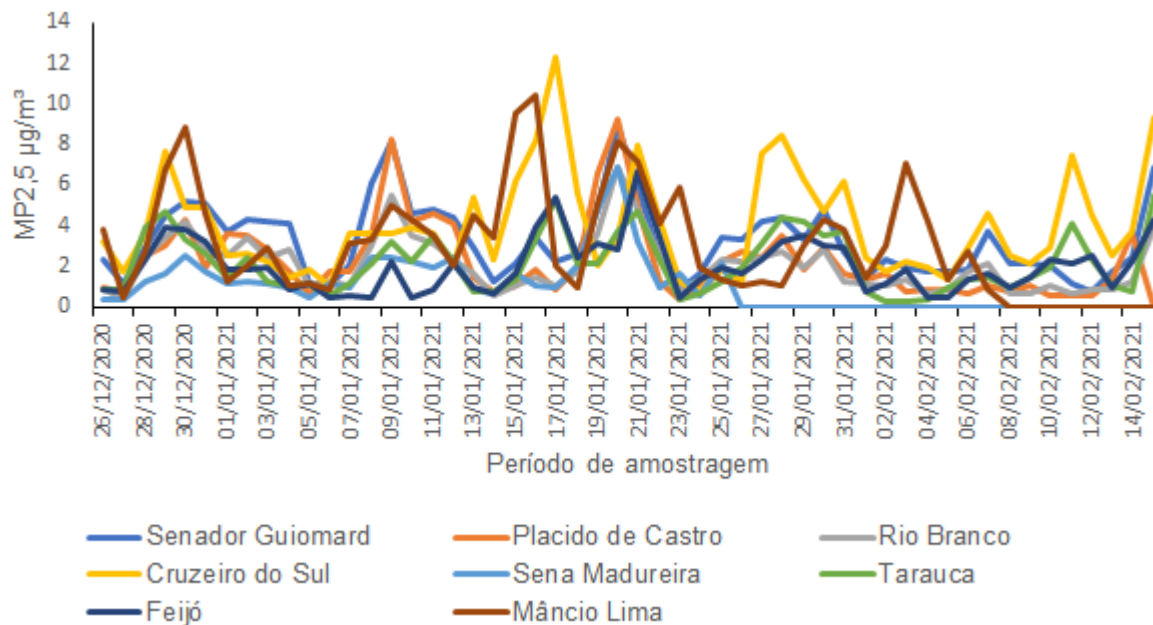
Figura 9 – Concentração diária de  $MP_{2,5}$  para o período de amostragem no estado de São Paulo



Fonte: Autora, 2021.

Diferentemente, no estado do Acre, dos oito municípios da amostra apenas dois obtiveram concentrações maiores que  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e em dois momentos, sendo em Cruzeiro do Sul o maior pico, com  $12,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia 17/01/2021 e a maior média do período, de  $3,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e em Mâncio Lima com  $10,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia 16/02/2021. Os demais municípios encontram-se dentro do padrão recomendado pela OMS, Figura 10.

Figura 10 – Concentração diária de  $MP_{2,5}$  para o período de amostragem no estado do Acre

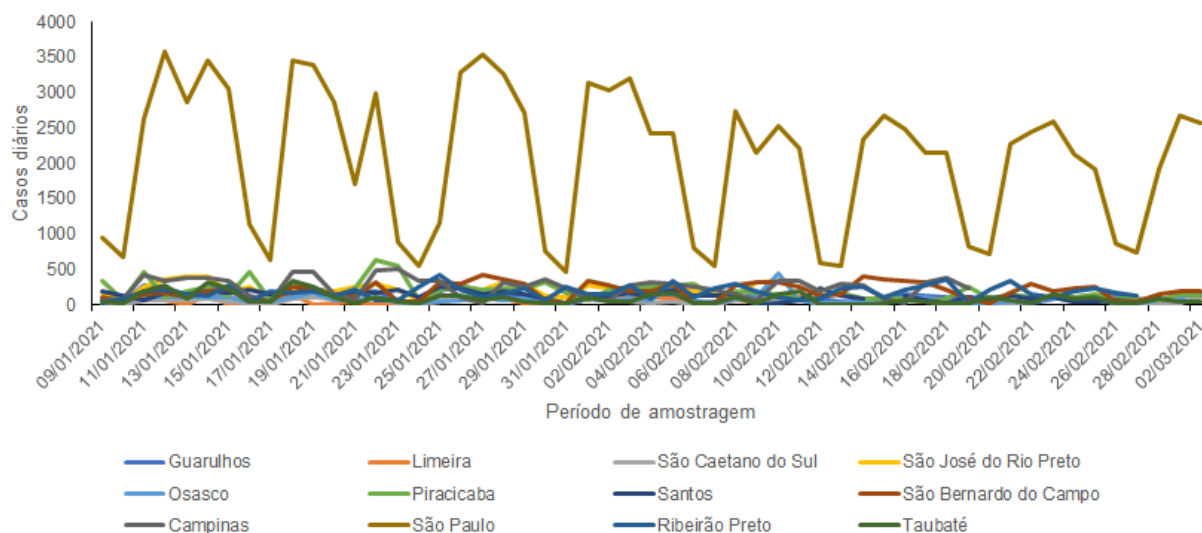


Fonte: Autora, 2021.

### 6.2.1 Casos diários de COVID-19

Referente ao número de casos diários registrados durante o período da amostra, 09/01/2021 e 02/03/2021, no estado de São Paulo, a cidade com maior número de casos positivos foi São Paulo, o que já se esperava uma vez que esta é a maior metrópole brasileira, variando os valores entre 468 e 3.580 novos casos. Os demais municípios da amostra obtiveram comportamento semelhante, apresentando entre 0 e 631 casos diariamente, Figura 11.

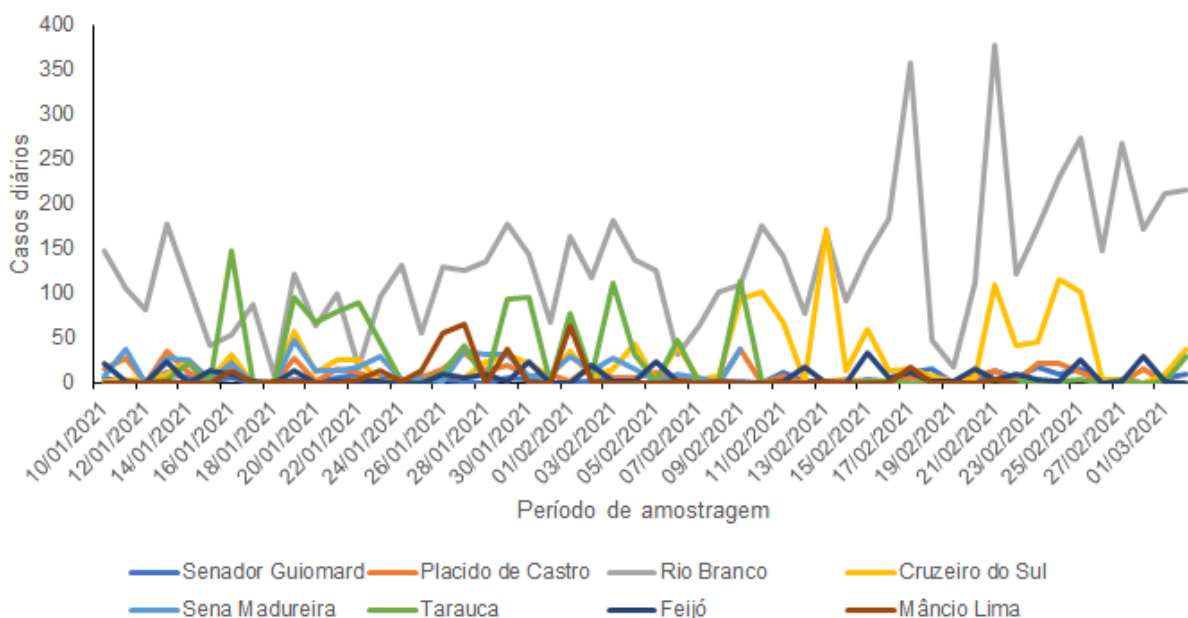
Figura 11 - Número de casos diários de COVID-19 para o período de amostragem no estado de São Paulo



Fonte: Autora, 2021.

No Acre, a capital do estado foi quem registrou os maiores picos em dois momentos, 17/02/2021 e 21/02/2021, com 358 e 378 casos, respectivamente. Os demais municípios ficaram com médias diárias menores que 50 casos, com exceção de Tarauacá, Cruzeiro do Sul e Mâncio Lima que obtiveram pontos de oscilação superior, como pode ser visto na Figura 12.

Figura 12 - Número de casos diários de COVID-19 para o período de amostragem no estado do Acre

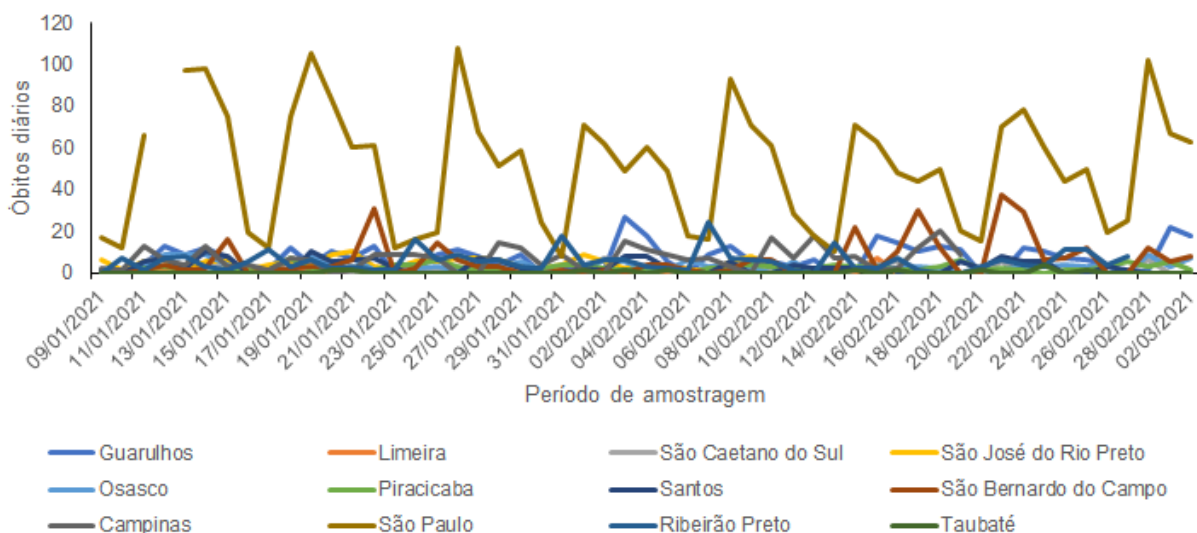


Fonte: Autora, 2021.

## 6.2.2 Óbitos diários por COVID-19

As maiores notificações de óbitos pelo SARS-CoV-2 também foram registradas na capital do estado de São Paulo, a cidade de São Paulo teve vários picos durante o período de amostra, atingindo 108 mortes pelo vírus em um dia. As demais cidades da amostra variaram entre 0 e 37 casos por dia, Figura 13. Como pode ser visto, no dia 12/01/2021 há uma falha nos dados referentes a cidade de São Paulo, isso ocorreu por conta de um erro no programa Excel no momento de tabulação dos dados, fazendo com que esse dado fosse excluído.

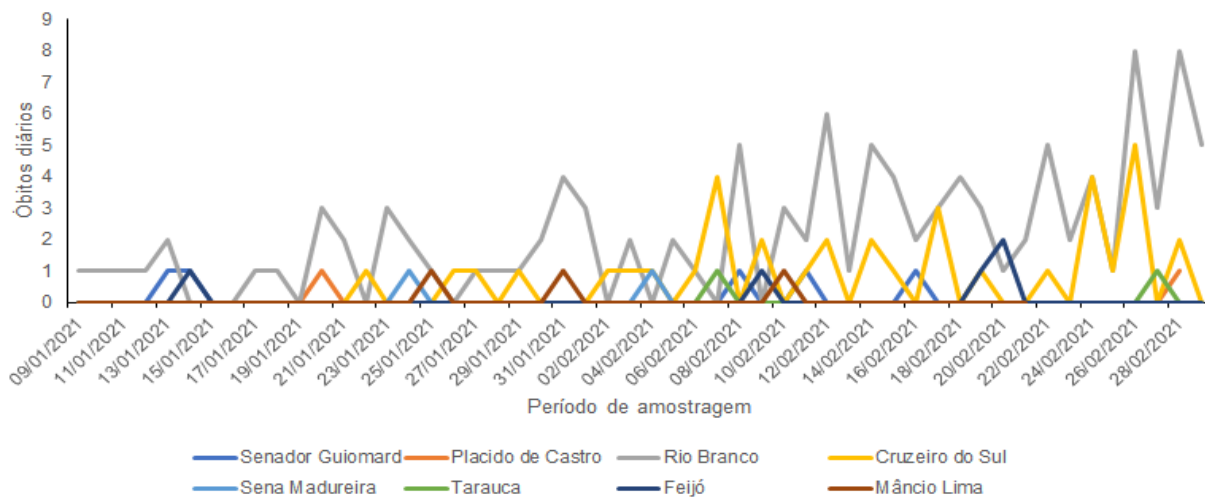
Figura 13 - Número de óbitos diários de COVID-19 para o período de amostragem no estado de São Paulo



Fonte: Autora, 2021.

No estado do Acre, a maioria das cidades da amostra não registraram mais de uma morte diária por conta da COVID-19, com ressalva dos municípios de Cruzeiro do Sul, Feijó e Rio Branco, sendo este último o detentor do maior número registrado durante o período da amostra com 8 óbitos em um dia, como apresenta a Figura 14.

Figura 14 - Número de óbitos diários de COVID-19 para o período de amostragem no estado do Acre



Fonte: Autora, 2021.

### 6.2.3 Relação poluição atmosférica x COVID-19

O primeiro passo para entender se há correlação das variáveis foi a análise da normalidade dos dados para assim entender o melhor método de correlação a ser utilizado. As análises foram realizadas para cada uma das variáveis das 20 cidades da amostra, como neste estudo são consideradas três variáveis: concentração diária de  $MP_{2,5}$ ; casos diários de COVID-19 e óbitos diários pela doença, totalizando assim 60 análises efetuadas. Destas, apenas 11 apresentaram comportamento normal, com, no máximo, uma das variáveis por amostra exibindo esse comportamento, sendo assim o método utilizado para as análises de correlação foi o de Spearman, que permite trabalhar com dados não-normais. A única exceção foi a cidade de São José do Rio Preto que apresentou normalidade nas três variáveis, com isso utilizou-se o teste de correlação de Pearson.

A matriz de correlação foi desenvolvida para todas as cidades, tanto do Acre, quanto de São Paulo, entre as variáveis de COVID-19 e a concentração de  $MP_{2,5}$  na atmosfera, sendo o total de 40 análises realizadas, com amostras de tamanhos distintos, pois o site de onde eram coletados os dados de concentração de  $MP_{2,5}$  não apresentou dados em certos períodos para algumas cidades da amostra, não havendo explicação se as falhas ocorreram no site ou nas estações de monitoramento atmosférico que lhes fornece dados. Com isso, as amostras variam entre 30 e 53 dias de coleta.

Das amostras realizadas, grande maioria não obteve significância estatística, apresentando valores maiores que 0,05, ou seja, menos de 95% de confiabilidade nos dados, ficando somente três amostras dentro deste intervalo, todas do estado de São Paulo. Destas, duas mostram uma correlação do número de óbitos e a concentração de material particulado menor que  $2,5 \mu m$  na atmosfera, sendo as cidades de Guarulhos e Taubaté, com coeficiente de correlação de 0,277 e 0,294, respectivamente. A terceira amostra que houve significância estatística foi em São Bernardo do Campo, afirmando a correlação de casos diários na cidade com o poluente  $MP_{2,5}$ , o coeficiente de correlação neste caso foi de 0,312. Em ambos os casos, o tamanho da amostra ( $n$ ) foi de 53 pares, como pode ser visto na Tabela 3, assim como os valores de significância estatística ( $p$ ) e coeficiente de correlação ( $r$ ).

Tabela 3 – Análises estatísticas das variáveis relacionadas a COVID-19 com as concentrações de MP<sub>2,5</sub>

Cidade	Número de amostras	Casos diários		Óbitos diários	
		<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>
Guarulhos	53	0,629	-	0,045*	0,277
São Bernardo do Campo	53	0,022*	0,312	0,705	-
Taubaté	53	0,875	-	0,032*	0,294

\* significância estatística de 95%

Fonte: Autora, 2021.

Segundo as definições de Baba, Vaz e Costa (2014), apresentadas na tabela 1, em todos os casos a correlação das variáveis foi fraca, pois ficaram entre 0,20 e 0,39. Além disso, todas as correlações foram positivas, ou seja, possuem relação diretamente proporcional, sendo que o aumento de uma variável ocasiona o aumento da outra ou vice-versa.

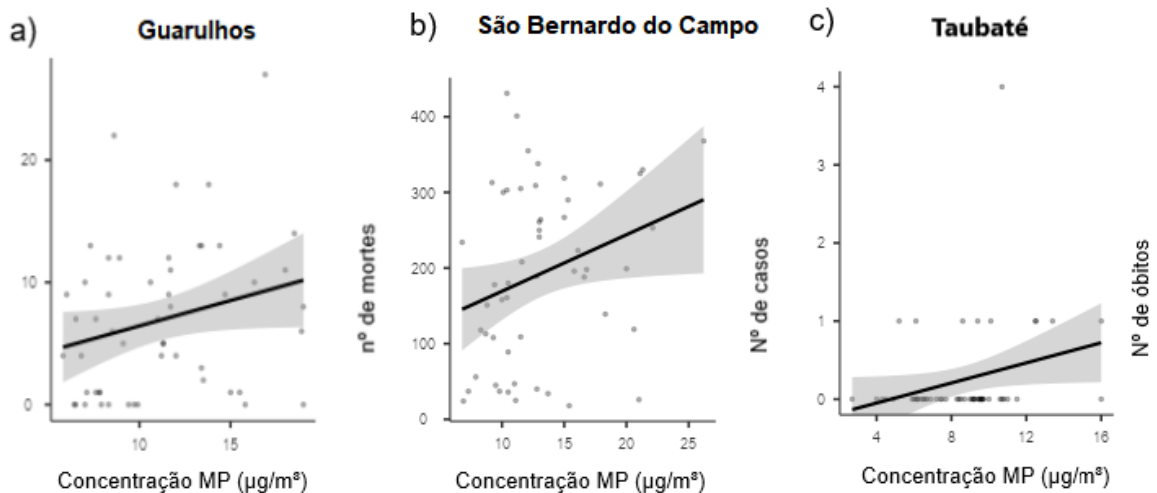
Como já citado anteriormente, São Bernardo do Campo teve a segunda maior média de concentração para o período de amostra no estado de São Paulo, e o maior valor diário chegando a 26,2 µg/m<sup>3</sup>, duas semanas após esse pico a cidade registrou 368 novos casos, valor bastante acima da média para o período de amostra na cidade que foi de 196 casos diários, podendo, assim, a quantidade de material particulado na atmosfera ter contribuído nesse acontecimento. A cidade faz parte da região do Grande ABC, localizada a sudeste da região metropolitana de São Paulo, por conta disso conta com grande presença de indústrias (VALVERDE e PAIVA, 2018) e, segundo Corá, Leirião e Miraglia (2020), entre 2008 e 2016 foi a quarta cidade com mais óbitos em decorrência da poluição atmosférica (MP<sub>2,5</sub>).

Nos municípios de Guarulhos e Taubaté, aponta-se uma baixa correlação entre os óbitos diários e a concentração de MP<sub>2,5</sub>. Em Guarulhos, a concentração média de material particulado foi de 11 µg/m<sup>3</sup> e a média de óbitos durante a amostra foi de 6,5 mortes diárias por COVID-19, sendo que o máximo registrado foram 27 óbitos em um dia, neste caso a concentração de material particulado fino na atmosfera foi de 16,9 duas semanas antes, não sendo o valor de pico do município, mas estando acima do recomendado pela OMS. Já em Taubaté, a concentração média de MP<sub>2,5</sub> foi de 9 µg/m<sup>3</sup>



e a média de óbitos diários foi 0, ao analisar individualmente, o dia com mais fatalidades registrou 4 óbitos, os dados de duas semanas que antecederam o fato, apontam a concentração de  $10,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  de material particulado 2,5 na atmosfera. Em ambos os casos, para os dias que aconteceram os maiores picos de  $\text{MP}_{2,5}$  foram registradas 0 mortes após duas semanas. Na Figura 15 estão expostas os diagramas de dispersão para as três cidades que apresentaram correlação.

Figura 15 – Diagramas de dispersão que apresentaram correlação entre as variáveis de COVID-19 e concentração de material particulado 2,5, (a) óbitos diários x concentração  $\text{MP}_{2,5}$  em Guarulhos; (b) casos diários x concentração de  $\text{MP}_{2,5}$  em São Bernardo do Campo; (c) óbitos diários x concentração de  $\text{MP}_{2,5}$  em Taubaté



Fonte: Autora, 2021

Como das 40 variáveis analisadas, apenas 3 apresentaram correlação entre os fatores, e todas indicam uma fraca relação, pode-se dizer que, para o período da amostra, os números de casos e óbitos diários não sofreram influência pela concentração de material particulado 2,5 na atmosfera. Assim como Bombardi (2020) não encontrou correlação entre  $\text{MP}_{10}$  e os casos de COVID-19 em março de 2020 na região de Lombardia, na Itália.

Em contraponto, Chennakesavulu e Reddy (2020) observaram que o maior número de casos, até maio de 2020, ocorreu em localidades com concentração de  $\text{MP}_{2,5} < 20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Aqui, neste estudo, grande parte dos dados se encontram nesta faixa e ainda assim não houve correlação, mas vale ressaltar que Chennakesavulu e Reddy, assim como outros autores, consideram outros fatores para suas análises, como temperatura,

umidade do ar, latitude, insolação, entre outros (AULER et al.; DBOUK e DRIKAKIS; TESEPU et al.; ZORAN et al., 2020).

Um estudo realizado em cinco capitais brasileiras, observou que fatores climáticos possuem influência nos casos de COVID-19, sendo que temperaturas médias mais elevadas e umidade relativa do ar intermediária podem favorecer a transmissão do vírus (AULER et al., 2020). Por conta disto a importância de investigar como a interação destes fatores com os poluentes atmosféricos pode contribuir para a disseminação da doença.

Por mais que não haja comprovação da transmissibilidade do vírus por meio de poluentes, os poluentes atmosféricos podem tornar a população mais suscetível a contrair o vírus, necessitar de ventilação mecânica ou, até mesmo, vir a óbito (ISLAM; MARTELLETTI e MARTELLETTI; STIEB et al.; PETRONI et al., 2020), pois uma exposição a longo prazo a estes poluentes causa enfraquecimento do sistema imunológico, fazendo com que o corpo tenha dificuldade em enfrentar os agentes infecciosos (CIENCEWICKI e JASPERS, 2007). Por tanto, seria relevante um estudo que leve em consideração a exposição a longo prazo a poluentes atmosféricos e os casos de COVID-19 para o Brasil.

Diversos países tiveram redução nas emissões de poluentes atmosférico durante o período de bloqueio e quarentena (URREGO e URREGO; CHEN et al.; EDWARDS et al.; ALTUWAYJIRI et al., 2020) e vinculam este fato a diminuição da mortalidade (CHEN et al., 2020). Assim como também há registros do aumento de mortes com o aumento da concentração de poluentes na atmosfera, no estado da Califórnia, nos Estados Unidos da América, por exemplo, o aumento da incidência e mortalidade pelo SARS-CoV-2, em 56,9 e 148,2%, respectivamente, foi associado a grande concentração de poluentes liberados para a atmosfera após incêndios florestais que atingiram o local, ocasionando o aumento em 220% de  $MP_{2,5}$ , 19,53% de  $O_3$  e 151% de CO na atmosfera (MEO et al., 2021).

O período de amostra deste estudo, janeiro e fevereiro de 2021, não engloba o período de grandes queimadas na região da Amazônia Legal, delimitação que inclui o estado do Acre. Segundo o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), em 2020, os maiores números de focos de incêndio neste estado foram entre agosto e outubro, com média de 2.852 focos. Durante nosso período de amostra foram registrados 5 focos

em janeiro e nenhum em fevereiro (INPE, 2021). Por tanto, recomenda-se que sejam realizados estudos minuciosos deste período para os estados da Amazônia Legal.

Um fator que reflete diretamente em ambos os estudos, tanto o de saneamento básico, quanto de poluição atmosférica, é a subnotificações de casos no Brasil. Segundo Prado et al. (2020), o número de casos de COVID-19 no país pode ser até 11 vezes maior do que é registrado e até abril de 2020 as taxas de notificações para os estados de São Paulo e do Acre eram de 8,9 e 11,4%, respectivamente. Orellana et al. (2021), destacam a subnotificação das mortes causadas pelo vírus SARS-CoV-2 em São Paulo, Rio de Janeiro, Manaus e Fortaleza, sendo que os óbitos na maior metrópole brasileira, São Paulo, podem chegar a ser até a 8 vezes maiores.

Vale ressaltar que muitos fatores que, comprovadamente, contribuem para a disseminação do SARS-CoV-2 não foram considerados neste estudo devido a sua complexidade e falta de dados, como é o caso do distanciamento social, uso de máscara, higiene, desigualdade social, políticas públicas, ocorrência de lockdown, negacionismo, entre diversos outros.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o desenvolvimento deste trabalho, observou-se correlação em três das doze análises de saneamento básico com a doença COVID-19, todas apontando relação com o indicador de abastecimento de água. Entre este indicador e as variáveis de casos acumulados e óbitos acumulados a correlação foi fraca, com coeficiente de correlação de 0,391 e 0,374. A variável óbitos acumulados em 100 mil habitantes apresentou uma correlação muito fraca com o abastecimento de água, com coeficiente de correlação de 0,181. As demais variáveis não apresentaram significância estatística no intervalo de 95%.

Na análise da concentração da concentração do  $MP_{2,5}$  e COVID-19 foram realizadas 40 análises para os estados do Acre e São Paulo, destas, três apresentaram correlação com a concentração  $MP_{2,5}$  para o período de amostragem: Guarulhos e Taubaté apresentaram relação com os óbitos diários, com o  $r$  igual a 0,277 e 0,294, respectivamente; e São Bernardo do Campo com os casos diários, com  $r$  igual a 0,312. Para todos os casos a correlação foi fraca e diretamente proporcional, ou seja, o aumento de uma variável influencia no aumento da outra.

Em ambos os estudos as correlações existentes não foram significativas, não sendo possível afirmar que as variáveis de saneamento básico e poluição atmosférica ( $MP_{2,5}$ ) tenham influência na doença COVID-19. Porém vale ressaltar que variáveis que estão diretamente ligadas a transmissão e proliferação do vírus, como, distanciamento social, uso de máscara e higienização, vêm sendo desprezadas no país desde o início da pandemia e que a falta de políticas públicas de qualidade, a enorme desigualdade socioeconômica e o negacionismo tornaram o Brasil um dos epicentros da COVID-19. Por conta disso, recomenda-se que estudos futuros levem em consideração estes e outros fatores.

## REFERÊNCIAS

AHMED W.; ANGEL N.; EDSON J.; BIBBY K.; BIVINS A.; O'BRIAN L.; CHOI P.; KITAJIMA M.; SIMPSON S.; LI J.; TSCHARKE B.; VERHAGEN R.; SMITH W.; ZAUGG J.; DIERENS L.; HUGENHOLTZ P.; THOMAS K.; MUELLER J. First confirmed detection of SARS-CoV-2 in untreated wastewater in Australia: A proof of concept for the wastewater surveillance of COVID-19 in the community. **Science of The Total Environment**, v. 728, p. 138764, agosto 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138764>>. Acesso em: 17 de outubro de 2020

AL HURAIMEL, Khalid et al. SARS-CoV-2 in the environment: Modes of transmission, early detection and potential role of pollutions. **Science of The Total Environment**, p. 140946, 2020. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7361046/>>. Acesso em: 22 de abril de 2021

ALTUWAYJIRI, Abdulmalik et al. The impact of stay-home policies during Coronavirus-19 pandemic on the chemical and toxicological characteristics of ambient PM<sub>2.5</sub> in the metropolitan area of Milan, Italy. **Science of the Total Environment**, v. 758, p. 143582, 2021. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969720371138>>. Acesso em: 15 de abril de 2021

AQUINO, Davi Santiago. Influência do acesso a saneamento básico na incidência e na mortalidade por COVID-19: análise de regressão linear múltipla nos estados brasileiros. **Revista Thema**, v. 18, p. 319-331, 2020. Disponível em: <<http://periodicos.ifsul.edu.br/index.php/thema/article/view/1798/1605>>. Acesso em: 25 de abril de 2021

ASSIRI A.; AL-TAWFIQ J.; AL-RABEEAH A.; AL-RABIAH F.; AL-HAJJAR S.; AL-BARACK A.; FLEMBAN H.; AL-NASSIR W.; BALKHY H.; AL-HAKEEM R.; MAKHDOOM H.; ZUMLA A.; MEMISH Z. Epidemiological, demographic, and clinical characteristics of 47 cases of Middle East respiratory syndrome coronavirus disease from Saudi Arabia: a descriptive study. **The Lancet Infectious Diseases**, v. 13, n. 9, p. 752-761, setembro 2013. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(13\)70204-4](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(13)70204-4)>. Acesso em:

ASADI S.; BOUVIER N.; WEXLER A.; RISTENPART W. The coronavirus pandemic and aerosols: Does COVID-19 transmit via expiratory particles? **Aerosol Science and technology**, v. 54, n. 6, p. 635-638, abril 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/02786826.2020.1749229>>. Acesso em: 19 de outubro de 2020

AULER A.; CÁSSARO F.; SILVA V.; PIRES L. Evidence that high temperatures and intermediate relative humidity might favor the spread of COVID-19 in tropical climate: A case study for the most affected Brazilian cities. **Science of The Total Environment**, v. 729, p. 139090, agosto 2020. Disponível em: < <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139090> >. Acesso em: 22 de outubro de 2020

BABA, Ricardo Kazuo; VAZ, Maria Salete Marcon Gomes; COSTA, Jéssica da. Correção de dados agrometeorológicos utilizando métodos estatísticos. **Rev. bras. meteorol.**, São Paulo , v. 29, n. 4, p. 515-526, Dec. 2014 . Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-77862014000400005&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-77862014000400005&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 03 de março de 2021

BALDOVIN, Tatjana et al. SARS-CoV-2 RNA detection and persistence in wastewater samples: An experimental network for COVID-19 environmental surveillance in Padua, Veneto Region (NE Italy). **Science of The Total Environment**, v. 760, p. 143329, 2021. Disponível em: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969720368601> >. Acesso em: 22 de abril de 2021

BETANCOURT, Walter Q. et al. COVID-19 containment on a college campus via wastewater-based epidemiology, targeted clinical testing and an intervention. **Science of the Total Environment**, v. 779, p. 146408, 2021. Disponível em: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969721014765> >. Acesso em: 23 de abril de 2021

BIVINS, A.; NORTH, D.; AHMAD, A.; AHAMED, W.; ALM, E.; BEEN, F.; BHATTACHARYA, P.; BIJLSMA, L.; BOEHM, A.B.; BROWN, J.; BUTTIGLIERI, G.; CALABRO, V.; CARDUCCI, A.; CASTIGLIONI, S.; GUROL, Z.C.; CHAKRABORTY, S.; COSTA, F.; CURCIO, S.; LOS REYES, F.L.; VELA, J.D.; FARKAS, K.; FERNANDEZ-CASI, X.; GERBA, C.; GERRITY, D.; GIRONES, R.; GONZALEZ, R.; HARAMOTO, E.; HARRIS, A.; HOLDEN, P. A.; ISLAM, M.T.; JONES, D.L.; KASPRZYK-HORDERN, B.; KITAJIMA, M.; KOTLARZ, N.; KUMAR, M.; KURODA, K.; LA ROSA, G.; MALPEI, F.; MAUTUS, M.; MCLELLAN, S. L.; MEDEMA, G.; MESCHKE, J.S.; MUELLER, J.; NEWTON, R.J.; NILSSON, D.; NOBLE, R. T.; VAN NUIJS, A.; PECCIA, J.; PERKINS, T.A.; PICKERING, A.J.; ROSE, J.; SANCHEZ, G.; SMITH, A.; STADLER, L.; STAUBER, C.; THOMAS, K.; VAN DER VOORN, T.; WIGGINTON, K.; ZHU, K.; BIBBY, K. Wastewater-Based Epidemiology: Global collaborative to maximize contributions in the fight against COVID-19. **Environment Science Technology**, v. 54, n. 13, p. 7754-7757, junho de 2020. Disponível em: < <https://10.1021/acs.est.0c02388> >. Acesso em: 20 de outubro de 2020

BOMBARDI L.; NEPOMUCENO P. **Covid-19, desigualdade social e tragédia no Brasil**. Le Monde Diplomatique Brasil, 2020. Disponível em: <<https://diplomatie.org.br/covid-19-desigualdade-social-e-tragedia-no-brasil/>>. Acesso em: 22 de outubro de 2020

BONTEMPI E.; First data analysis about possible COVID-19 virus airborne diffusion due to air particulate matter (PM): The case of Lombardy (Italy). **Environmental Research**, v. 186, p. 109639, julho 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.109639>>. Acesso em: 20 de outubro de 2020

BOOTH T.; KOURNIKAKIS B.; BASTIEN N.; HO J.; KOBASA D.; STADNYK L.; LI Y.; SPENCE M.; PATON S. HENRY B.; MEDERSKI B.; WHITE D.; LOW D.; MCGEER A.; SIMOR A.; VEARNCOMBE M.; DOWNEY J.; JAMIESON F.; TANG P.; PLUMMER F. Detection of Airborne Severe Acute Respiratory Syndrome (SARS) Coronavirus and Environmental Contamination in SARS Outbreak Units. **The Journal of Infectious Diseases**, v. 191, n. 9, p. 1472–1477, 2005. Disponível em: <<https://doi.org/10.1086/429634>>. Acesso em: 19 de outubro de 2020

BRASIL. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm)>. Acesso dia: 25/10/2020

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS)**, 2019. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/painel-informacoes-saneamento-brasil/web/painel-setor-saneamento>>. Acesso em: 26 de outubro de 2020

BRASIL. Ministério da saúde. **COVID-19 no Brasil**. Brasília, 2020a. Disponível em: <[https://susanalitico.saude.gov.br/extensions/covid-19\\_html/covid-19\\_html.html](https://susanalitico.saude.gov.br/extensions/covid-19_html/covid-19_html.html)>. Acesso em: 19 de novembro de 2020

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instituto Nacional de Meteorologia**, 2020b. Disponível em: <<https://portal.inmet.gov.br/dadoshistoricos>>. Acesso em: 25 de novembro de 2020

BRASIL. Resolução CONAMA 491, de 19 de novembro de 2018. Dispõe sobre padrões de qualidade do ar. Diário Oficial da União, Brasília, DF, n. 223, 21 de novembro de 2018. Seção 1, p. 1. Disponível em: <<https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=21/11/2018&jornal=515&pagina=155&totalArquivos=178>>. Acesso em: 26 de outubro de 2020

CASANOVA L.; RUTALA W.; WEBER D.; SOBSEY M. Survival of surrogate coronaviruses in water. **Water Research**, v. 43, n. 7, p. 1893-1898, 2009. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.watres.2009.02.002>>. Acesso em: 18 de outubro de 2020

CHAN, K.H.; POON, L.L.; CHENG, V.; GUAN, Y.; HUNG, I.; PEIRIS, J.S; PEIRIS, J.S. Detection of SARS Coronavirus in Patients with Suspected SARS. **Emerging Infectious Diseases**, v.10, nº.2, p. 294–299, 2004. Disponível em: <<https://dx.doi.org/10.3201/eid1002.030610>>. Acesso em: 17 de outubro de 2020

CHAN, K.H.; PEIRIS, J.S.; LAM, S.Y.; POON, L.L.; YUEN, K.Y.; SETO W.H. **The Effects of Temperature and Relative Humidity on the Viability of the SARS Coronavirus**. *Advances in Virology*, 2011. Disponível em: <<https://doi.org/10.1155/2011/734690>>. Acesso em: 11 de outubro de 2020

CHAN, J.F.; YUAN, S.; KOK, K.; TO, K.K.; CHU, H.; YANG, J.; XING, F.; LIU, J.; YIP, C.C.; POON, R.W.; TSOI, H.; LO, S.K.; CHAN, K.H.; POON, V.K.; CHAN, W.M.; IP, J.D.; CAI, J.P.; CHENG, V.C.; CHEN, H.; HUI, C.K.; YUEN, K.Y. A familial cluster of pneumonia associated with the 2019 novel coronavirus indicating person-to-person transmission: a study of a family cluster. *The Lancet*, v. 395, n. 10223, p. 15-21, fevereiro de 2020. Disponível em: < [https://10.1016/S0140-6736\(20\)30154-9](https://10.1016/S0140-6736(20)30154-9)>. Acesso em: 20 de outubro de 2020

CHEN, Y.; LIU, Q.; GUO, D. Emerging coronaviruses: Genome structure, replication, and pathogenesis. **Journal of Medical Virology**, v. 92, n. 10, p. 2249-2249, agosto 2020. Disponível em: < <https://doi.org/10.1002/jmv.25681> >. Acesso em: 10 de outubro de 2020

CHEN, Kai; WANG, M.; KINNEY, P.; ANASTAS, P.. Reduction in air pollution and attributable mortality due to COVID-19 lockdown—Authors' reply. **The Lancet Planetary Health**, v. 4, n. 7, p. e269, 2020. Disponível em: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2542519620301492> >. Acesso em: 11 de abril de 2021.

CHENNAKESAVULU, K.; REDDY, G. The effect of latitude and PM<sub>2.5</sub> on spreading of SARS-CoV-2 in tropical and temperate zone countries. **Environmental Pollution**, v. 266, n. 3, p. 115176, novembro 2020. Disponível em < <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.115176> >. Acesso em: 20 de outubro de 2020

CHIN, A.; CHU, J.; PERERA, M.; HUI, K.; YEN, H.L.; CHAN, M.; Stability of SARS-CoV-2 in different environmental conditions. **The Lancet Microbe**, v. 1, n. 1, p. 10, maio 2020. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/S2666-5247\(20\)30003-3](https://doi.org/10.1016/S2666-5247(20)30003-3)>. Acesso em: 27 de outubro de 2020

CIENCEWICKI, Jonathan; JASPERS, Ilona. Air pollution and respiratory viral infection. **Inhalation toxicology**, v. 19, n. 14, p. 1135-1146, 2007. Disponível em: < <https://doi.org/10.1080/08958370701665434> >. Acesso em : 20 de abril de 2021



CORÁ, B., LEIRIÃO, L., & MIRAGLIA, S.. IMPACT OF AIR POLLUTION ON PUBLIC HEALTH IN HIGH INDUSTRIALIZED MUNICIPALITIES IN THE STATE OF SÃO PAULO. **Brazilian Journal of Environmental Sciences**, volume 55, n 4, p. 498-509, julho de 2020. Disponível em: < <https://doi.org/10.5327/Z2176-947820200671> >. Acesso em: 12 de abril de 2021

CUI, J.; LI, F.; SHI, Z. Origin and evolution of pathogenic coronaviruses. **Nature Reviews Microbiology**, v. 17, p. 181–192, dezembro 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1038/s41579-018-0118-9>>. Acesso em: 13 de outubro de 2020

DBOUK T.; DRIKAKIS D. Weather impact on airborne coronavirus survival. **Physical of Fluids**, v. 32, n. 9, setembro 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1063/5.0024272>>. Acesso em: 21 de outubro de 2020

DOREMALEN, N.; MORRIS, D.H.; HOLBROOK, M.; GAMBLE, A.; WILLIAMSON, B.N.; TAMIN A.; SMITH, J.O.; WIT, E. **Aerosol and Surface Stability of SARS-CoV-2 as Compared with SARS-CoV-1**. The New England Journal of medicine, 2020. Disponível em: < <https://doi.org/10.1056/NEJMc2004973>>. Acesso em: 20 de outubro de 2020

EDWARDS, Leslie et al. Personal exposure monitoring of PM<sub>2.5</sub> among US diplomats in Kathmandu during the COVID-19 lockdown, March to June 2020. **Science of The Total Environment**, v. 772, p. 144836, 2021. Disponível em: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969720383698> >. Acesso em: 12 de abril de 2021.

FERREIRA, M.; GARCIA, M. Saneamento básico: meio ambiente e dignidade humana. **Dignidade Re-Vista**, v. 2, n. 3, p. 12, July 2017. ISSN 2525-698X. Disponível em: <<http://periodicos.puc-rio.br/index.php/dignidaderevista/article/view/393>>. Acesso em: 25 de outubro de 2020.

FILHO, V.; ARTAXO, P.; HACON, S.; CARMO, C.; CIRINO, G. Aerossóis de queimadas e doenças respiratórias em crianças, Manaus, Brasil. **Revista de Saúde Pública**, v. 47, n. 2, junho 2013. Disponível em: < <https://doi.org/10.1590/S0034-8910.2013047004011> >. Acesso em: 26 de outubro de 2020

FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ. Fiocruz divulga estudo sobre a presença do novo coronavírus em esgotos sanitários. **FIOCRUZ**, maio de 2020. Disponível em: < <https://portal.fiocruz.br/noticia/fiocruz-divulga-estudo-sobre-presenca-do-novo-coronavirus-em-esgotos-sanitarios> >. Acesso em: 26/10/2020

FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ. Troca de ministros na pandemia. Radis Comunicação e saúde. **FIOCRUZ**, maio de 2020. Disponível em: < <https://radis.ensp.fiocruz.br/index.php/home/noticias/troca-de-ministros-na-pandemia#access-content> >. Acesso em: 23/10/2020

GAO, Q.Y.; CHEN, Y.X.; FANG, J.Y. 2019 Novel coronavirus infection and gastrointestinal tract. **Journal of Digestive Diseases**, v. 21, n. 3, p. 125-126, março 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/1751-2980.12851>>. Acesso em: 15 de outubro de 2020

GIACOBBO, Alexandre et al. A critical review on SARS-CoV-2 infectivity in water and wastewater. What do we know?. **Science of The Total Environment**, p. 145721, 2021. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969721007889#f0025>>. Acesso em: 16 de abril de 2021

GOH, G.; DUNKER, A.K.; UVERSKY, V. **Prediction of Intrinsic Disorder in MERS-CoV/HCoV-EMC Supports a High Oral-Fecal Transmission.** PLOS Currents Outbreaks, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1371/currents.outbreaks.22254b58675cdebc256dbe3c5aa6498b>>.

Acesso em: 14 de outubro de 2020

GOH, G.; DUNKER, A.K.; FOSTER, J.A.; UVERSKY, V. Shell disorder analysis predicts greater resilience of the SARS-CoV-2 (COVID-19) outside the body and in body fluids. **Microbial Pathogenesis**, v. 144, p. 104177, julho 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.micpath.2020.104177>>. Acesso em: 14 de outubro de 2020

GUERRERO-LATORRE, L.; BALLESTEROS, I.; VILLACRES-GRANDA, I.; GRANDA, M.; FREIRE-PASPUEL, B.; RIOS-TOUMA, B. SARS-CoV-2 in river water: Implications in low sanitation countries. **Science of The Total Environment**, v. 743, p. 140832, novembro 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140832>>. Acesso em: 17 de outubro de 2020

GUNDY, P.M.; GERBA, C.P.; PEPPER, I.L.; Survival of Coronaviruses in Water and Wastewater. **Food Environ Virol**, v. 1, n. 10, 2009. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s12560-008-9001-6>>. Acesso em: 18 de outubro de 2020

GWENZI, W. Leaving no stone unturned in light of the COVID-19 faecal-oral hypothesis? A water, sanitation and hygiene (WASH) perspective targeting low-income countries. **Science of The Total Environment**, v. 753, p. 141751, janeiro 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141751>>. Acesso em: 16 de outubro de 2020

HUANG, Y.; CHEN, S.; YANG, Z.; GUAN, W.; LIU, D.; LIN, Z.; ZHANG, Y.; XU, Z.; LIU, X.; LI, Y. SARS-CoV-2 Viral Load in Clinical Samples from Critically Ill Patients. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v. 201, n. 11, p. 1435-1438, abril 2020.

Disponível em: < <https://doi.org/10.1164/rccm.202003-0572LE> >. Acesso em: 15 de outubro de 2020

ISAKBAEVA, E.; KHETSURIANI, N.; BEARD, R.S.; PECK, A.; ERDMAN, D.; MONROE, S.S.; TONG, S.; KSIAZEK, T.G.; LOWTHER, S.; SMITH I.; ANDERSON, L.J.; LINGAPPA, J.; WIDDOWSON, M.A. SARS-associated Coronavirus Transmission, United States. **Emerging Infectious Diseases**, v. 10, n. 2, p. 225-231, fevereiro 2004. Disponível em: < <https://dx.doi.org/10.3201/eid1002.030734> >. Acesso em: 14 de outubro de 2020

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (BRASIL). **Programa Queimadas**. 2021. Disponível em: < <http://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/portal-static/situacao-atual/> >. Acesso em: 26 de março de 2020.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Ranking do Saneamento 2020 (SNIS 2018)**. São Paulo, março de 2020. Disponível em: < [http://tratabrasil.com.br/images/estudos/itb/ranking\\_2020/Relatorio\\_Ranking\\_Trata\\_Brasil\\_2020\\_Julho\\_.pdf](http://tratabrasil.com.br/images/estudos/itb/ranking_2020/Relatorio_Ranking_Trata_Brasil_2020_Julho_.pdf) >. Acesso em: 23 de outubro de 2020

IQAir. **Qualidade do ar no Brasil**. 2020. Disponível em: < <https://www.iqair.com/brazil> >. Acesso em: 17 de novembro de 2020

ISLAM, M.T. Environmental Integrants Affecting the Spreadability of SARS-CoV-19. **Food Environ Virol**, v. 12, p. 278–279, julho 2020. Disponível em: < <https://doi.org/10.1007/s12560-020-09435-z> >. Acesso em: 20 de outubro de 2020

JONES, D.L.; BALUJA, M.; GRAHAM, D.W.; CORBISHLEY A.; MCDONALD, J.E.; MALHAM, S.K.; HILLARY, L.S.; CONNOR, T.R.; GAZE, W.H.; MOURA, I.B.; WILCOX, M.H.; FARKAS, K. Shedding of SARS-CoV-2 in feces and urine and its potential role in person-to-person transmission and the environment-based spread of COVID-19. **Science of the Total Environment**, v. 749, p. 141364, dezembro 2020. Disponível em: < <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141364> >. Acesso em:

KAMPF, G.; TODT, D.; PFAENDER, S.; STEUNMANN, E. Persistence of coronaviruses on inanimate surfaces and their inactivation with biocidal agents. **The Journal of Hospital Infection**, v. 104, n. 3, p. 246–251, março 2020. Disponível em: < [https://www.3tres3.com.br/abstracts/persistencia-de-coronavirus-nas-superficies-e-inativacao-com-biocidas\\_302/](https://www.3tres3.com.br/abstracts/persistencia-de-coronavirus-nas-superficies-e-inativacao-com-biocidas_302/) >. Acesso em: 11 de outubro de 2020

LEUNG, C.C.; LAM, H.T.; CHENG, K.K. Mass masking in the COVID-19 epidemic: people need guidance. **The Lancet**, v. 395, n. 10228, p. 945, março 2020. Disponível em: < [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30520-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30520-1) >. Acesso em: 15 de outubro de 2020

LI, Qun . Early transmission dynamics in Wuhan, China, of novel coronavirus–infected pneumonia. **New England journal of medicine**, 2020. Disponível em: < <https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMOa2001316> >. Acesso em: 10 de abril de 2021

LIN, L.; JIANG, X.; ZHANG, Zhenlinh; HUANG, S.; ZHANG, Zhenyi; ZHAOXIONG, F.; ZHIQIANG, G.; LIANGQING, G.; SHI, H.; MAI, L.; LIN, X.; LAI, R.; LI, R. Gastrointestinal symptoms of 95 cases with SARS-CoV-2 infection. **Gut**, v. 69, n. 3, p. 997-1001, maio 2020. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1136/gutjnl-2020-321013>>. Acesso em: 15 de outubro de 2020

LO, I.; LIO, C.; CHEONG, H.H; LEI, C.; CHEONG, T.; ZHONG, X.; YAKUN, T.; SIN, N.N.; Evolution of SARS-CoV-2

RNA shedding in clinical specimens and clinical characteristics of 10 patients with COVID-19 in Macau. **International Journal of Biological Sciences**, v. 16, n. 10, p. 1698-1707, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.7150/ijbs.45357>>. Acesso em: 15 de outubro de 2020

LUK, H.; LI, X.; FUNG, J.; LAU, S.; WOO, P. Molecular epidemiology, evolution and phylogeny of SARS coronavirus. **Infection , Genetics and Evolution**, v. 71, p. 21-30, julho 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.meegid.2019.03.001> >. Acesso em: 10 de outubro de 2020

MACIEL, C.; GURGEL, J.A.; CAVALCANTI, L.; SOUZA, M. Poluição atmosférica: consequências para a saúde da população brasileira. **Journal of Medicine and Health Promotion**, v. 4, n. 2, p. 1153-1159, abril/junho 2019. Disponível em: < <http://jmhp.fiponline.edu.br/pdf/cliente=13-0eb7d9ad9373a7c8d44d0834fb5656a1.pdf> >. Acesso em: 26 de outubro 2020

MARTELLETTI, L., MARTELLETTI, P. Air Pollution and the Novel Covid-19 Disease: a Putative Disease Risk Factor. **SN Compr. Clin. Med.** **2**, 383–387 (2020). Disponível em: < <https://doi.org/10.1007/s42399-020-00274-4> >. Acesso em: 19 de abril de 2021

MARTINS, B.; MAIA, C.; FEITOSA, A.; DIAS, A. Correlação entre o acesso ao serviço de água e incidência por COVID-19 em municípios da região norte do país. **17º congresso nacional do meio ambiente**, v. 12, n. 1. 2020. Disponível em: < <http://www.meioambientepocos.com.br/ANAIS%202020/261%20CORRELA%C3%87%C3%83O%20ENTRE%20ACESSO%20AO%20SERVI%C3%87O%20DE%20C3%81GUA%20E%20INCID%C3%8ANCIA%20POR%20COVID-19%20EM%20MUNIC%C3%8DPIOS%20DA%20REGI%C3%83O%20NORTE%20DO%20PA%C3%8DS.pdf> >. Acesso em: 22 de abril de 2021.

MEO, Sultan Ayoub et al. Effect of environmental pollutants PM-2.5, carbon monoxide, and ozone on the incidence and mortality of SARS-COV-2 infection in ten wildfire affected counties in California. **The Science of the Total Environment**, v. 757, p. 143948, 2021. Disponível em: <

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969720374799> >. Acesso em: 13 de abril de 2021

MORAWSKA, L.; CAO, J. Airborne transmission of SARS-CoV-2: The world should face the reality. **Environment International**, v. 139, p. 105730, junho de 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105730>>. Acesso em: 19 de outubro de 2020

OLSEN, S.; CHANG, H.L.; CHEUNG, T.; TANG, A.; FISK, T.L.; OOI, S.; KUO, H.W.; JIANG, D.; CHEN, K.T.; LANDO, J.; HSU, K.H.; JINN, T. Transmission of the Severe Acute Respiratory Syndrome on Aircraft. **The New England Journal of Medicine**, v. 349, p. 2416-2422, dezembro 2003. Disponível em: <<https://doi.org/10.1056/NEJMoa031349>>. Acesso em: 20 de outubro de 2020

ORELLANA, Jesem Douglas Yamall et al. Excesso de mortes durante a pandemia de COVID-19: subnotificação e desigualdades regionais no Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 37, p. e00259120, 2021. Disponível em: <<https://www.scielosp.org/article/csp/2021.v37n1/e00259120/>>. Acesso em: 18 de abril de 2021

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. Water, sanitation, hygiene, and waste management for SARS-CoV-2, the virus that causes COVID-19. OMS, 2020. Disponível em: <<https://www.who.int/publications/i/item/water-sanitation-hygiene-and-waste-management-for-the-covid-19-virus-interim-guidance>>. Acesso em: 13 de outubro de 2020

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Water sanitation hygiene: Economics**. Disponível em: <[https://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/monitoring/economics/en/](https://www.who.int/water_sanitation_health/monitoring/economics/en/)>. Acesso em: 25 de outubro de 2020

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Poluição do ar**. Disponível em: <[https://www.who.int/health-topics/air-pollution#tab=tab\\_2](https://www.who.int/health-topics/air-pollution#tab=tab_2)>. Acesso em: 24 de outubro de 2020

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE. Folha informativa COVID-19 - Escritório da OPAS e da OMS no Brasil, 2020. Disponível em: <<https://www.paho.org/pt/covid19>>. Acesso em: 13 de outubro de 2020

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE. Nove em cada dez pessoas em todo o mundo respiram ar poluído. 2018. Disponível em: <[https://www.paho.org/bra/index.php?option=com\\_content&view=article&id=5654:nove-em-cada-dez-pessoas-em-todo-o-mundo-respiram-ar-](https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=5654:nove-em-cada-dez-pessoas-em-todo-o-mundo-respiram-ar-)>

poluido&Itemid=839#:~:text=O%20PM2.,%CE%BCg%2Fm3%20(para%20PM2 >. Acesso em: 22 de outubro de 2020.

PETRONI, Michael et al. Hazardous air pollutant exposure as a contributing factor to COVID-19 mortality in the United States. **Environmental Research Letters**, v. 15, n. 9, p. 0940a9, 2020. Disponível em: < <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/abaf86> >. Acesso em: 11 de abril de 2021

PHAN, T.  
Novel coronavirus: From discovery to clinical diagnostics. **Infection, Genetics and Evolutin**, v. 79, p. 104211, abril 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.meegid.2020.104211> >. Acesso em: 10 de outubro de 2020

PINON, A.; VIALETEE, M. Survival of Viruses in Water. **Intervirolgy**, v. 61, n. 5, p. 214-222, janeiro 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1159/000484899> >. Acesso em: 18 de outubro de 2020

PRADO, Marcelo Freitas do et al. Análise da subnotificação de COVID-19 no Brasil. **Revista Brasileira de Terapia Intensiva**, n. ahead, 2020. Disponível em: < [https://scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:W107FpGLAFUJ:scholar.google.com/+subnotifica%C3%A7%C3%A3o+de+casos+de+covid+brasil&hl=pt-BR&as\\_sdt=0,5](https://scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:W107FpGLAFUJ:scholar.google.com/+subnotifica%C3%A7%C3%A3o+de+casos+de+covid+brasil&hl=pt-BR&as_sdt=0,5) >. Acesso em: 10 de abril de 2021.

PRATA, D.N.; RODRIGUES, W.; BERMEJO, P.H. Temperature significantly changes COVID-19 transmission in (sub)tropical cities of Brazil. **Science of the Total Environment**, v. 729, p. 138862, agosto 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138862> >. Acesso em: 21 de outubro de 2020

PRATHER, K.A.; WANG, C.C.; SCHOOLEY, R.T. Reducing transmission of SARS-CoV-2. **Science**, v. 368, n. 6498, p. 1422-1424, junho 2020. Disponível em: < <https://doi.org/10.1126/science.abc6197> >. Acesso em: 11 de outubro de 2020

RANDAZOO, W.; TRUCHADO, P.; CUEVAS-FERRANDO, E.; SIMON, P.; ALLENDE, A.; SANCHEZ, G. SARS-CoV-2 RNA in wastewater anticipated COVID-19 occurrence in a low prevalence area. **Water Research**, v. 181, p. 115942, agosto 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.watres.2020.115942> >. Acesso em: 17 de outubro de 2020

RESTREPO B, Luis F; GONZALEZ L, Julián. De Pearson a Spearman. **Rev Colomb Cienc Pecuaria**, Medellín , v. 20, n. 2, p. 183-192, June 2007 . Disponível em: <[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-06902007000200010&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-06902007000200010&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em : 03 de março de 2021.

RIBEIRO, A.L.; SOUZA, N. Besides the climate model, other variables driving the COVID-19 spread in Brazil. **Science of the Total Environment**, v. 737, p. 140211, outubro 2020.

Disponível em: < <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140211>>. Acesso em: 22 de outubro de 2020

REBAUDET, S.; SUDRE, B.; FAUCHER, B.; PIARROUX, R. Environmental Determinants of Cholera Outbreaks in Inland Africa: A Systematic Review of Transmission Foci and Propagation Routes, **The Journal of Infectious Diseases**, v. 208, n. 1, p. 46-54, novembro 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1093/infdis/jit195>>. Acesso em:

RIMOLDI, S.; STEFANI, F.; GIGANTIELLO, A.; POLESELLO, S.; COMANDATORE, F.; MILETO, D.; MARESCA, M.; LONGOBARDI, C.; MANCON, A.; ROMERI, F.; PAGANI, C.; CAPPELLI, F.; ROSCIOLI, C.; MOJA, L.; GISMONDO, M.R., SALERNO, F. Presence and infectivity of SARS-CoV-2 virus in wastewaters and rivers. **Science of the Total Environment**, v. 744, p. 140911, novembro 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140911>>. Acesso em: 18 de outubro de 2020

RODRÍGUEZ-URREGO, Daniella; RODRÍGUEZ-URREGO, Leonardo. Air quality during the COVID-19: PM2.5 analysis in the 50 most polluted capital cities in the world. **Environmental Pollution**, p. 115042, 2020. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0269749120337635>>. Acesso em: 16 de abril de 2021

ROVIDA, F.; CAMPANINI, G.; PIRALLA, A.; ADZASEHOUN, K.; SARASINI, A.; BALDANTI, F. Molecular detection of gastrointestinal viral infections in hospitalized patients. **Diagnostic Microbiology and Infectious Disease**, v. 77, n. 3, p. 231-235, novembro 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.diagmicrobio.2013.07.020>>. Acesso em: 14 de outubro de 2020

SILVA, Renata Rocha da et al. Coronavirus disease and basic sanitation: too early to be worried?. **Rev. Soc. Bras. Med. Trop.**, Uberaba, v. 53, e20200345, 2020. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0037-86822020000100656&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0037-86822020000100656&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 23 de abril de 2021

SONG, Z.; XU, Y.; BAO, L.; ZHANG, L.; YU, P.; QU, Y.; ZHU, H.; ZHAO, W.; HAN, Y.; QIN, C. From SARS to MERS, Thrusting Coronaviruses into the Spotlight. **Viruses**, v. 11, n. 1, janeiro 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/v11010059>>. Acesso em: 10 de outubro de 2020

SOUZA, A. Coeficiente de correlação de Pearson e coeficiente de correlação de Spearman. O que medem e em que situações devem ser utilizados?. **Correio dos Açores: Matemática**, 21 de Março de 2019, p. 19. Disponível em: <[https://repositorio.uac.pt/bitstream/10400.3/5365/1/Sousa\\_CA\\_21%20Mar%c3%a7o%202019.pdf](https://repositorio.uac.pt/bitstream/10400.3/5365/1/Sousa_CA_21%20Mar%c3%a7o%202019.pdf)>. Acesso em: 18 de novembro de 2020

STIEB, David M. et al. An ecological analysis of long-term exposure to PM<sub>2.5</sub> and incidence of COVID-19 in Canadian health regions. **Environmental research**, v. 191, p. 110052, 2020. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S001393512030949X>>. Acesso em: 18 de abril de 2021

TANG, J.

The effect of environmental parameters on the survival of airborne infectious agents. **Journal of the Royal Society Interface**, v. 6, p. 737-746, setembro 2009. Disponível em: <<https://doi.org/10.1098/rsif.2009.0227.focus>>. Acesso em: 27 de outubro de 2020

TOSEPU, Ramadhan et al. Correlation between weather and Covid-19 pandemic in Jakarta, Indonesia. **Science of The Total Environment**, v. 725, p. 138436, 2020. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969720319495?via%3Dihub>>. Acesso em: 14 de abril de 2021

VALVERDE, María Cleofé; DE PAIVA JUNIOR, Humberto. Air temperature and urban emissions in an industrial region of São Paulo, Brazil. **Acta Brasiliensis**, [S.l.], v. 2, n. 2, p. 45-52, maio 2018. ISSN 2526-4338. Disponível em: <<http://revistas.ufcg.edu.br/ActaBra/index.php/actabra/article/view/90>>. Acesso em: 20 abril. 2021.

WEIDHAAS, Jennifer et al. Correlation of SARS-CoV-2 RNA in wastewater with COVID-19 disease burden in sewersheds. **Science of The Total Environment**, v. 775, p. 145790, 2021. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969721008573>>. Acesso em: 14 de abril de 2021

WIKTORCZYK-KAPISCHKE, Natalia et al. SARS-CoV-2 in the environment—non-droplet spreading routes. **Science of the Total Environment**, p. 145260, 2021. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969721003260?via%3Dihub>>. Acesso em: 18 de abril de 2021

WONG, S.; LUI, R.; SUNG, J. Covid-19 and the digestive system. **Journal of Gastroenterology and Hepatology**, v. 35, n. 5, p. 744-748, maio 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/jgh.15047>>. Acesso em: 15 de outubro de 2020

WU, Y.; GUI, C.; TANG, L.; HONG, Z.; ZHOU, J.; DONG, X.; YIN, H.; XIAO, Q.; TANG, Y.; QU, X.; KUANG, L.; FANG, X.; MISHRA, N.; LU, J.; SHAN, H.; JIANG, G.; HUANG, X. Prolonged presence of SARS-CoV-2 viral RNA in faecal samples. **The Lancet Gastroenterology & Hepatology**, v. 5, n. 5, p. 434-435, maio 2020. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/S2468-1253\(20\)30083-2](https://doi.org/10.1016/S2468-1253(20)30083-2)>. Acesso em: 16 de outubro de 2020



WURTZER, S.; MARECHAL, V.; MOUCHEL, J.M.; MADAY, Y.; TEYSSOU, R.; RICHARD, E.; ALMAYRAC, J.; MOULIN, L. **Time course quantitative detection of SARS-CoV-2 in parisian wastewaters correlates with COVID-19 confirmed cases.** MedRxiv, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1101/2020.04.12.20062679>>. Acesso em: 17 de outubro de 2020

XIE, J.; ZHU, Y. Association between ambient temperature and COVID-19 infection in 122 cities from China. **Science of the Total Environment**, v. 724, p. 138201, julho 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138201>>. Acesso em: 21 de outubro de 2020

XU, Y.; LI, X.; ZHU, B.; LIANG, H.; FANG, C.; GONG, Y.; GUO, Q.; SUN, X.; ZHAO, D.; SHEN, J.; ZHANG, H.; LIU, H.; XIA, H.; TANG, J.; ZHANG, K.; GONG, S. Characteristics of pediatric SARS-CoV-2 infection and potential evidence for persistent fecal viral shedding. **Nature Medicine**, v. 26, p. 502-505, março 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1038/s41591-020-0817-4>>. Acesso em: 15 de outubro de 2020

YANG, W.; MARR, L.C. **Mechanisms by Which Ambient Humidity May Affect Viruses in Aerosols.** American Society for Microbiology Journals, 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.1128/AEM.01658-12>>. Acesso em: 21 de outubro de 2020

YEO, C.; KAUSHAL, S.; YEO D. Enteric involvement of coronaviruses: is faecal-oral transmission of SARS-CoV-2 possible?. **The Lancet Gastroenterology & Hepatology**, v. 5, n. 4, p. 335-337, fevereiro 2020. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/S2468-1253\(20\)30048-0](https://doi.org/10.1016/S2468-1253(20)30048-0)>. Acesso em: 16 de outubro de 2020

YU, I.; LI, Y.; WONG, T.; TAM, W.; CHAN, A.; LEE, J.; LEUNG, D. HO, T. Evidence of Airborne Transmission of the Severe Acute Respiratory Syndrome Virus. **The New England Journal of Medicine**, v. 350, p. 1731-1739, abril 2004. Disponível em: <<https://doi.org/10.1056/NEJMoa032867>>. Acesso em: 19 de outubro de 2020

ZHANG, S.; GUO, M.; WU, F.; XIONG, N.; WANG, Z.; DUAN, L.; CHEN, L.; OUYANG, H.; JIN, Y. **Factors associated with asymptomatic infection in health-care workers with severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 infection in Wuhan, China: a multicentre retrospective cohort study.** Clinical Microbiology and Infection, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.cmi.2020.08.038>>. Acesso em: 13 de outubro de 2020

ZHANG, W.; DU, R.H.; LI, B.; ZHENG, X.S.; YANG, X.L.; HU, B.; WANG, Y.Y.; XIAO, G.F.; YAN, B.; SHI, Z.L.; ZHOU, P. Molecular and serological investigation of 2019-nCoV infected patients: implication of multiple shedding routes. **Emerging Microbes**

& **Infections**, v. 9, n. 1, fevereiro 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/22221751.2020.1729071>>. Acesso em: 15 de outubro de 2020

ZHAO, G. Tomar medidas preventivas imediatamente: evidencia de China sobre el COVID-19. **Gaceta Sanitaria**, v. 34, n. 3, p. 217-219, maio/junho 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2020.03.002>>. Acesso em: 11 de outubro de 2020

ZHOU, P.; YANG, X.L.; WANG, X.G.; HU, B.; ZHANG, L.; WEI, Z.; SI, H.R.; ZHU, Y.; LI, B.; HUANG, C.L.; CHEN, H.D.; CHEN, J.; LUO, Y.; GUO, H.; JIANG, R.D.; LIU, M.Q.; CHEN, Y.; SHEN, X.R.; WANG, X.; ZHENG, X.S.; ZHAO, K.; CHEN, Q.J.; DENG, F.; LIU, L.L.; YAN, B.; ZHAN, F.X.; WANG, Y.Y.; XIAO, G.F.; SHI, Z.L. A pneumonia outbreak associated with a new coronavirus of probable bat origin. **Nature**, v. 579, p. 270-273, fevereiro 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1038/s41586-020-2012-7>>. Acesso em: 10 de outubro de 2020

ZHU, Yifan et al. Early warning of COVID-19 via wastewater-based epidemiology: potential and bottlenecks. **Science of the Total Environment**, p. 145124, 2021. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S004896972100190X>>. Acesso em: 20 de abril de 2021

ZORAN, Maria A. et al. Assessing the relationship between surface levels of PM<sub>2.5</sub> and PM<sub>10</sub> particulate matter impact on COVID-19 in Milan, Italy. **Science of the total environment**, v. 738, p. 139825, 2020. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969720333453>>. Acesso em: 13 de abril de 2021

**APÊNDICES**

Quadro 1 - Amostra referente ao saneamento básico

Variável da amostra	Estado	Cidades
menor nº de casos	RS	Ubiretama
	MG	Cedro do Abaeté
	MG	São João do Pacuí
	RS	Pinhal Grande
	MG	Berilo
	MG	Miravânia
	MG	Serranos
	RS	Dezesseis de Novembro
	MA	Boa Vista do Gurupi
	MG	Bonito de Minas
	MG	Córrego Danta
	MG	Monjolos
	GO	Sítio d'Abadia
	MT	Araguainha
	SP	Lucianópolis
	RS	Pedras Altas

	MG	Oliveira Fortes
	RS	Mato Queimado
	MG	Ibituruna
	PI	Tamboril do Piauí
menor nº de casos em 100 hab.	MA	Palmeirândia
	SP	São Luís do Paraitinga
	RS	São Vicente do Sul
	MA	Presidente Juscelino
	MG	Chapada do Norte
	MA	Primeira Cruz
	PA	São João do Araguaia
	MA	Central do Maranhão
	MA	Pedro do Rosário
	RS	Santana da Boa Vista
	PI	Santo Antônio de Lisboa

maior nº de casos	SP	São Paulo
	DF	Brasília
	RJ	Rio Janeiro
	BA	Salvador
	AM	Manaus
	CE	Fortaleza
	PR	Curitiba
	MG	Belo Horizonte
	GO	Goiânia
	RS	Porto Alegre
	SE	Aracaju
	MS	Campo Grande
	PE	Recife
	PA	Belém
	MG	Uberlândia
	SC	Joinville
	PI	Teresina

	RR	Boa Vista
	SC	Florianópolis
	PB	João Pessoa
maior nº de casos p/ 100 mil	AM	Itapiranga
	AM	Japurã
	GO	Porteirão
	SC	Presidente Castello Branco
	RS	Santa Cecília do Sul
	PA	Jacareacanga
	AP	Vitória do Jari
	AM	Carauari
	SC	Jardinópolis
	RS	Nova Araçá
	AP	Pedra Branca do Amapari
	MG	Araporã
	SC	Tunápolis

	SC	Zortéa
	AP	Serra do Navio
	SC	Águas Frias
	RS	Gramado
	AP	Oiapoque
	PA	Parauapebas
	SC	Braço Norte
óbitos acumulados	SP	Guarulhos
	SP	Campinas
	MT	Cuiabá
	SP	São Bernardo do Campo
	RJ	São Gonçalo
	MA	São Luís
óbitos acumulados p/ 100 mil	GO	Anhanguera
	GO	Guaraíta
	SP	Parisi



	SC	Ouro Verde
	GO	São Patrício
	SC	Marema
	PA	Faro
	SC	Irati
	PR	Esperança Nova
	RS	Montauri
	SP	Bálsamo
	RS	Charrua
	SP	Santa Clara d'Oeste
	RN	Severiano Melo
	RO	Pimenteiras do oeste
	RO	Guarajá-Mirim
	RJ	Sapucaia
	MT	Porto Esperidião
	SP	Cosmorama
pior saneamento	PA	Ananindeua

	AP	Macapá
	RO	Porto Velho
	PA	Santarém
	RS	Gravataí
	MT	Várzea Grande
	RJ	São João de Meriti
	RJ	Belford Roxo
	RJ	Duque de Caxias
	PE	Jaboatão dos Guararapes
	ES	Cariacica
	AC	Rio Branco
	GO	Aparecida de Goiânia
	CE	Caucaia
Melhor saneamento	SP	Santos
	SP	Franca
	PR	Maringá

	SP	São José do Rio Preto
	SP	Piracicaba
	PR	Cascavel
	SP	São José dos Campos
	PR	Ponta Grossa
	BA	Vitória da Conquista
	SP	Limeira
	PR	Londrina
	SP	Taubaté
	SP	Suzano
	PB	Campina Grande
	RJ	Niterói
	RJ	Petropolis

## **ANEXOS**

Anexo A- Ranking do saneamento no Brasil 2020, as vinte melhores e vinte piores cidades, elaborado pelo instituto trata Brasil, com os dados do SNIS 2018 e os parâmetros analisados, com suas respectivas notas.

