CUADERNOS DE EDUCACIÓN Y DESARROLLO
Europub European Publications
ISSN: 1989-4155

DOI: 10.55905/cuadv16n4-029

Receipt of originals: 03/01/2024
Acceptance for publication: 03/22/2024

SARS-CoV-2 no Brasil: altas taxas de mortalidade em municipios com precariedade de saneamento

SARS-CoV-2 in Brazil: high mortality rates in municipalities with poor sanitation

SARS-COV-2 en Brasil: altas tasas de mortalidad en municipios con malas condiciones sanitarias

João Pedro Pereira Passos
Doutorando em Biotecnologia a Biodiversidade pela Rede de Biodiversidade e Biotecnologia da Amazônia Legal (BIONORTE)
Instituição: Universidade Federal do Tocantins (UFT)
Endereço: Avenida NS-15, Quadra 109, Alcno 14, Norte, s/n, bloco D, Plano Diretor Norte, Palmas - TO, CEP: 77001-090
E-mail: joaopedro.passos@mail.uft.edu.br

Nayara Silva do Vale
Bacharel em Direito
Instituição: Faculdade Serra Do Carmo (FASEC)
Endereço: Avenida NS-15, Quadra 109, Alcno 14, Norte, s/n, bloco D, Plano Diretor Norte, Palmas - TO, CEP: 77001-090
E-mail: nayaradovale@outlook.com

Raimundo Wagner de Souza Aguiar
Doutor em Ciências Biológicas área de concentração em Biologia Molecular pela Universidade de Brasília (UNB)
Instituição: Universidade Federal do Tocantins (UFT)
Endereço: Avenida NS-15, Quadra 109, Alcno 14, Norte, s/n, bloco D, Plano Diretor Norte, Palmas - TO, CEP: 77001-090
E-mail: rwsa@uft.edu.br

Ilsamar Mendes Soares
Doutor em Biodiversidade e Biotecnologia pela Universidade Federal do Tocantins (UFT)
Instituição: Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Tocantins (IFTO) - campus de Palmas
Endereço: Quadra Ae 310 Sul, Av. NS 10, s/n, Plano Diretor Sul, Palmas - TO, CEP: 77021-090
E-mail: ilsamar.soares@ifto.edu.br

CUADERNOS DE EDUCACIÓN Y DESARROLLO
Europub European Publications
ISSN: 1989-4155

Andressa Ribeiro de Sousa
Graduada em Medicina
Instituição: Universidade Politécnica e Artística do Paraguai (UPAP)
Endereço: Avenida Mariscal Lopez 1099-1511, Assunção, Paraguai
E-mail: andressinhacde10@gmail.com

Félkerson Marinho Ferreira
Mestre em Biotecnologia
Instituição: Universidade Federal do Tocantins (UFT)
Endereço: Avenida NS-15, Quadra 109, Alcno 14, Norte, s/n, bloco D, Plano Diretor Norte, Palmas - TO, CEP: 77001-090
E-mail: felkersomaiss@gmail.com

Sergio Donizeti Ascencio
Doutor em Ciências área de concentração em Bioquímica pela Universidade Federal do Paraná (UFPR)
Instituição: Universidade Federal do Tocantins (UFT)
Endereço: Avenida NS-15, Quadra 109, Alcno 14, Norte, s/n, bloco D, Plano Diretor Norte, Palmas - TO, CEP: 77001-090
E-mail: sergioda@uft.edu.br

RESUMO
Objetivo: O saneamento básico é um potencial indicador da propagação do COVID-19, neste contexto, os padrões analíticos espaço-temporais são ferramentas importantes para elucidar a propagação de doenças e identificar os potenciais fatores de risco. Objetivo: Estudar a distribuição espacial dos casos e mortes por COVID no Brasil nos meses iniciais da pandemia e avaliar uma possível associação entre os índices saneamento básico e taxas de COVID-19 em todos os 5.565 municípios brasileiros. Métodos: Análise de correção espacial dos dados de casos de COVID-19 registrados no Brasil a partir de 28 de fevereiro até 01 de julho de 2020 associado com saneamento básico. Resultados: altas taxas de incidência e mortalidade por COVID-19 nos municípios com mais baixos índices de coleta e tratamento de esgoto, (<50%, média±DP 5,43±8,3289 e 1,22±1,94; p<0,0001) do que naqueles com maiores índices de coleta e tratamento e tratamento de esgoto (>50%), houve clusters com significativo autocorrelação espacial identificados principalmente no Norte e Nordeste regiões para taxas de mortalidade e incidência (alto-alto).Conclusão: Uma situação precária saneamento básico está associado com a altas taxas de transmissão e mortes por COVID-19 no Brasil .

Palavras-chave: Brasil, COVID-19, SARS-CoV-2, esgoto serviço.

ABSTRACT
Introduction: Basic sanitation is a potential indicator of the spread of COVID-19 disease, in this context, space-time patterns are important tools to elucidate disease spread and identify risk factors. The objective of this work is to study the spatial distribution of COVID cases and deaths in Brazil in the early months of

the pandemic and to evaluate a possible association between basic sanitation indices and COVID-19 rates in all 5,565 municipalities in Brazil. Methods: Data on COVID-19 cases recorded in Brazil from February 28 to July 1, 2020 associated with basic sanitation. ReSults: high incidence and mortality rates from COVID-19 in the municipalities with the lowest rates of sewage collection and treatment, (<50%, mean±SD 5.43±8.3289 and 1.22±1.94, respectively; p<0.0001) than in those with higher rates of collection and treatment and treatment of sewage (>50%), In addition, clusters with significant spatial autocorrelation identified mainly in the north and northeast regions for mortality rates and incidence (high-high). Conclusions: A poor sanitation situation is associated with high rates of transmission and deaths from COVID-19 in Brazil.

Keywords: Brazil, COVID-19, SARS-CoV-2, sewage servisse.

RESUMEN
Objetivo: El saneamiento es un indicador potencial de la propagación de la COVID-19, en este contexto, las normas analíticas espacio-temporales son herramientas importantes para dilucidar la propagación de enfermedades e identificar posibles factores de riesgo. Objetivo: Estudiar la distribución espacial de los casos y muertes de COVID en Brasil en los primeros meses de la pandemia y evaluar una posible asociación entre las tasas de saneamiento básico y COVID-19 en los 5.565 municipios brasileños. Métodos: Análisis de la corrección espacial de los datos de casos de COVID-19 registrados en Brasil del 28 de febrero al 1 de julio de 2020 asociados con el saneamiento básico. Resultados: altas tasas de incidencia y mortalidad de COVID-19 en municipios con menores tasas de recolección y tratamiento de aguas residuales (<50%, media±DE 5,43±8,3289 y 1,22±1,94; p<0,0001) que en aquellos con mayores índices de recolección y tratamiento de aguas residuales (>50%), se identificaron conglomerados con autocorrelación espacial significativa, principalmente en las regiones Norte y Nordeste, para tasas de mortalidad e incidencia (alto-alto).Conclusión: Una situación de saneamiento básico precario se asocia con altas tasas de transmisión de muertes por COVID-19 en Brasil.

Palabras clave: Brasil, COVID-19, SARS-CoV-2, servicio de aguas residuales.

1 INTRODUÇÃO

A doença de coronavírus (COVID-19) causou uma pandemia global entre os anos de 2020 e 2022, contaminando quase um décimo da população global (691.228.421 casos) e matando cerca de 7 milhões de pessoas, mesmo no ano de 2023 longe do pico da emergência de saúde global morreram mais pessoas

até o mês maio de 2023 de COVID-19 que de Dengue (334) e Cólera (68), permanecendo como a 4º causas de morte não natural em média móvel semanal com média de 119 mortes por semana, sendo superado somente pela violência (164), infecções respiratórias inferiores (218) e doenças isquêmicas do coração (310) (Brasil, 2023b).

No Brasil, somente 43% da população possui esgoto coletado e tratado e ainda temos 12% da população utilizando fossa séptica (solução individual), ou seja, cerca de 55% da população não possui tratamento e coleta de esgoto, sendo que do esgoto coletado 18% não é tratado, o que pode ser considerado como um atendimento precário (Ana, 2021).

O manejo do COVID-19 e a prevenção de sua disseminação rápida e perigosa continuam sendo um desafio global. O monitoramento águas residuais poderia ser um potencial indicador da propagação do COVID-19 e neste contexto os padrões de análise espaço-temporal são ferramentas importantes para elucidar a propagação de doenças e identificar fatores de risco (Núñez-Delgado, 2020).

Portanto, o objetivo deste artigo é avaliar uma possível associação estatística entre os índices de saneamento básico (coleta e tratamento de esgoto) e o COVID-19 (incidência e mortalidade) em todos os municípios do Brasil (n=5565) e sua distribuição, para identificar possível alto risco de agrupamentos de transmissão.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 TIPO DE ESTUDO E DESCRIÇÃO DA ÁREA

Realizamos um estudo epidemiológico e ecológico utilizando análise de correlação com ferramentas de análise espacial. Onde incluímos todos os casos confirmados de COVID-19 e mortes no Brasil a partir de 28 de fevereiro a 01 de julho de 2020 e dados de saneamento básico de todos os 5570 municípios do

Brasil com base na pesquisa nacional de saneamento realizada pelo IBGE no ano de 2017(IBGE, 2020a).

O Brasil ocupa uma área de 8,51 milhões de km^2, quase 50% da América do Sul com uma população total de 210,1 milhões de habitantes, sendo o quinto maior país do mundo em território e o sexto maior em população (IBGE, 2020b, 2022).

Os dados foram coletados do site covid.saude.gov.br, um site de domínio público atualizado diariamente pelo Ministério da Saúde, considerando o município de residência e excluindo aqueles casos que não se fez presente a localização registros, os dados sobre saneamento também foram obtidos do Sistema Nacional de Informação sobre o Saneamento (BRASIL, 2023a; SAÚDE, 2023).

2.2 VARIÁVEIS E MEDIDAS

As taxas de incidência de casos por municípios (Tx_{casos}), calculado como o total número de casos de COVID-19 $(N^{\underline{o}}{}_{casos})$ (em 01 de julho de 2020) dividido pela população(Pop_{total}), expressa por 10 000 habitantes:

$$\mathrm{Tx_{casos}} = \frac{\mathrm{N^{\underline{o}}{}_{casos}}}{\mathrm{Pop_{total}}} \times 10.000$$

As taxas de mortalidade do municípios (Tx_{mortes}), foram calculadas como o total número de mortes por COVID-19 $(N^{\underline{o}}{}_{mortes})$, até 01 de julho de 2020 dividido pela população do munícipio (Pop_{total}) , expressa por 100 mil habitantes:

$$\mathrm{Tx_{mortes}} = \frac{\mathrm{N^{\underline{o}}{}_{mortes}}}{\mathrm{Pop_{total}}} \times 100.000$$

Já o saneamento básico foi coletado no sistema do IBGE, sendo utilizado no estudo o Indice sem coleta e sem tratamento ($\mathrm{In}_{\mathrm{sem_esg_trat}}$) definido como o número total das populações urbanas e rurais servido do município sem coleta e tratamento de esgoto, expresso em porcentagem (%).

2.3 ANÁLISE DE AGRUPAMENTO ESPACIAL

No cálculo para este estudo utilizamos o produto das diferenças da média global para todos os pares de observações Z_i e Z_j após soma-se estes produtos e se normaliza pela variância (LUZARDO e colab., 2017):

$$Indice\ de\ Moran\ =\ \frac{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} w_{ij}\,(Z_i\ -\ \bar{Z})\times\left(Z_j\ -\ \bar{Z}\right)}{\sum^{n}(Z_i\ -\ \bar{Z})^2}$$

A autocorrelação espacial de todas variáveis foi calculado por o índice de Moran univariado local de Moran para todas a variáveis, para verificar se a distribuição espacial ocorre aleatoriamente no espaço.

Também foi aplicada a correlação de moran bivariada comparando a proporção da população sem acesso a esgoto e tratamento ($\mathrm{In}_{\mathrm{sem_esg_trat}}$), solução individual ($\mathrm{In}_{\mathrm{sol_ind}}$) e as taxas de incidência de casos por municípios (Tx_{casos}) e taxas de mortalidade dos municípios (Tx_{mortes}).

2.4 TESTE DE HIPÓTESE

Para determinar se a quantidade de casos de COVID-19 e os níveis de acesso da população ao esgotamento sanitário estão associados, realizamos um teste qui-quadrado para associação (LARSON e FARBER, 2010) utilizando o software estatístico Minitab 18 (MINITAB, 2020) para definir se existe alguma relação entre a prevalência de casos (TI_{Covid}) e óbitos (TM_{Covid}) COVID-19 por municípios da federação nos períodos iniciais da pandemia e as proporção da

população bivariada (alto acesso a esgotamento >50% e baixo acesso <50%) sem esgoto por unidade da federação de 2017 (TI_{Esgoto}) com nível de significância de p < 0,05.

2.5 PROGRAMAS

Foi utilizado o Microsoft Office Excel 2016 (Microsoft, 2023) e para análise e tabulação e o software GEODA foi utilizado para executar a análise espacial e para criar os mapas (University of Chicago, 2023) e MINITAB para o teste de hipótese (Minitab, 2020).

2.6 QUESTOES ÉTICAS

Como esta pesquisa analisou dados de domínio públicos disponível online sem qualquer tipo de autorização, não a necessidade de aprovação do CEP para seu uso científico (Conep, 2016).

Disponibilidade de dados:

os conjuntos de dados eram derivado de fontes no _ público domínio : Coronavírus Brasil: https://COVID-19 .saude.gov.br e Nacional Sistema de Informação de Saneamento : http://www.snis.gov.br/diagnostico-anualagua-e-esgotos/diagnostico-dosservicos-de-agua-e-esgotos-2018 .

3 RESULTADOS

As taxas de incidência $(\mathrm{Tx}_{\mathrm{casos}})$ foram representadas em mapas temáticos estratificados em cinco categorias iguais de acordo com a média (4,2 casos por 10 mil hab.) até dois desvios padrão em relação à média (DP=±6,71 casos por 10 mil hab), figura 1D, e também estratificados em 5 grupos com quantidade de casos por 10 mil hab < 0,47 (n=1104), entre 0,48 e 1,360 (n=1117), entre 1,37 e

CUADERNOS DE EDUCACIÓN Y DESARROLLO
Europub European Publications
ISSN: 1989-4155

2,98 (n=1121), 2,99 e 6,43 (n=1112) e acima de 6,44 casos por 10 mil hab (n=1111), figura 1A.

Da mesma forma, as taxas de mortalidade (Tx_{mortes}), também foram representadas em mapas temáticos estratificados em cinco categorias de acordo com a média (1,06 casos por 10 mil hab.) até dois desvios padrão em relação a média (DP=±1,79 mortes por 100 mil hab), figura 1B. Também estratificados em 3 grupos com quantidade de mortes por 100 mil hab < 0,599 (n=3340), entre 0,6 e 1,8 (n=1112) e acima de 1,852 (n=1113), figura 1E.

O Indice sem coleta e sem tratamento ($\mathrm{In}_{\mathrm{sem_esg_trat}}$) foi estratificado em 5 categorias iguais (n=1114) de municípios com menos de 7,6% da população sem esgoto, municípios entre 7,6% e 27% da população sem saneamento, entre 27 e 61%, entre 61% e 88,2% e acima de 88,2% da população sem coleta e tratamento de esgoto, figura 1C, além disso foi estratificado de acordo com a média (46,6%) e até dois desvios padrão (DP=±35,55%), figura 1F.

Como teorizado, observou-se mais altas taxas de incidência e mortalidade por COVID-19 nos municípios com mais baixos índices de coleta e tratamento de esgoto (<50%, média±DP 5,43±8,3289 e 1,22±1,94, respectivamente ; p<0,0001; tabela 1) do que naqueles com maiores índices de coleta e tratamento e tratamento de esgoto (>50%), Tabela 1.

Tabela 1 – Estatísticas descritivas e Teste t para 2 Amostras nos municípios do Brasil referente a ESGOTO ($In_{sem_esg_trat}$), MORTES (Tx_{mortes}) e CASOS(Tx_{casos})

	N	3009 ALTO	2559 BAIXO
ESGOTO ($\mathrm{In}_{\mathrm{sem_esg_trat}}$)	MÉDIA	17%	82%
	DESVIO PADRÃO	14,64%	14,70%
	IC de 95% para a diferença	-65	(-65,738; -64,262)
	VALOR -P	<0,0001	
MORTES ($\mathrm{Tx}_{\mathrm{mortes}}$)	MÉDIA	0,93	1,22
	DESVIO PADRÃO	1,63	1,94
	IC de 95% para a diferença	-0,29	(-0,3851; -0,1949)
	VALOR-P	<0,0001	
CASOS ($\mathrm{Tx}_{\mathrm{casos}}$)	MÉDIA	3,31	5,43
	DESVIO PADRÃO	4,77	8,3
	IC de 95% para a diferença	-2,12	(-2,484; -1,756)
	valor-p	<0,0001	

Fonte: Elaboração Própria com dados (ANA, 2017; IBGE, 2020)

A distribuição e o espaço de análise das taxas de incidência e mortalidade por COVID-19 em todo o território brasileiro são mostrados na Figura 1, os casos de SARS-CoV-2 foram largamente distribuído por todo o país e um total de 1.442.814 casos foram registrados até o período de corte deste estudo em 92% dos 5.566 municípios estudados.

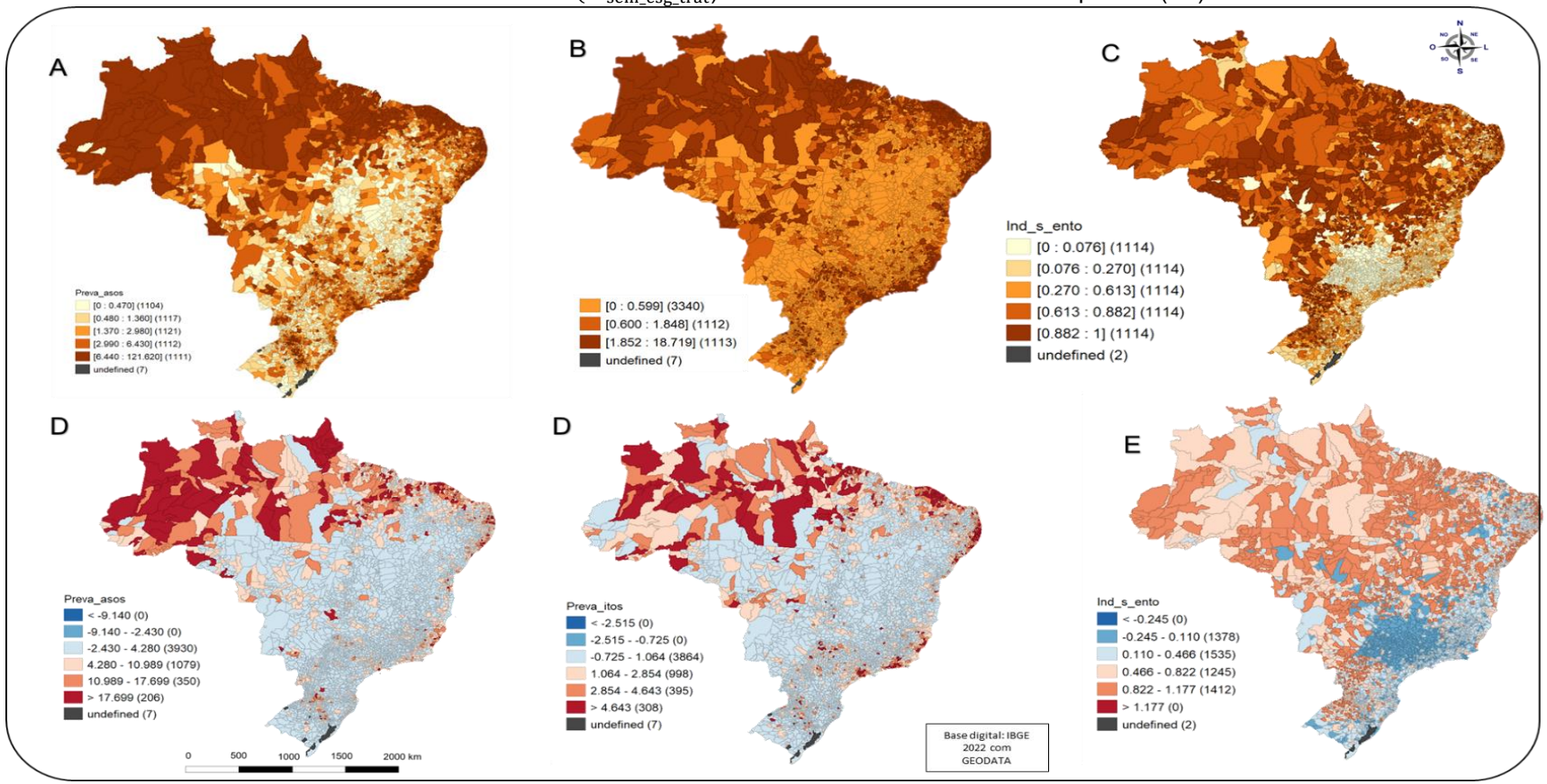
Altíssimas taxas de incidência ($\mathrm{Tx}_{\mathrm{casos}}$) acima de dois desvios da média geral (>17,6 casos por 10 mil habitantes) foram detectados em 206 municípios, sendo 43,2% (n=89) localizados na região Norte e 48,5% (n=100) na região Nordeste (Figura 1 D).

Além disso, elevadas taxas de mortalidade (≥46/100 000 habitantes) foram cadastrados em 307 municípios, sendo que destes 30% (n=93) localizados na região Norte e 44% (n=134) na região Nordeste (Figura 1 E).

O prospectivo espacial da análise identificou uma significativa autocorrelação espacial (I=0,350; p<0,001) para a taxa de incidência de COVID-19 (Tx_{casos}) sendo que 937 municípios foram categorizados como áreas de alto risco para a doença (alta/alta).

CUADERNOS DE EDUCACIÓN Y DESARROLLO
opub European Publications
ISSN: 1989-4155

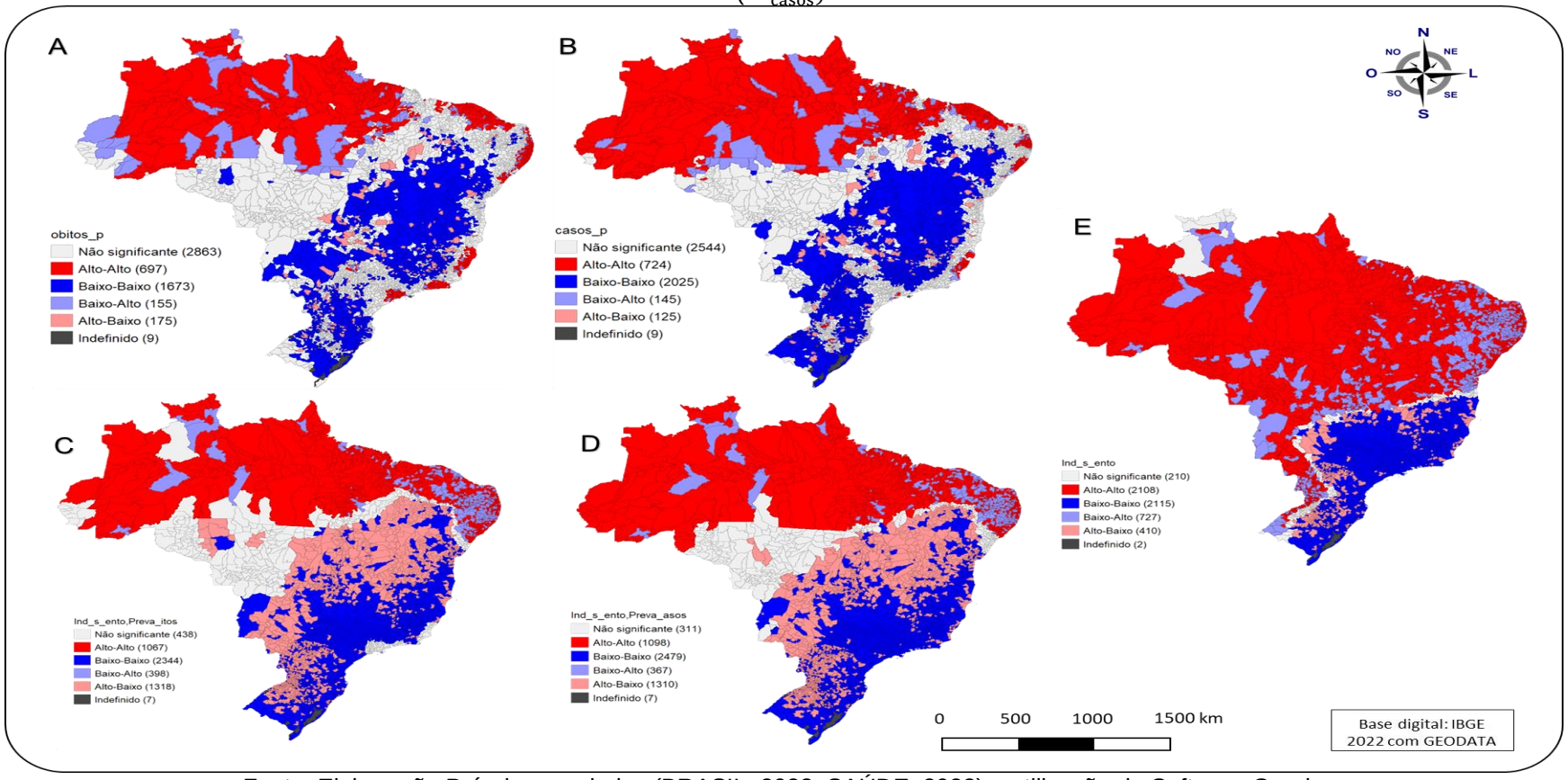
Figura 1 - Taxas de incidência ($\mathrm{Tx}_{\mathrm{casos}}$), 1A; taxas de mortalidade (Tx_{mortes}) 1B, Indice sem coleta e sem tratamento ($\mathrm{In}_{\mathrm{sem_esg_trat}}$) 1C; Taxas de incidência ($\mathrm{Tx}_{\mathrm{casos}}$) de acordo com a média é desvio padrão (1D); taxas de mortalidade (Tx_{mortes}) de acordo com a média é desvio padrão (1E) e Indice sem coleta e sem tratamento ($\mathrm{In}_{\mathrm{sem_esg_trat}}$) de acordo co a média e o desvio padrão (1E).



Fonte: Elaboração Própria com dados (BRASIL, 2023; SAÚDE, 2023) e utilização do Software Geoda

CUADERNOS DE EDUCACIÓN Y DESARROLLO
opub European Publications
ISSN: 1989-4155

Figura 2 – 2A : Análise de cluster LISA das taxas de mortalidade por 100 mil hab. (Tx_{mortes}); 2B: Análise de cluster LISA das taxas casos por 10 mil hab. ($\mathrm{Tx}_{\mathrm{casos}}$); 2E: Análise de cluster LISA do índice da população sem coleta e tratamento de esgoto ($\mathrm{In}_{\mathrm{sem_esg_trat}}$); 2C: Moran bivariada taxas de mortalidade (Tx_{mortes}) e população sem coleta e tratamento de esgoto ($\mathrm{In}_{\mathrm{sem_esg_trat}}$); 2D: Moran bivariada casos por 10 mil hab. ($\mathrm{Tx}_{\mathrm{casos}}$).



Fonte: Elaboração Própria com dados (BRASIL, 2023; SAÚDE, 2023) e utilização do Software Geoda

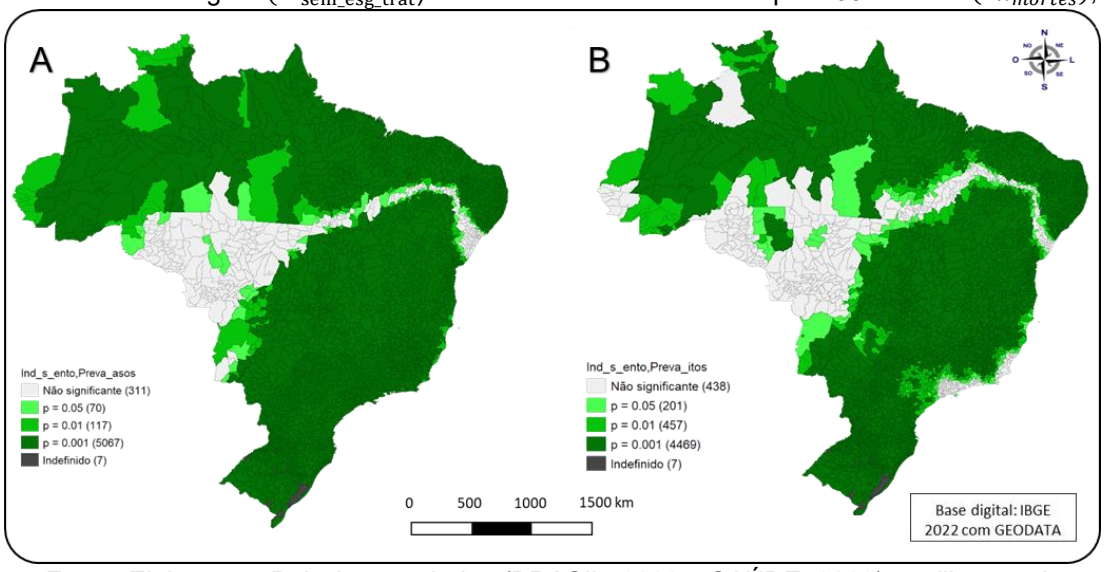
CUADERNOS DE EDUCACIÓN Y DESARROLLO
Europub European Publications
ISSN: 1989-4155

Os maiores aglomerados foram observados nos municípios de o Regiões Nordeste e Norte (Figura 2 B).

Da mesma forma, significativa autocorrelação espacial (I=0,219; p<0,001) foram notificados de óbitos por COVID-19 (Tx_{mortes}) . Foi identificado que 892 municípios podem ser consideramos de alto risco para mortalidade por COVID-19 com clusters altos/altos distribuídos principalmente nos municípios localizado nas regiões Nordeste e Norte (Figura 2 A).

Significativa autocorrelação espacial (I=0,419; p<0,001) quanto a distribuição espacial dos municípios com baixo grau de coleta e saneamento $(In_{sem_esg_trat})$. Além do mais, foi identificado que 2108 municípios com clusters altos/altos distribuídos principalmente nos municípios localizado nas Regiões Nordeste e Norte (Figura 2 E).

Figura 3. 3A : Mapa de significância *cluster* I Moran local bivariado índice da população sem coleta e tratamento de esgoto $(\mathrm{In}_{\mathrm{sem_esg_trat}})$ *versus* taxas casos por 10 mil hab. $(\mathrm{Tx}_{\mathrm{casos}})$; 3B: Mapa de significância cluster I Moran local bivariado índice da população sem coleta e tratamento de esgoto $(\mathrm{In}_{\mathrm{sem_esg_trat}})$ versus taxas de mortalidade por 100 mil hab. (Tx_{mortes});



Fonte: Elaboração Própria com dados (BRASIL, 2023a; SAÚDE, 2023) e utilização do Software Geoda

Foi utilizada uma matriz de pesos espaciais do tipo Rainha (Queen), o resultado indica a existência de autocorrelação espacial positiva entre as variáveis a um nível de significância de 5% (0,05), 1%(0,01) e 0,1% (0,0010 correlação espacial bivariada significativa na maioria dos munícipios com I

Moram significativo em 99,94% dos municípios quanto a $\mathrm{In}_{\mathrm{sem_esg_trat}}$ $versus$ $\mathrm{Tx}_{\mathrm{casos}}$; e , figura 3A e .99,92% dos municípios quanto a correlação espacial entre a Tx_{mortes} e $\mathrm{In}_{\mathrm{sem_esg_trat}}$., figura 3B.

Na figura 2 também é possível observar o valor do I de Moran bivariado para as variáveis Indice da população sem coleta e tratamento de esgoto ($In_{sem_esg_trat}$) *com a* incidência de casos por 10 mil hab (Tx_{casos}) e quantidade de morte por 100 mil habitantes (Tx_{mortes}) no período analisado.

No mapa de cluster do índice da proporção da população por município sem coleta e tratamento de esgoto ($In_{sem_esg_trat}$) correlacionado espacialmente com a incidência de casos por 10 mil hab (Tx_{casos}), ficou evidente a formação de agrupamentos espaciais alto-alto (AA) concentradas principalmente nas regiões Norte e Nordeste (n=1104), ou seja, nos locais onde existe grande proporção da população sem saneamento básico também ocorreram elevadas taxas de casos por 10 mil habitantes de COVID-19 -19.

Enquanto o regime espacial baixo-baixo (BB) demonstra aglomerações de municípios que apresentaram baixo percentual da população sem saneamento, ocorreram poucos casos da doença (n= 3071).

As mesmas relações se mantiveram quando criamos os cluster espaciais de relacionando os esgotamento esgoto ($In_{sem_esg_trat}$) com a quantidade de óbitos por COVID-19 (Tx_{mortes}), com aglomerações elevadas de cidades onde ocorre a alta proporção da população sem acesso a coleta e tratamento com altas taxas de mortes por COVID-19 (n=1.067) novamente concentrados no Nordeste do pais.

4 DISCUSSÃO

Uma das formas de proliferação do agente viral responsável pela COVID-19 é no sistema gastrointestinal humano (LIN e colab., 2020; MCDERMOTT e colab., 2020). De acordo dados iniciais do ponto zero em Wuhan 79% dos pacientes apresentaram sintomas gastrointestinais como diarreia, diminuição do

apetite, náuseas, vômitos, dor abdominal e sangramento gastrointestinal durante o início e subsequente hospitalização (Tian e colab., 2020).

Em estudo realizado com pacientes contaminados, foi confirmada a presença do RNA viral SARS-CoV-2 em amostras fecais e esfregaços anais (LAN e colab., 2020) e cerca de 48% do pacientes com COVID-19 em Hong Kong tinha o SARS-COV-2 detectável em amostras de fezes, mesmo após testes negativos de amostras respiratórias, ainda por meio de análises estatísticas, sugerem a possibilidade da duração da excreção viral nas fezes ocorrer por até 5 semanas após as amostras respiratórias apresentarem resultados negativos. (Meng e Liang, 2021).

Não é surpreendente que o SARS-CoV-2 possa infectar através do trato gastrointestinal, afinal como muitos outros coronavírus, incluindo alguns Beta coronavírus, são conhecidos por causar sintomas gastrointestinais (Meng e Liang, 2021).

O receptor de SARS-CoV-2, enzima conversora de angiotensina 2, é expresso abundantemente nos tecidos pulmonares, sendo que existem várias partes do corpo humano que expressam receptores ACE-2, como pulmões (células epiteliais alveolares, sistema cardiovascular, testículo, nasal, mucosa oral, nasofaringe, camada basal do epitélio escamoso não queratinizado) e células musculares lisas. Sendo os enterócitos um portador de receptores ACE-2. Isso torna o vírus capaz de se reproduzir no trato gastrointestinal (Wu, F. Q. e colab., 2020).

A sobrevivência dos vírus na água depende de uma série de fatores ambientais, como luz solar, presença de matéria orgânica ou microrganismos, mas o principal deles é a temperatura. Wu et al (2020) concluíram que os coronavírus permanecem em abastecimento público de água 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 em águas de rios urbanos em Quito, Equador. Foram quantificados altos níveis de carga viral, o que pode ser explicado pelo fato de

esse corpo hídrico receber esgoto sem tratamento de mais de 3 milhões de pessoas.

Como vimos existem evidências indicando que o SARS-CoV-2 reSulta em infecção entérica (Mcdermott e colab., 2020). Além disso, leve sintomas como diarreia e segmentos de RNA viral SARS- CoV2 nas fezes de pacientes com COVID-19 foi relatado em inúmeros trabalhos (Cheung e colab., 2020; Crank e colab., 2022; Ling e colab., 2020; LO e colab., 2020; Wurtzer e colab., 2021)

Apesar da implementação de prevenção medidas como distanciamento social práticas e uso de máscara facial com eficácia comprovada quanto a transmissão via aerossol pulmonar de cerca de 95%, milhares de brasileiros foram infectados pelo COVID-19 (Daniel Leal Bayerlein, 2019; Wang e colab., 2021).

Neste trabalho observamos que a maioria dos casos de COVID-19 (Tx_{casos}) e mortes (Tx_{mortes}) foram distribuídos entre municípios com baixa cobertura de coleta e tratamento de esgoto

Historicamente, o Brasil sempre teve dificuldades em controlar surtos infeccioso doenças com estabelecida transmissão hídricas, como ascaridíase, giardíase e amebíase (Carvalho e colab., 2020).

Observamos uma distribuição espacial no Brasil dos casos e mortes em relação a população do COVID-19 com os mesmos padrões das demais doenças de transmissão hídrica, cujo o veículo de transmissão se relacionadas aos índices de saneamento como a hepatite A (BASTOS e colab., 2022) ou mesmo a já esquecida cólera (Carvalho e colab., 2020).

A heterogênea distribuição dos índices de tratamento de esgoto não pode ser dissociada de outros fatores que sem dúvida tornam estas regiões que são mais pobres suscetíveis a um impacto maior da doença que regiões mais ricas, o que só aumenta a urgência de medidas tais como implantação de programas voltados a epidemiologia de águas residuais concomitante a melhorias no sistema de coleta e tratamento de esgoto.

O potencial transmissão fecal-oral pode representar um maior risco em locais fechados, grandes aglomerações como condomínios e áreas densamente

povoadas, como albergues, instalações de camping, casas de repouso e cruzeiros navios, explicando inclusive a enorme rapidez com que o vírus se espalha nestes, mesmo com as pessoas confinadas de em seus quartos, pois o aerossol sanitário se espalha pelas rede de esgotamento OMS, [S.d.]).(UFBA, 2020)

Sobre isto temos o caso emblemático do navio cruzeiro Princess Diamond, onde no caso estudos posteriores demonstraram que a transmissão não poderia ser somente pelo aerossol pulmonar caso tivessem embarcado doentes 320 dos 700 passageiros, observando que deveriam estar assintomáticos, pois somente o fato de apresentar sintomas já impediria o embarque (Mizumoto e colab., 2020; Mizumoto e Chowell, 2020).

Neste ponto e importante ressaltar que conduzimos este estudo usando dados secundários relatados após a pandemia, portanto supomos estarem já consolidados. Além disso, outros estudo que relacionem o acesso a água potável e índices de perca na distribuição poderiam auxiliar a corroborar as ideias deste trabalho.

Por fim, apesar das limitações, estes achados sem dúvida fornecem dados relevantes para a tomada de decisão e o planejamento de novas políticas públicas para enfrentar a epidemia no Brasil, considerando as condições de vida da população.

REFERÊNCIAS

ANA. **Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos**. Disponível em: <http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/snirh-1/atlas-esgotos>. Acesso em: 2 jun 2020.

BASTOS, Thamyres Victória de Almeida e colab. **Avaliação do perfil epidemiológico da Hepatite A nas regiões do Brasil entre 2012 e 2021**. Research, Society and Development, v. 11, n. 11, p. e401111133719, 2022.

BRASIL. **PAINEL SNIS**. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/snis/painel>.

BRASIL, Ministério da Saúde Do. **DATASUS - Ministério da Saúde**. Disponível em: <https://datasus.saude.gov.br/>. Acesso em: 9 jul 2023b.

CARVALHO, Lícia Silva De e colab. **Análise dos aspectos epidemiológicos da cólera no Brasil: Um estudo da última década / Analysis of the epidemiological aspects of Cholera in Brazil: A study of the last decade**. Brazilian Journal of Health Review, v. 3, n. 5, p. 13996–14007, 2020.

CHEUNG, Ka Shing e colab. **Gastrointestinal Manifestations of SARS-CoV-2 Infection and Virus Load in Fecal Samples From a Hong Kong Cohort: Systematic Review and Meta-analysis**. Gastroenterology, v. 159, n. 1, p. 81–95, 1 Jul 2020.

CONEP. **RESOLUÇÃO Nº 510, DE 07 DE ABRIL DE 2016**. Brasília. [S.l: s.n.]. , 2016

CRANK, K. e colab. **Contribution of SARS-CoV-2 RNA shedding routes to RNA loads in wastewater**. Science of the Total Environment, v. 806, 1 Fev 2022.

DANIEL LEAL BAYERLEIN. **IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas**. seminário do MCTIC e Ministério das Minas e Energia. [S.l: s.n.]. , 2019

Estimando a mortalidade por COVID-19 | Organização Mundial da Saúde | GREY-COVID-19 WHO. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/global-literature-on-novel-coronavirus-2019-ncov/resource/pt/grc-741265>. Acesso em: 6 out 2022.

GUERRERO-LATORRE, Laura e colab. **SARS-CoV-2 in river water: Implications in low sanitation countries**. 2020.

IBGE. **MAPA POLITICO DO BRASIL**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/to.html>. Acesso em: 22 jan 2022.

IBGE. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico - 2017**. [S.l: s.n.], 2020a.

IBGE. **Projeção da população**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/>. Acesso em: 2 jun 2020b.

LAN, Jun e colab. **Structure of the SARS-CoV-2 spike receptor-binding domain bound to the ACE2 receptor**. Nature, v. 581, n. 7807, p. 215–220, 14 Maio 2020.

LARSON, Ron e FARBER, Betsy. **Estatística Aplicada [4ª Ed][Larson & Farber][2010].pdf**. . [S.l: s.n.]. , 2010

LIN, Lu e colab. **Gastrointestinal symptoms of 95 cases with SARS-CoV-2 infection**. Gut, v. 69, n. 6, p. 997–1001, 1 Jun 2020.

LING, Yun e colab. **Persistence and clearance of viral RNA in 2019 novel coronavirus disease rehabilitation patients**. Chinese medical journal, v. 133, n. 9, p. 1039–1043, 5 Maio 2020.

LO, Iek Long e colab. **Evaluation 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.

LUZARDO, Antonio José Rocha e CASTAÑEDA FILHO, Rafael March e RUBIM, Igor Brum. **Análise espacial exploratória com o emprego do Índice de Moran [Exploratory spatial analysis using the Moran Index]**. GEOgaphia, v. 19, n. 40, p. 161–179, 2017.

MCDERMOTT, C. V. e colab. **Put a lid on it: are faecal bio-aerosols a route of transmission for SARS-CoV-2?** Journal of Hospital Infection. [S.l.]: W.B. Saunders Ltd. , 1 Jul 2020

MENG, Xiang-Jin e LIANG, T. Jake. **SARS-CoV-2 Infection in the Gastrointestinal Tract: Fecal–Oral Route of Transmission for COVID-19 -19?** Gastroenterology, v. 160, n. 5, p. 1467, 1 Abr 2021.

MICROSOFT. **Software de planilha Microsoft Excel | Microsoft 365**. Disponível em: <https://www.microsoft.com/pt-br/microsoft-365/excel>. Acesso em: 6 jul 2023.

MINITAB. **Empresa | Minitab**. Disponível em: <https://www.minitab.com/pt-br/company/>. Acesso em: 19 out 2019.

MIZUMOTO, Kenji e colab. **Estimating the asymptomatic proportion of coronavirus disease 2019 (COVID-19 -19) cases on board the Diamond Princess cruise ship, Yokohama, Japan, 2020**. Eurosurveillance, v. 25, n. 10, 12 Mar 2020.

MIZUMOTO, Kenji e CHOWELL, Gerardo. **Transmission potential of the novel coronavirus (COVID-19 -19) onboard the diamond Princess Cruises Ship, 2020**. Infectious Disease Modelling, v. 5, p. 264–270, 1 Jan 2020.

SAÚDE, MINISTERIO DA. **Coronavírus Brasil**. Disponível em: <https://COVID-19 .saude.gov.br/>. Acesso em: 2 mar 2021.

TIAN, Yuan e colab. **Review article: gastrointestinal features in COVID-19 and the possibility of faecal transmission**. Alimentary Pharmacology and Therapeutics. [S.l.]: Blackwell Publishing Ltd. , 1 Maio 2020

UFBA. **PAINEL – Rede COVID-19 a**. Disponível em: <https://painel.COVID-19 19br.org/>. Acesso em: 1 jun 2020.

UNIVERSITY OF CHICAGO. **Download | GeoDa on Github**. Disponível em: <https://geodacenter.github.io/download.html>. Acesso em: 6 jul 2023.

WANG, Yuxin e DENG, Zicheng e SHI, Donglu. **How effective is a mask in preventing COVID-19 -19 infection?** Medical Devices & Sensors, v. 4, n. 1, p. 1–12, 2021.

WU, F. Q. e colab. **SARS-CoV-2 titers in wastewater are higher than expected from clinically confirmed cases**. medRxiv. [S.l.]: medRxiv. , 7 Abr 2020

WU, Yongjian e colab. **Prolonged presence of SARS-CoV-2 viral RNA in faecal samples**. The lancet. Gastroenterology & hepatology, v. 5, n. 5, p. 434–435, 1 Maio 2020.

WURTZER, S. e colab. **Several forms of SARS-CoV-2 RNA can be detected in wastewaters: Implication for wastewater-based epidemiology and risk assessment**. Water Research, v. 198, 15 Jun 2021.