

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Centro de Engenharias
Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais
Mestrado em Ciências Ambientais

Dissertação



**Panorama socioambiental da COVID-19: enfoque no Rio Grande do Sul e suas
regiões**

Carina Sinnott Duarte

Pelotas, 2023.

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação da Publicação

D812p Duarte, Carina Sinnott

Panorama socioambiental da COVID-19 [recurso eletrônico] : enfoque no Rio Grande do Sul e suas regiões / Carina Sinnott Duarte ; Maurizio Silveira Quadro, orientador ; Diuliana Leandro, coorientadora. — Pelotas, 2023.

129 f. : il.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Centro de Engenharias, Universidade Federal de Pelotas, 2023.

1. Geoespacialização. 2. Pandemia. 3. Covid-19. 4. Impactos. I. Quadro, Maurizio Silveira, orient. II. Leandro, Diuliana, coorient. III. Título.

CDD 363.7

Elaborada por Simone Godinho Maisonave CRB: 10/1733

Carina Sinnott Duarte

Panorama socioambiental da COVID-19: enfoque no Rio Grande do Sul e suas regiões

Defesa de dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, do Centro de Engenharias da Universidade Federal de Pelotas, como requisito à obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

Orientador: Prof. Dr. Maurizio Silveira Quadro

Coorientadora: Prof^a. Dra. Diuliana Leandro

Pelotas, 2023.

Carina Sinnott Duarte

Panorama socioambiental da COVID-19: enfoque no Rio Grande do Sul e suas
regiões

Data da Defesa: 08 de dezembro de 2023.

Banca examinadora:

Prof. Orientador Dr. Maurizio Silveira Quadro

Doutor em Ciência do Solo pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof^a. Coorientadora Dra. Diuliana Leandro

Doutora em Ciências Geodésicas pela Universidade Federal do Paraná

Prof. Dr. Flávio Manoel Rodrigues da Silva Júnior

Doutor em Ciências Fisiológicas pela Universidade Federal do Rio Grande

Prof. Dr. Cícero de Coelho Escobar

Doutor em Engenharia Química pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof^a. Dra. Suelen Movio Huinca

Doutora em Ciências Geodésicas pela Universidade Federal do Paraná

Resumo

DUARTE, Carina Sinnott. **Panorama socioambiental da COVID-19: enfoque no Rio Grande do Sul e suas regiões**. 2023. 129 p. Defesa de Mestrado (Dissertação) - Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2023.

A disseminação da COVID-19 afetou a população de forma heterogênea, impactando em diversos setores da sociedade. O agravamento de desigualdades sociais entre os países e nos próprios, no decorrer da pandemia, atingiu principalmente economias emergentes, como o Brasil. Impactos sociais, como o aumento do desemprego, fome, déficit na educação, e impactos ambientais, como alterações na qualidade atmosférica, foram observados em diversas partes do mundo. Este estudo teve como objetivo principal realizar um panorama socioambiental desta pandemia transcendendo os limites nacionais (Brasil), mas com foco principal no estado do Rio Grande do Sul, a partir de três etapas distintas. Os dados utilizados neste estudo são de origem secundária e de livre acesso. A etapa 1 realizou uma análise bibliométrica e sistemática sobre pesquisas acerca da COVID-19 a partir da base de dados *Web of Science*, na ampla área de Ciências Ambientais. Foram encontrados 51 artigos na busca, publicados em 10 periódicos, por 232 autores de diferentes países. Os artigos analisados tratavam de diferentes temáticas, como educação, saúde, tecnologia, comportamento social, nos quais todos abordaram os impactos sociais gerados pela pandemia. Na etapa 2 foi realizada uma análise espacial, através da elaboração de mapas temáticos do perfil sociodemográfico, da distribuição geográfica e das características socioambientais das regiões do estado do Rio Grande do Sul atingidas pela COVID-19 até o início da vacinação a nível nacional, além de correlação espacial entre as capitais regionais do estado. Verificou-se que, nas nove Regiões Funcionais de Planejamento, a população mais infectada pela COVID-19 no estado, foi a população de cor branca e entre 30 e 39, que é a maior parte da população que habita o estado. Quanto à evolução dos casos, mais de 95% dos infectados se recuperou da enfermidade. Entre as capitais regionais, há evidências de a população, os municípios, a cor da população, a faixa etária, o sexo, a evolução dos casos e os indicadores de saneamento básico apresentam relação entre os municípios. Na etapa 3 realizou-se uma análise espacial e comparativa da prevalência de casos e hospitalizações por COVID-19 no Rio Grande do Sul em relação às concentrações do gás ozônio durante as medidas restritivas no ano de 2020 nos municípios de Porto Alegre e Caxias do Sul. Foi possível verificar que o aumento e o declínio dos casos e hospitalizações por COVID-19 se comportaram de maneira semelhante nos municípios, assim como a variação nas concentrações de ozônio. Todavia, são necessários estudos mais detalhados a respeito desta temática a fim de corroborar com este estudo. Embora a COVID-19 não se caracterize mais como uma pandemia, é necessário seguir pesquisando para entender melhor como se deu a disseminação e os impactos que dela resultaram e ainda poderão ser vivenciados. Com os resultados obtidos através dos artigos, espera-se poder contribuir com a literatura já existentes e com as futuras pesquisas para que a população seja atendida da melhor forma possível, tanto pelo setor público quanto pelo privado, e sofra o menor impacto possível com futuras crises sanitárias e impactos por elas geradas.

Palavras-chave: Geoespacialização. Pandemia. Impactos.

Abstract

DUARTE, Carina Sinnott. **Socio-environmental panorama of COVID-19: focus on Rio Grande do Sul and its regions.** 2023. 129 p. Master's defense. (Dissertation). Graduate Program in Environmental Sciences. Federal University of Pelotas, Pelotas, 2023.

The spread of COVID-19 affected the population in a heterogeneous way, impacting different sectors of society. The worsening of social inequalities between countries and within themselves, during the pandemic, mainly affected emerging economies, such as Brazil. Social impacts, such as increased unemployment, hunger, deficits in education, and environmental impacts, such as changes in atmospheric quality, were observed in different parts of the world. This study's main objective was to provide a socio-environmental overview of this pandemic, transcending national limits (Brazil), but with a main focus on the state of Rio Grande do Sul, based on three distinct stages. The data used in this study are of secondary origin and freely accessible. Stage 1 carried out a bibliometric and systematic analysis of research on COVID-19 from the Web of Science database, in the broad area of Environmental Sciences. 51 articles were found in the search, published in 10 journals, by 232 authors from different countries. The articles analyzed dealt with different themes, such as education, health, technology, social behavior, all of which addressed the social impacts generated by the pandemic. In stage 2, a spatial analysis was carried out, through the preparation of thematic maps of the socio-demographic profile, geographic distribution and socio-environmental characteristics of the regions of the state of Rio Grande do Sul affected by COVID-19 until the start of vaccination at national level, in addition of spatial correlation between the state's regional capitals. It was found that, in the nine Functional Planning Regions, the population most infected by COVID-19 in the state was the white population between 30 and 39, which is the majority of the population inhabiting the state. It was found that, in the nine Functional Planning Regions, the population most infected by COVID-19 in the state was the white population between 30 and 39, which is the majority of the population inhabiting the state. Regarding the evolution of cases, more than 95% of those infected recovered from the disease. Among the regional capitals, there is evidence that the population, municipalities, color of the population, age group, sex, evolution of cases and basic sanitation indicators are related between municipalities. In stage 3, a spatial and comparative analysis was carried out of the prevalence of cases and hospitalizations due to COVID-19 in Rio Grande do Sul in relation to ozone gas concentrations during restrictive measures in 2020 in the municipalities of Porto Alegre and Caxias do Sul. It was possible to verify that the increase and decline in cases and hospitalizations due to COVID-19 behaved in a similar way in the municipalities, as well as the variation in ozone concentrations. However, more detailed studies on this topic are needed to corroborate this study. Although COVID-19 is no longer characterized as a pandemic, it is necessary to continue research to better understand how it spread and the impacts that resulted from it and may still be experienced. With the results obtained through the articles, it is hoped to be able to contribute to existing literature and future research so that the population is served in the best possible way, both by the public and private sectors, and suffers the least possible impact with future health crises and impacts generated by them.

Keywords: Geospatialization. Pandemic. Impacts.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Regiões Funcionais de Planejamento do Rio Grande do Sul	29
Figura 2 - Origem dos dados utilizados no estudo.	34
Figura 3 - Publicações por ano após a aplicação da string na plataforma Web of Science.....	46
Figura 4 – Informações gerais sobre os documentos encontrados na busca.....	46
Figura 5 - Relação de periódicos e quantidade de artigos publicados.	47
Figura 6 - Interligação entre periódicos, países e palavras-chave.	47
Figura 7 – Palavras-chave mais utilizadas nos artigos.....	49
Figura 8 - Nuvem de palavras-chave utilizadas nos artigos.	49
Figura 9 - Relação entre número de publicações, quantidade de artigos e número de citações.	50
Figura 10 - Países com artigos publicados.....	51
Figura 11 - Análises de autocorrelação do estudo.	69
Figura 12 - Área de estudo.....	71
Figura 13 - Regiões Funcionais de Planejamento do Rio Grande do Sul.	72
Figura 14 - Perfil sociodemográfico da RF1.	74
Figura 15 - Perfil sociodemográfico da RF2.	75
Figura 16 - Perfil sociodemográfico da RF3.	76
Figura 17 - Perfil sociodemográfico da RF4.	77
Figura 18 - Perfil sociodemográfico da RF5.	78
Figura 19 - Perfil sociodemográfico da RF6.	79
Figura 20 - Perfil sociodemográfico da RF7.	80
Figura 21 - Perfil sociodemográfico da RF8.	81
Figura 22 - Perfil sociodemográfico da RF9.	82
Figura 23 - Capitais regionais do Rio Grande do Sul.	83
Figura 24 - Matriz de correlação para cor.....	84
Figura 25 - Mapa temático da prevalência de COVID-19 e cor.....	84
Figura 26 - Matiz de correlação para faixa etária.	85
Figura 27 - Mapa temático da prevalência de COVID-19 e faixa etária.	86
Figura 28 - Matriz de correlação para sexo.....	87
Figura 29 - Mapa temático da prevalência de COVID-19 e sexo.	87
Figura 30 - Matriz de correlação para índices de saneamento básico.	88

Figura 31 - Mapa temático da prevalência de COVID-19 e índices de saneamento básico.	88
Figura 32 – Extrato de submissão de artigo fornecido pelo periódico.	100
Figura 33 - Localização dos municípios de Caxias do Sul e Porto Alegre no Rio Grande do Sul.	108
Figura 34 - Gráfico comparativo do período de estudo para os anos de 2018, 2019 e 2020.	112
Figura 35 - Mapa temático comparativo de casos, hospitalizações e concentração de ozônio.	114

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Parâmetros para monitoramento da qualidade do ar no Rio Grande do Sul.	26
Tabela 2 - Índice da Qualidade do ar relacionado à saúde.	27
Tabela 3 - Municípios por número de habitantes.	28
Tabela 4 - Informações das RFs do Rio Grande do Sul	73

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Cores e definições das bandeiras adotadas no Sistema de Distanciamento Controlado no Rio Grande do Sul.	24
Quadro 2 - Resumo do produto a ser atingido.	32
Quadro 3 - String gerada no Web of Science a partir das palavras-chave definidas.	44
Quadro 4 - Operadores booleanos e palavras-chave utilizados na busca.	45
Quadro 5 - Critérios de inclusão ou exclusão para a busca.	45
Quadro 6 – Ocorrência das palavras-chave.	48
Quadro 7 - Ranking dos artigos.	51
Quadro 8 - Variáveis utilizadas na análise de correlação.	83

LISTA DE ABREVIATURAS

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

COREDE - Conselho Regional de Desenvolvimento

COVID-19 - *coronavirus disease 2019*

ESPII - Emergência de Saúde Pública de Importância Internacional

FEPAM - Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IDESE - Índice de Desenvolvimento Socioeconômico

IDH - Índice de Desenvolvimento Humano

MP – Material Particulado

NASA - *National Aeronautics and Space Administration*

ODS - Objetivo de Desenvolvimento Sustentável

OMS - Organização Mundial da Saúde

OPAS - Organização Pan-Americana de Saúde

PIB - Produto Interno Bruto

RF - Região Funcional de Planejamento

RS - Rio Grande do Sul

SES-RS - Secretaria Estadual de Saúde do Rio Grande do Sul

SIG - Sistema de Informação Geográfica

SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

SPGG-RS - Secretaria de Planejamento, Governança e Gestão do Rio Grande do Sul

UF - Unidade Federativa

LISTA DE SÍMBOLOS

C – Carbono

CO – Monóxido de carbono

CO₂ – Dióxido de carbono

H₂CO₃ – Ácido carbônico

·HO₂ – Hidroperóxido

hν – Radiação solar

N – Nitrogênio

NO – Monóxido de nitrogênio

(NH₄)₂CO₃ – Carbonato de amônio

NO_x – Óxidos de nitrogênio

NO₂ – Dióxido de nitrogênio

O₃ – Ozônio

PM_{2,5} – Material particulado de diâmetro abaixo de 2,5 micrometros

PM₁₀ – Material particulado de diâmetro abaixo de 10 micrometros

RO₂ – Radical peróxido

Sumário

CAPÍTULO 1 – Considerações Iniciais	15
1.1 Introdução	15
1.2 Objetivos	18
1.2.1 Objetivo geral	18
1.2.2 Objetivos específicos	18
1.3 Referencial teórico	18
1.3.1 COVID-19: surgimento e evolução	18
1.3.2 COVID-19 no Brasil: impactos	20
1.3.3 COVID-19 no Rio Grande do Sul, as medidas restritivas e a qualidade do ar	23
1.3.4 Rio Grande do Sul: divisão por regiões	28
1.3.5 Análise e autocorrelação espacial	31
1.4 Metodologia	32
1.4.1 Área de estudo	33
1.4.2 Fonte e coleta de dados	33
Referências.....	37
CAPÍTULO 2 - Artigo 1	41
Os impactos da COVID-19 nas Ciências Ambientais: uma análise bibliométrica e sistemática.....	41
2.1 Introdução	43
2.2 Metodologia	43
2.3 Resultados e Discussões.....	45
2.3.1 Análise Bibliométrica.....	45
2.3.2 Análise Sistemática.....	51
2.4 Considerações finais.....	55
Referências.....	57

Anexos.....	60
CAPÍTULO 3 – Artigo 2.....	65
Perfil sociodemográfico da COVID-19 no Rio Grande do Sul e suas Regiões Funcionais de Planejamento.....	65
3.1 Introdução.....	67
3.2 Metodologia	68
3.1.1 Área de estudo	70
3.3 Resultados.....	72
3.3.1 Região Funcional de Planejamento 1	73
3.3.2 Região Funcional de Planejamento 2	74
3.3.3 Região Funcional de Planejamento 3	75
3.3.4 Região Funcional de Planejamento 4	76
3.3.5 Região Funcional de Planejamento 5	77
3.3.6 Região Funcional de Planejamento 6	78
3.3.7 Região Funcional de Planejamento 7	79
3.3.8 Região Funcional de Planejamento 8	80
3.3.9 Região Funcional de Planejamento 9	81
3.3.10 Capitais Regionais	82
3.3.10.1 COVID-19 x Cor.....	83
3.3.10.2 COVID-19 x Idade.....	85
3.3.10.3 COVID-19 x Sexo	86
3.3.10.4 COVID-19 x Saneamento básico	87
3.4 Discussões	88
3.5 Considerações finais.....	90
Referências.....	92
Anexos.....	94
CAPÍTULO 4 – Artigo 3.....	100

As concentrações de ozônio e a prevalência de casos e hospitalizações da COVID-19 no Rio Grande do Sul durante as medidas restritivas.....	101
4.1 Introdução.....	103
4.2 Revisão bibliográfica.....	105
4.2.1 Ozônio: produção e consumo.....	105
4.2.3 Procedimentos metodológicos.....	108
4.3 Resultados e discussão.....	111
4.4 Considerações finais.....	116
Referências.....	118
CAPÍTULO 5 – Considerações finais.....	125

CAPÍTULO 1 – Considerações Iniciais

1.1 Introdução

Com a rápida evolução da epidemia de COVID-19 para pandemia (UNA-SUS, 2020), em março de 2020, o ano iniciou de forma caótica em vários setores da sociedade. A pandemia levou a um aumento brusco do agravamento de desigualdades sociais entre os países e nos próprios, causado pela crise global que já se instalava, atingindo, principalmente, países emergentes, como o Brasil (WORLD BANK GROUP, 2022).

A COVID-19 se distribuiu pelo Globo de forma heterogênea e prejudicou os mais desfavorecidos nos mais diversos setores da sociedade (CLAVIJO *et al.*, 2021; LIPPI *et al.*, 2020; PIRES, 2020; DEMENECH *et al.*, 2020; WU *et al.*, 2020). Essa desproporcionalidade foi atribuída a diferentes fatores, como o acesso a serviços de saneamento básico, educação, saúde, condições de moradia, e outros possíveis agravantes para a positividade da disseminação da nova enfermidade. Assim como em outras doenças virais e epidemias, como o Ebola, H1N1, SARS, Dengue, HIV/AIDS, as questões sociais e econômica foram diretamente relacionadas com a incidência das doenças na população (ERCOLE; CAMPOS; ALCOFORADO, 2014; DEMENECH *et al.*, 2020).

No Brasil, diversas regiões vivem situações críticas no âmbito socioambiental (IBGE, 2020a; PCS, 2020). Precárias ou inexistentes condições de saneamento básico, moradia, transporte, saúde, educação e segurança estão entre elas (PIRES, 2020). Regiões mais desiguais tendem a ter um número maior de indivíduos com saúde debilitada, de acordo com Demenech *et al.* (2020). Na mesma linha, Lippi *et al.* (2020) apontam que a distribuição desigual de recursos econômicos pode influenciar no desfecho clínico da COVID.

Maiores deficiências socioeconômicas podem tornar estados mais vulneráveis à pandemia. Segundo Pires (2020), em nota técnica do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 4 milhões de famílias brasileiras vivem em domicílios sem banheiro, 35 milhões sem água tratada e 100 milhões sem esgotamento sanitário. E ainda, boa parte da população brasileira extremamente pobre, cerca de 13,5 milhões de pessoas, vive em condições habitacionais precárias, com riscos de alagamento ou desabamentos, tendendo à maior exposição ao vírus da atual pandemia (DEMENECH *et al.*, 2020; PIRES, 2020).

Ausência e más condições de serviços de saneamento trazem consequências ambientais, econômicas e sociais, em particular na saúde (BANCO MUNDIAL, 2016). Sem contar as questões como a qualidade da governança e o índice do PIB per capita que também impactam nas desigualdades em saúde (WEHRMEISTER *et al.*, 2017). Lippi *et al.* (2020), apontam que o PIB per capita pode estar associado ao número de óbitos por COVID-19 (maior PIB, mais mortes), podendo estar associado à poluição ou comorbidades.

Com o avanço da pandemia, autoridades globais tomaram medidas em virtude de promover o distanciamento social, uma das recomendações das organizações de saúde para conter o avanço da doença. A adoção de medidas restritivas limitou o funcionamento de diversas atividades industriais e econômicas e a circulação de pessoas em ambientes públicos e privados. Tais medidas geraram uma série de impactos nos âmbitos econômicos, sociais e ambientais.

Questões como pobreza, desemprego, desigualdades e fome, dificultaram o distanciamento social (PIRES, 2020). Por outro lado, questões como a qualidade ambiental tiveram certo tipo de melhora com a diminuição das atividades humanas, como a redução do consumo de água e da emissão de alguns poluentes atmosféricos, como o dióxido de nitrogênio e materiais particulados (IQAIR, 2020; CHOSSIÈRE, 2021; UNEP, 2021).

Paralelamente a estudos da saúde e do ambiente, a poluição atmosférica é um assunto que preocupa desde, pelo menos, os anos 1960, onde ganhou visibilidade através do livro *Primavera Silenciosa*, de Rachel Carson, lançado em 1962. Diversos estudos estão relacionados à poluição do ar e os impactos que ele pode causar na saúde humana (LEIRIÃO; DEBONE; MIRAGLIA, 2022). O Rio Grande do Sul é um dos poucos estados brasileiros a realizar o monitoramento da qualidade do ar (VORMITTAG *et al.*, 2021). E no geral, o Brasil ainda carece de atenção, por ser monitorado de forma inadequada e insuficiente a nível nacional (IEMA, 2022; DE SIMONI, 2021).

A poluição do ar está relacionada a diversas atividades industriais e humanas e pode atuar nocivamente na saúde humana e no meio ambiente. Estima-se que mais de 30 milhões de pessoas tenham morrido na China, em um período de 16 anos, em decorrência da poluição atmosférica (LIANG *et al.*, 2020). Pesquisas indicaram em estudos, que locais com maiores taxas de poluentes atmosféricos foram acometidos

de forma mais intensa pela mortalidade e agravamento dos casos por COVID-19 (WU *et al.*, 2020; LEIRIÃO; DEBONE; MIRAGLIA, 2022).

Até maio de 2022, o estado do Rio Grande do Sul (RS) era o segundo da região sul¹ do país com mais casos e mais mortes por COVID-19 (BRASIL, 2022). Com o avanço da pandemia e a adoção das medidas restritivas no Estado, também foi possível sentir as consequências ambientais, como na qualidade do ar (BERNARDY, *et al.*, 2022; SOUZA *et al.*, 2022; TAVELLA, 2023). Assim como a COVID, além de ser um problema ambiental e econômico, a poluição atmosférica também é um problema social, pois acaba impactando em populações mais vulneráveis (DE SIMONI, 2021).

Dado o exposto, parte-se da hipótese de que maiores deficiências sociais, econômicas e ambientais podem tornar regiões e municípios mais vulneráveis à pandemia. Com base em outros estudos que utilizaram a geoespacialização para explicar os dados acerca da COVID-19 (WANG, 2021; AHASAN *et al.*, 2022; NASIRI, *et al.*, 2021; FRANCH-PARDO *et al.*, 2020; URBAN; NAKADA, 2020), acredita-se que, explorar e descrever a disseminação da COVID-19 e traçar um panorama, ainda inexistente, acerca da pandemia no Rio Grande do Sul pode fornecer subsídios para a tomada de decisões mais bem direcionadas para tratar de futuras crise sanitárias e desta pandemia, que ainda persiste.

O estudo dimensionado por regiões e pontos específicos, associados aos índices de prevalência e hospitalizações por COVID-19, sob o ponto de vista social e ambiental, de acordo com as regiões e municípios, poderá ser utilizado pelo poder público e setor privado de forma mais bem localizada. Em conjunto com a literatura, dados e políticas públicas já existentes, este estudo poderá auxiliar na promoção da elaboração e melhoramento de planos e políticas de enfrentamento de crises sanitárias futuras e na melhoria da qualidade dos serviços já prestados. Desta forma, futuras pandemias poderão causar um menor impacto, de forma a reduzir as consequências que incidem na população, na economia, nos governos, na saúde, na educação, bem como em outras esferas da sociedade.

¹ Região sul do Brasil: Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

Explorar o tema COVID-19 a nível global e estadual (Rio Grande do Sul), a fim de analisar questões socioambientais inerentes à pandemia.

1.2.2 Objetivos específicos

- 1) Entender a nível global a relação da COVID-19 com impactos sociais e ambientais na ampla área de Ciências Ambientais;
- 2) Identificar o perfil sociodemográfico da população gaúcha atingida pela COVID-19 até a data de vacinação no estado do Rio Grande do Sul;
- 3) Caracterizar e mapear as Regiões Funcionais de Planejamento do RS quanto à prevalência de casos e de internações por COVID-19, bem como características sociais (perfil sociodemográfico), econômicas (PIB per capita) e ambientais (saneamento básico);
- 4) Realizar um comparativo descritivo acerca da prevalência de COVID-19 entre as Regiões Funcionais de Planejamento do RS e autocorrelação entre as Capitais Regionais do RS;
- 5) Explorar as alterações na qualidade do ar (concentrações de ozônio) e a prevalência de casos e de hospitalizações por COVID-19 durante as medidas restritivas impostas no Estado.

1.3 Referencial teórico

Os subcapítulos a seguir foram elaborados com o intuito de fornecer uma visão geral sobre os temas específicos de cada artigo desenvolvido neste trabalho.

1.3.1 COVID-19: surgimento e evolução

Em 31 de dezembro de 2019, a Organização Mundial de Saúde (OMS) foi alertada sobre vários casos de pneumonia na cidade de Wuhan, na República Popular da China. Tratava-se de uma pneumonia causada por um novo tipo de coronavírus, até então não identificado em humanos. Após a sua identificação, em 11 de fevereiro de 2020, o vírus recebeu o nome de SARS-CoV-2 e a doença causada por ele de *coronavirus disease 2019*, popularmente conhecidos como “novo coronavírus” e “COVID-19” (OPAS, s/d).

No dia 30 de janeiro de 2020, o surto de COVID-19 foi declarado pela OMS como uma Emergência de Saúde Pública de Importância Internacional (ESPII), que constitui o mais alto nível de alerta da Organização conforme o Regulamento Sanitário Internacional (OPAS, 2020). A decisão foi tomada em busca de aprimoramento da coordenação, cooperação e solidariedade global a fim de conter a propagação do vírus.

Menos de 60 dias depois da declaração de ESPII, a OMS declarou estado de pandemia devido à rápida disseminação geográfica da COVID-19, que provocou surtos da doença por diversas partes do mundo (OPAS, 2020; UNA-SUS, 2020). De acordo com a Organização Pan-Americana de Saúde (OPAS), desde a virada do século XXI, a COVID-19 já é a sexta declaração de ESPII, sucedendo à pandemia de H1N1 (Gripe A) (2009), a disseminação internacional do Polivírus (2014), o surto de Ebola na África Ocidental, a propagação do vírus Zika (2016) e o surto de Ebola na República do Congo (2018) (OPAS, s/d).

A COVID-19 se apresenta como uma doença infecciosa e pode causar complicações respiratórias. Entre os principais sintomas causados, estão: febre, cansaço e tosse seca. As pessoas infectadas podem apresentar apenas sintomas leves ou evoluir a graves complicações respiratórias, podendo levar a óbito (OPAS, 2020a). Há, ainda, diversos casos de infectados assintomáticos. Pessoas idosas e/ou com comorbidades, como diabetes, hipertensão, imunossuprimidos, câncer e outros agravos, têm maiores chances de ficar gravemente doentes se acometidos à COVID-19 (RUAN *et al.*, 2020; BEZERRA *et al.*, 2020, ASAI *et al.*, 2022).

Algumas das maiores recomendações das organizações sanitárias na tentativa de mitigar a contaminação pelo vírus eram (e continuam sendo) bons hábitos de higiene, principalmente das mãos; distanciamento social, evitar aglomerações em locais fechados e o uso de máscaras (OPAS, 2020a; CEVS-RS, 2020). Em 2021, foi incluída nesta lista de recomendações a vacinação contra a COVID-19. Tal descoberta foi possível graças à rápida identificação do vírus e esforço conjunto de países e institutos de saúde e ciência, visando desenvolver o imunizante no menor tempo possível (WHO, 2022a)

Em meio a diversas polêmicas políticas e um sistema global de governança considerado inconsistente (LANCET, 2020; EKSTRÖM *et al.*, 2021), em 2021 a população mundial já pode contar com a imunização contra a COVID-19 através de

vacinas. Mesmo diante de tantos desafios, como acessibilidade, distribuição e disponibilidade de insumos para a sua produção (WOUTERS *et al.*, 2021), o esforço conjunto da comunidade científica, indústria e órgãos financiadores fez possível o desenvolvimento do imunizante (WHO, 2022a).

Até a data de início da vacinação a nível nacional no Brasil, havia mais de 8 milhões de casos acumulados de COVID-19 e mais de 210 mil mortes (BRASIL, 2022) e muitas incertezas sobre o fim da pandemia. As Américas somavam mais 43,5 milhões de casos acumulados, disparando em primeiro no número de casos acumulados até então. E a Europa passava dos 33 milhões de casos na mesma época (WHO, 2022).

1.3.2 COVID-19 no Brasil: impactos

O primeiro caso de COVID-19 registrado no Brasil foi oficialmente confirmado em 26 de fevereiro de 2020. O primeiro óbito ocasionado pela doença foi notificado em 17 de março. Dados acumulados até o dia 18 de janeiro de 2021, primeiro dia de vacinação em vários estados do país, indicavam 8.511.770 casos oficialmente confirmados de infecção, além de 210.299 óbitos no país (BRASIL, 2022; UNA-SUS, 2021).

Dentre os 20 países com maior PIB, o Brasil foi o país com maior número de casos e mortalidade por 100.000 habitantes na “primeira onda” da doença, entre abril e maio de 2020 (SOUZA e KOCK, 2022). Em 2020, início da pandemia, os meses mais críticos em relação ao número de casos foram julho e agosto, segundo a OMS. Em 2021, mesmo com o início da vacinação, o número de casos dobrou, ultrapassando 14 milhões de infectados no ano. No ano de 2022, os casos apresentaram um declínio acentuado em determinados períodos, comparados com os anos anteriores. Na última semana de outubro de 2022 foram contabilizados 28.836 casos contra 81.858 em 2021 (WHO, 2022).

Segundo o Relatório da pobreza e equidade no Brasil, do Banco Mundial, além das perdas humanas, a COVID-19 levou o país a ter o pior encolhimento na economia da história, com redução do PIB per capita de 4,7% negativos; escassez de oportunidades de emprego, com cerca de 10 milhões de pessoas desempregadas entre o final de 2019 e o terceiro trimestre de 2020; insegurança alimentar, devido ao aumento dos preços dos alimentos; endividamento das famílias, devido à diminuição ou ausência de renda (BANCO MUNDIAL, 2022).

O Brasil é um país extenso e diverso, tanto nas questões sociais e ambientais, quanto econômicas. Demenech *et al.* (2020) analisaram o impacto da desigualdade econômica entre os estados brasileiros e a relação com a incidência e mortalidade por COVID-19. O estudo indicou um aumento nos índices de mortalidade nos estados brasileiros de acordo com o nível de desigualdade apresentado nos estados. Segundo o Banco Mundial (2022), as regiões Norte e Nordeste foram as que mais sofreram com o desemprego, assim como a população considerada mais vulnerável, como pretos e pardos, idosos, mulheres e menos escolarizados, de acordo com caracterização do IBGE (2022). Além do desemprego, populações pardas, indígenas e negras foram as mais impactadas pelo número de mortes por COVID na maioria dos estados brasileiros, pelo menos no ano de 2020 (SANTOS *et al.*, 2023).

Muitos governos passaram a oferecer assistência às famílias e empresas na forma de programas de transferência direta de renda e ferramentas de política financeira (WORLD BANK GROUP, 2022). A transferência de renda pelo governo brasileiro, proporcionada através do Auxílio Emergencial, amenizou a pobreza e desigualdade, representando metade da renda de populações mais pobres em determinado período da pandemia (jun. - set. 2020), segundo o Banco Mundial.

Esse tipo de auxílio proporcionados pelos governos, pode ser considerado uma medida de proteção social, segundo Costa e Soares (2020), por suprir ou reduzir necessidades primárias de indivíduos que não podem suprir as necessidades da família por meio do trabalho. Em 2021, a descontinuação do auxílio e o desemprego persistente, fizeram com que os índices de pobreza e desigualdade comesçassem a subir (BANCO MUNDIAL, 2022).

Diversas questões estão relacionadas às desigualdades do Brasil e sua relação com a pandemia, sobretudo a questão econômica, que se não favorável, pode inviabilizar o acesso aos serviços essenciais, que proporcionam melhores (ou básicas) condições de vida para os cidadãos. Um estudo realizado em Minas Gerais, por Portugal Júnior *et al.* (2021), constatou que municípios mais populosos e mais bem desenvolvidos, ou seja, com maior PIB, mais atividades ligadas a serviços e comércio tendem a apresentar maiores índices de incidência de COVID-19 do que os menos populosos e menos desenvolvidos.

Questões como condições precárias de moradia, a falta ou inadequação ao acesso dos serviços de saneamento básico e de saúde, ao acesso à educação e emprego, até mesmo a acessibilidade geográfica, como o das Unidades Federativas (UFs) da região amazônica, agravaram algumas situações. Vale ressaltar o caso de Manaus, onde os hospitais entraram em colapso devido a um aumento abrupto de casos (SABINO *et al.*, 2021) e à falta de oxigênio para pacientes em estado grave, levando a óbito por asfixia, pessoas em portas de hospitais (LAVOR, 2021).

O relatório do Banco Mundial citado anteriormente (BANCO MUNDIAL, 2022) indica um déficit de capital humano a longo prazo provocado pela pandemia, devido ao prejuízo na escolarização de crianças e jovens. Em 2020, uma criança brasileira a cada cinco em idade escolar não estava matriculada na escola; 15,7% não tinha acesso a qualquer atividade escolar (BANCO MUNDIAL, 2022). Nas regiões Norte e Nordeste, esses índices chegaram a mais de 28% (PAFFHAUSEN *et al.*, 2022). Desta forma, o Relatório aponta para a necessidade de investimentos de grande escala na população brasileira, especialmente na área da educação, para um crescimento sustentável do país.

Milhares de pessoas pereceram ou perderam entes queridos no decorrer dessa pandemia. O Brasil encerrou o ano de 2021 com mais de 600 mil mortes acumuladas pela COVID-19. Até 21 de novembro de 2022, foram 690 mil mortes (WHO, 2022). O aumento de casos em determinados períodos esteve relacionado com o rápido surgimento de novas variantes do vírus, da falta de sincronia entre políticas de restrições e afrouxamento de atividades nos estados e municípios, escassez de equipamentos de proteção individual (EPIs) e de testes de detecção de COVID. Assim como a diminuição do número de mortes está associada à aplicação das vacinas (IBGE, 2022; WHO, 2022a), de modo a reduzir a gravidade dos casos, e consequentemente a mortalidade.

Até a verificação realizada em 21 de novembro de 2022, o painel da OMS apresentava o Brasil como o quinto país com maior número de casos acumulados, atrás dos Estados Unidos, Índia, França e Alemanha. Em números de óbitos, o Brasil ocupava o segundo lugar no ranking de mortes por COVID-19, ficando atrás apenas dos Estados Unidos (WHO, 2022).

1.3.3 COVID-19 no Rio Grande do Sul, as medidas restritivas e a qualidade do ar

O primeiro caso de COVID-19 em solo gaúcho foi confirmado em 27 de fevereiro de 2020 e o primeiro óbito em 24 de março do mesmo ano. Dados acumulados até o primeiro dia de vacinação no Estado, 18 de janeiro de 2021, indicavam mais de 550 mil casos confirmados, conforme o Painel Coronavírus RS da Secretaria Estadual de Saúde. O Rio Grande do Sul é o segundo estado do Brasil com mais casos e mais óbitos acumulados da Região Sul do país², chegando a mais de 2,7 milhões de casos e mais de 41 mil mortes até novembro de 2022 (BRASIL, 2022).

A fim de frear a disseminação dessa nova enfermidade, medidas restritivas foram adotadas, como em outros lugares do país e do mundo (SICARD, 2020; CHEN *et al.*, 2020; KERIMRAY *et al.*, 2020). As medidas foram impostas por decretos que suspenderam diversos tipos de atividades, total ou parcialmente, como aulas presenciais, viagens, eventos, atendimentos e procedimentos na saúde, fechamento de fronteiras, entre outras.

A primeira medida restritiva, que declarou estado de calamidade pública em todo o território gaúcho, foi sancionada pelo Decreto nº 55.128, de 19 de março de 2020. Na mesma data, foi instituído o Gabinete, o Conselho e os Comitês de Crise para o Enfrentamento da (até então) Epidemia COVID-19, bem como o Centro de Operação de Emergência - COVID-19, através do Decreto nº 55.128.

Em 10 de maio de 2020, o estado lançou o Decreto nº 55.240, instituindo o Sistema de Distanciamento Controlado, consistindo em um sistema no qual estabelecia um conjunto de medidas destinadas a prevenção e enfrentamento da COVID-19 de modo gradual e proporcional à sua evolução. Tais medidas, baseadas em evidências científicas e designadas por um Conselho de Especialistas designado pelo governo estadual, utilizavam uma classificação por cores de bandeira (amarela, laranja, vermelha e preta), conforme Quadro 1, para determinar o afrouxamento ou não das medidas restritivas no estado. Quanto mais escura era a cor da bandeira, maiores eram as medidas destinadas ao enfrentamento da pandemia. A avaliação das regiões era feita a partir de 11 critérios, divididos em 2 grandes grupos: propagação e capacidade de atendimento).

² Região Sul: Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

Quadro 1 - Cores e definições das bandeiras adotadas no Sistema de Distanciamento Controlado no Rio Grande do Sul.

Cor da bandeira	Definição
AMARELA – risco baixo	A região se encontra com alta capacidade do sistema de saúde e baixa propagação da doença.
LARANJA – risco médio	Significa que a região está com um dos dois cenários: média capacidade do sistema de saúde e baixa propagação do vírus ou alta capacidade do sistema de saúde e média propagação do vírus.
VERMELHA – risco alto	A região se encontra em um dos dois cenários: baixa capacidade do sistema de saúde e média propagação do vírus ou média/alta capacidade do sistema de saúde, porém alta propagação do vírus.
PRETA – risco altíssimo	Região se encontra com baixa capacidade do sistema de saúde e alta propagação do vírus.

Fonte: RIO GRANDE DO SUL, 2020.

A partir do decreto de estado de calamidade no estado do Rio Grande do Sul, os municípios ficaram no dever de adotar as medidas necessárias para a prevenção e o enfrentamento da COVID-19. A adoção de medidas restritivas, resultaram em uma espécie de experimento não planejado sobre a qualidade do ar, onde foi possível perceber que medidas de contenção de atividades humanas impactam direta e relativamente rápido nas condições atmosféricas.

No Brasil, os padrões de qualidade do ar são estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 491, de 19 de novembro de 2018 o Conselho Nacional do Meio Ambiente, o CONAMA, e monitorados pelos estados Através da Resolução CONAMA nº 491/2018, a qualidade do ar foi parametrizada, tendo referência padrões internacionais definidos pela Organização Mundial de Saúde (OMS) (CONAMA, 2018). Entretanto, a Resolução do órgão brasileiro não prevê prazos para o alcance desses parâmetros. No Rio Grande do Sul, a responsabilidade pelo monitoramento do ar fica a cargo da Fundação de Proteção Ambiental Henrique Luís Roessler, a FEPAM.

No Rio Grande do Sul, através da Lei nº 15.434, de 09 de janeiro de 2020, foi instituído o Código Estadual do Meio Ambiente, no qual estabelece critérios de utilização e conservação do ar em seu Capítulo 3. Para fins de fiscalização e punição em caso de poluição atmosférica e ao meio ambiente no geral, o Estado conta com o Decreto Estadual nº 53.202, de 26 de setembro de 2016.

Os padrões da qualidade do ar servem para referenciar e gerir a qualidade do ar através dos níveis de concentração de determinados poluentes em um determinado espaço de tempo de exposição, a fim de preservar a população dos riscos causados pela exposição à poluição atmosférica. Os parâmetros adotados pela FEPAM, conforme regulamentação do CONAMA, se encontram na Tabela 1.

Tabela 1 - Parâmetros para monitoramento da qualidade do ar no Rio Grande do Sul.

Padrões de qualidade do ar						
Poluente atmosférico	Período de referência	PI-1	PI-2	PI-3	PF	
		µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	ppm
Material Particulado - MP ₁₀	24h	120	100	75	50	-
	Anual ¹	40	35	30	20	-
Material Particulado - MP _{2,5}	24h	60	50	37	25	-
	Anual ¹	20	17	15	10	-
Dióxido de Enxofre - SO ₂	24h	125	50	30	20	-
	Anual ¹	40	30	20	-	-
Dióxido de Nitrogênio - NO ₂	1h ²	260	240	220	200	-
	Anual ¹	60	50	45	40	-
Ozônio - O ₃	8h ³	140	130	120	100	-
Fumaça	24h	120	100	75	75	-
	Anual ¹	40	35	30	20	-
Monóxido de Carbono - CO	8h ³	-	-	-	-	9
Partículas Totais em Suspensão – PTS	24h	-	-	-	240	-
	Anual ⁴	-	-	-	80	-
Chumbo - PB ⁵	Anual ¹	-	-	-	0,5	-

Onde:
 1 - Média aritmética anual.
 2 - Média horária.
 3 - Máxima média móvel obtida no dia.
 4 - Máxima geométrica anual.
 5 - Medido nas partículas totais em suspensão.

Onde:
 PI - Padrões de Qualidade do Ar Intermediários
 PF - Padrões de Qualidade do Ar Final

Fonte: FEPAM.

Os Padrões de Qualidade do Ar são utilizados para a conversão em um único índice de medição da qualidade atmosférica, o Índice da Qualidade do Ar (IQAr). O IQAr visa informar a população de maneira simples, através de categorias, sobre a qualidade do ar local em relação aos diversos poluentes e à saúde, que podem ser

monitorados nas estações de monitoramento. As classificações do ar e do IQAr, de acordo com o CONAMA, podem ser observadas na Tabela 2.

Tabela 2 - Índice da Qualidade do ar relacionado à saúde.

Índice da Qualidade do Ar (IQAr)		
Qualidade	Índice	Níveis de cautela sobre a saúde
Boa	0 - 40	Seguro à saúde
Regular	41 - 100	Tolerável
Inadequada	101 - 199	Insalubre para grupos sensíveis
Má	200 - 2099	Muito insalubre (Nível de atenção)
Péssima	300 - 399	Perigoso (Nível de alerta)
Crítica	400 ou maior	Muito perigoso (Nível de emergência)

Fonte: FEPAM.

Apesar do estado do Rio Grande do Sul ter tido dezesseis estações de monitoramento implantadas pelo Rede Ar do Sul, que faz parte do Programa para o Desenvolvimento Racional, Recuperação e Gerenciamento Ambiental da Região Hidrográfica do Guaíba, em 2001 (FEPAM), o Estado depende da iniciativa privada para a medição dos parâmetros atmosféricos em seu território. Segundo o Jornal Humanista, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), o Estado mantém apenas uma estação de domínio da FEPAM, localizada no município de Canoas. Além desta, conta com informações de outras cinco estações, localizadas nos municípios de Esteio, Gravataí, Triunfo e Guaíba. Nem mesmo a capital Porto Alegre conta com uma estação própria (UFRGS, 2019).

Segundo os dois últimos Relatórios do Monitoramento da Qualidade do Ar, publicados pela FEPAM em 2021 e 2022, referentes aos anos de 2020 e 2021, respectivamente, confirmam a operação de apenas cinco estações de monitoramento do Rio Grande do Sul e a ausência de estações na capital gaúcha (FEPAM, 2021; 2022).

1.3.4 Rio Grande do Sul: divisão por regiões

Dada tamanha a diversidade do Brasil e suas profundas desigualdades sociais, o Rio Grande do Sul pode ser considerado um estado privilegiado em termos de qualidade de vida no país. O RS está entre os estados com menor desigualdade econômica (DEMENECH *et al.*, 2020), possui baixo índice de mortalidade infantil e alto índice de alfabetização, se comparado com as demais Unidades Federativas do Brasil (RIO GRANDE DO SUL, 2021a).

A população total do RS, estimada em 11.466.630 habitantes (IBGE, 2021), é dividida em 497 municípios. Boa parte do Estado é constituída de municípios com menos de 100 mil habitantes. Segundo a população estimada para 2021 pelo IBGE, menos de 20 municípios possuem população maior do que esta, incluindo a capital, Porto Alegre. Os municípios com mais de 100 mil habitantes, representam quase metade do percentual da população gaúcha (48,3%), conforme agrupamento dos municípios na Tabela 3.

Tabela 3 - Municípios por número de habitantes.

População (nº hab.)	Municípios (qtde.)	Municípios em relação ao RS (%)	Média populacional (nº hab.)	População em relação ao RS (%)
$h < 2$ mil	46	9,3	1.683	0,7
$2 \text{ mil} \leq h < 3$ mil	85	17,1	2.527	1,9
$3 \text{ mil} \leq h < 5$ mil	99	19,9	3.925	3,4
$5 \text{ mil} \leq h < 10$ mil	101	20,3	6.797	6,0
$10 \text{ mil} \leq h < 20$ mil	57	11,5	13.639	6,8
$20 \text{ mil} \leq h < 50$ mil	64	12,9	30.826	17,0
$50 \text{ mil} \leq h < 100$ mil	26	5,2	69.481	15,8
$100 \text{ mil} \leq h < 200$ mil	7	1,4	126.524	7,7
$200 \text{ mil} \leq h < 500$ mil	10	2,0	264.062	23,0
$h \geq 500$ mil	2	0,4	1.008.123	17,6

Fonte: Autora.

Segundo o Atlas socioeconômico do RS, a formação dos municípios e a distribuição da população estão fortemente ligadas ao seu histórico de ocupação. O Estado foi se dividindo de acordo com os povos que chegavam e o tipo de atividade que exerciam. Ao longo do tempo, o território gaúcho foi sendo povoado e influenciado por colônias alemãs, italianas e, posteriormente, por outras etnias. A dispersão e as atividades destes povos, resultaram em maior número de municípios de pequeno porte ao norte do Estado. Ao Sul, se concentram mais cidades de porte médio,

refletindo as atividades extensivas da época, concentradas em grandes propriedades. (RIO GRANDE DO SUL, 2021a).

Os municípios do RS são agrupados em Conselhos Regionais de Desenvolvimento, os COREDEs, que por sua vez, são agrupados em Regiões Funcionais de Planejamento (RF). Os COREDEs foram criados a fim de promover políticas e ações em nome do desenvolvimento regional, a partir da Lei nº 10.283, de 17 de outubro de 1994.

As Regiões Funcionais (Figura 1), foram regulamentadas a partir do Decreto nº 54.572, de 14 de abril de 2019, agrupando os 28 COREDEs em 09 Regiões Funcionais de planejamento. Este agrupamento é definido a partir da similaridade entre as características econômicas, ambientais e sociais, bem como outras variáveis, que englobam temas como educação, saúde e transporte. Em termos de concentração de atividades de gestão, são designadas Capitais Regionais, cidades com alta concentração de atividades do tipo, porém com menor influência do que as Metrôpoles (RIO GRANDE DO SUL, 2021a).

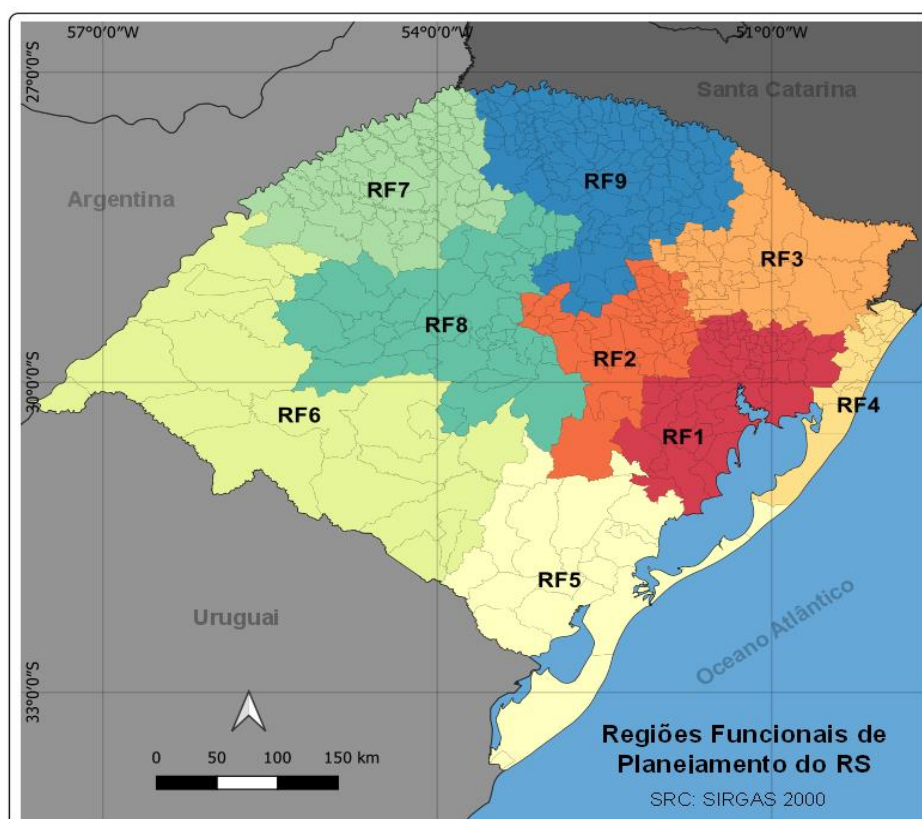


Figura 1 - Regiões Funcionais de Planejamento do Rio Grande do Sul
Fonte: Autora, 2023.

A região mais povoada do RS está localizada no eixo Porto Alegre-Caxias do Sul (RF1 - área em vermelho). A Região Metropolitana de Porto Alegre constitui a área com maior densidade populacional, chegando a concentrar quase 40% da população gaúcha, segundo Estimativas da População/IBGE para 2021 (IBGE, 2021). Essa é uma área de expansão econômica intensa, de forma a atrair parte da população pela oferta de empregos e serviços. Já a Região Metropolitana da Serra Gaúcha, que apresenta como polo a cidade de Caxias do Sul, segunda mais populosa do Estado, apresenta uma densidade populacional cinco vezes menor e uma economia mais dinâmica (RIO GRANDE DO SUL, 2021a).

Segundo o último Censo (2010), 85,1% da população gaúcha estava vivendo em áreas urbanas. Da população total em 2021, residente em áreas urbanas e rurais, 86,9% da população é atendida por abastecimento de água; 34,1% possuem esgotamento sanitário em suas residências; 92,2% são atendidas com a coleta de resíduos sólidos em seus domicílios; e 92% possuem algum tipo de sistema de drenagem urbana (SNIS, 2021), considerados os quatro pilares que constituem o saneamento básico. Os índices se mantêm, acima da média nacional, exceto pelo esgotamento sanitário.

Segundo o Caderno ODS (PESSOA, 2022), considera-se que o Rio Grande do Sul está avançando moderadamente em direção ao cumprimento do Objetivo 6 da Agenda 2030, que prevê água potável e saneamento para todos. Porém, ainda longe de atingir a universalização de tais serviços, segundo demanda o marco regulatório do setor, dado pela Lei nº 11.445, de 2007. Destaca-se a importância deste ODS, visto que o saneamento é tido como um dos fatores de promoção da salubridade ambiental, que por sua vez, tem a capacidade de inibir, prevenir ou impedir a ocorrência de endemias, ou epidemias veiculadas pelo meio ambiente (FUNASA, 2019).

Dos indicadores sociais do Estado, o IDESE - Índice de Desenvolvimento Socioeconômico, mede o grau de desenvolvimento dos municípios gaúchos. Composto por três blocos: saúde, renda e educação, tem seu valor mínimo igual a 0 e máximo igual a 1. Em 2018, o IDESE foi classificado no patamar de médio desenvolvimento, com 0,767. A saúde foi o único bloco com nível alto de desenvolvimento. A educação teve o maior crescimento nos últimos anos (2013-2018) e a renda teve uma leve queda (RIO GRANDE DO SUL, 2021a).

Estes índices seguem o mesmo caminho em 2019, segundo levantamento feito pelo Relatório Anual de condições socioeconômicas do Estado, de 2019. Já de acordo com o Índice de Desenvolvimento Humano, o IDH, que mede o índice de desenvolvimento dos países, o RS passou de nível médio a alto, de 1991 até 2018, de 0,613 a 0,761 (RIO GRANDE DO SUL, 2019).

Referente à economia do Estado, o Rio Grande do Sul possui o quinto maior PIB estadual, na faixa dos R\$470 bilhões, de acordo com o último levantamento do IBGE, em 2020. Os maiores PIBs municipais se concentram entre o eixo da Região Metropolitana de Porto Alegre a Caxias do Sul, predominantemente industriais. Já os maiores PIBs municipais, segundo levantamento de 2017, se concentram nos municípios pouco populosos, também com participação predominante no polo industrial. São eles: Porto Alegre, Caxias do Sul, Canoas, Gravataí, Rio Grande, Triunfo, Novo Hamburgo, Passo Fundo, Pelotas e Santa Cruz do Sul (RIO GRANDE DO SUL 2021a).

Outro setor de grande importância no RS é o da agropecuária, que se ramifica para diversos setores da agroindústria e exerce influência nos setores de exportação. Este serviço atua também nos pequenos municípios, movimentando atividades como comércio e serviços, de acordo com o Atlas já citado. Souza e Torres (2022) também apontam a forte influência da agropecuária no desenvolvimento do RS, além da heterogeneidade do desenvolvimento do espaço rural gaúcho e indicam fatores mais positivos do desenvolvimento agropecuário mais ao Norte e Nordeste do Estado (RF9 e RF3). No extremo sul, Matte e Waquil (2018) apontam que a pecuária tem cedido espaço para lavouras agrícolas e de silvicultura, gerando transformações no desenvolvimento da região em diferentes contextos.

1.3.5 Análise e autocorrelação espacial

A análise espacial é a união de conceitos matemáticos e análise fatorial, que permitem avaliar um objeto de estudo de um novo ponto de vista, a partir da base vetorial gerada, que por sua vez, será a própria representação do corpo do objeto de estudo, de acordo com Giavoni e Tamayo (2003). Segundo Porse e Vale (2020), os métodos e técnicas utilizados na análise espacial, buscam identificar padrões de associação espacial, que podem gerar efeitos de dependência ou heterogeneidade espacial. A dependência espacial pode ter variadas fontes, como:

- Processos de difusão;

- Processos de trocas e transferências;
- Interações estratégicas;
- Dispersão ou espalhamento.

Das fontes acima, a análise de processos de difusão, podem dar à luz a padrões da disseminação de uma epidemia, por exemplo. Esse tipo de análise permite compreender estruturas e dinâmicas no espaço a partir de dados socioeconômicos, com o intuito de contribuir com políticas públicas e privadas (PORSEE E VALE, 2020).

Através da análise espacial é possível também analisar a autocorrelação espacial. Segundo Aranha (1999, p.40),

A autocorrelação espacial refere-se à redundância de informação entre duas realizações de um fenômeno quando elas ocorrem próximas uma da outra. Sua presença distorce os resultados obtidos pela aplicação de modelos estatísticos tradicionais.

De acordo com Aranha (1999), a autocorrelação pode ser positiva ou negativa. Independentemente do tipo de autocorrelação, ela influencia a quantidade e a qualidade dos dados. Além disso, a intensidade da autocorrelação tende a cair conforme a distância. Para Baquero (2017), a autocorrelação espacial fornece informações sobre a natureza dos dados e serve para determinar se a análise dos dados pode ocorrer independentemente estatisticamente.

1.4 Metodologia

O presente trabalho consiste em responder os objetivos através de três artigos específicos utilizando diferentes metodologias, representadas no Quadro 1.

Quadro 2 - Resumo do produto a ser atingido.

Objeto	Metodologia	Objetivo(s) específico(s) a atingir
Artigo 1 - Capítulo 2	Análise bibliométrica e sistemática	1
Artigo 2 - Capítulo 3	Análise espacial	2, 3 e 4
Artigo 3 - Capítulo 4	Análise espacial	5

Fonte: Autora.

O primeiro artigo busca, através de uma análise bibliométrica e sistemática, explorar a temática COVID-19 e impactos sociais e ambientais em artigos científicos da área das Ciências Ambientais. O segundo artigo pretende entender as relações entre o perfil sociodemográfico da população atingida pela COVID-19, por uma análise espacial, subdividindo o estado do Rio Grande do Sul nas suas Regiões Funcionais de Planejamento. Por fim, o terceiro artigo busca analisar e comparar a prevalência de COVID-19 e as concentrações do gás ozônio nos municípios de Caxias do Sul e Porto Alegre no período de medidas restritivas no ano de 2020.

1.4.1 Área de estudo

A área de estudo do Artigo 1 (Capítulo 2) será delimitada de forma mais precisa no desenvolvimento do artigo, conforme o resultado de busca na base de dados Scopus, conforme a metodologia utilizada no artigo. Preliminarmente, não houve filtro de localidade para este estudo, de forma que a busca na base de dados foi realizada globalmente. Já a área de estudo dos Artigos 2 e 3 (Capítulos 3 e 4) compreenderá o estado do Rio Grande do Sul (RS), localizado ao extremo sul do Brasil. O Artigo 2, abrangerá o estado do Rio Grande do Sul de forma ampla. O Artigo 3, utilizará dois municípios do Estado, a saber: Caxias do Sul e Porto Alegre.

1.4.2 Fonte e coleta de dados

Todos os dados coletados são de ordem secundária e de acesso público, não sendo possível a identificação dos indivíduos, garantindo a confidencialidade dos sujeitos envolvidos. O processo de coleta de dados seguiu a ordem descrita no organograma abaixo (Figura 2).

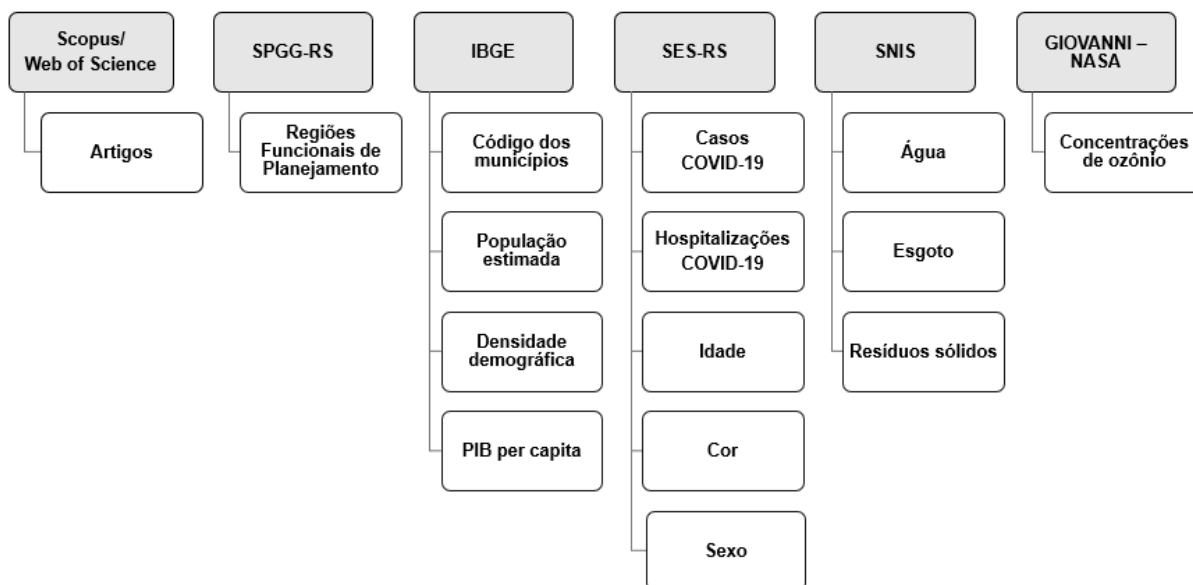


Figura 2 - Origem dos dados utilizados no estudo.
Fonte: Autora.

Scopus e Web of Science

As bases de dados Scopus e Web of Science foram utilizadas principalmente para a busca de artigos para a aplicação da metodologia utilizada no Artigo 1 (Capítulo 2), uma revisão bibliométrica e sistemática. No entanto, as bases também foram utilizadas para a revisão bibliográfica dos Artigos 2 e 3 (Capítulos 3 e 4), bem como para a elaboração do referencial teórico do Capítulo 1 (Considerações iniciais).

SPGG-RS

As Regiões Funcionais de Planejamento (RF) são agrupamentos dos Conselhos Regionais de Desenvolvimento (COREDES) do Rio Grande do Sul. Os dados referentes às RFs foram obtidos através do Atlas Socioeconômico do Estado do Rio Grande do Sul, elaborado pela Secretaria de Planejamento, Governança e Gestão do Rio Grande do Sul (SPGG-RS). Os COREDES são agrupados nas RFs com base em critérios de homogeneidade de fatores como economia, ambiente, sociedade, organização da rede de serviços de saúde e educação superior e serve como referência para a elaboração de instrumentos de planejamento dos municípios de acordo com a sua região. Com base nesses critérios, justifica-se a utilização das RFs para o delineamento do Artigo 2 (Capítulo 3).

IBGE

No portal Cidades@³, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), foram coletados os dados referentes ao código dos municípios, a população estimada em 2021, a densidade demográfica e o PIB per capita de cada município do Estado. O IBGE fornece os dados geográficos da América do Sul, Brasil, Rio Grande do Sul e municípios, pelo qual é possível georreferenciá-los para posterior elaboração dos mapas que serão utilizados nos Artigos 2 e 3 (Capítulos 3 e 4).

SES-RS

Os dados referentes à prevalência de casos e de hospitalizações por COVID-19 no RS serão utilizados nos Artigos 2 e 3 (Capítulos 3 e 4) sendo obtidos através do Painel Coronavírus RS, disponível no site da Secretaria Estadual de Saúde do Rio Grande do Sul (SES-RS)⁴. Foram coletados os números de casos confirmados e hospitalizações a partir da data dos sintomas do paciente até a data de início da vacinação contra a COVID-19 nacionalmente, em 17 de janeiro de 2021. Os dados abrangem todos os municípios do RS e se referem ao período de 2020 e 2021.

SNIS

Os dados referentes aos serviços de saneamento básico serão utilizados no Artigo 2 (Capítulo 3) e foram coletados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) - Série Histórica⁵. Foram coletados dados sobre o abastecimento de água, coleta de esgoto e de resíduos sólidos dos municípios do RS, correspondente aos seguintes indicadores e códigos de referência:

- Índice de atendimento total de água (SNIS - IN055);
- Índice de atendimento total de esgoto referente aos municípios atendidos com água (SNIS - IN056);
- Percentual de coleta de resíduos domiciliares (SNIS - IN015RS).

GIOVANNI-NASA

A plataforma Giovanni-NASA é um ambiente virtual de acesso aberto para a visualização de dados geofísicos através de imagens e podem ser selecionadas por

³ Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/panorama>

⁴ Disponível em: <https://ti.saude.rs.gov.br/covid19/>

⁵ Disponível em: <http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica/>

intervalos de datas para uma região de interesse. O download das imagens geradas pode ser realizado através do formato GeoTIFF (.tiff), que por sua vez pode ser utilizado em softwares de Sistemas de Informações Geográficas (SIG). Esta plataforma foi utilizada para a coleta de dados referente às concentrações de ozônio, utilizados no Artigo 3 (Capítulo 4).

Mapas temáticos

No software QGIS, serão elaborados mapas temáticos para os Artigos 2 e 3 (Capítulos 3 e 4) a partir dos dados acima descritos, a fim de elucidar a discussão dos dados obtidos. Para a geração dos mapas, foi utilizada a versão 3.22 do software e o Sistema de Referência e Coordenadas foi o SIRGAS 2000. Os dados vetoriais utilizados para a delimitação da América do Sul, do Brasil e das Unidades Federativas do Brasil foram adquiridos nas bases do IBGE. Já os mapas temáticos específicos do Artigo 2 (Capítulo 3) foram elaborados a partir de dados contendo o código geoespacial dos municípios, possibilitando a integração entre os dados tabulados e geração de dados vetoriais contendo informações como a prevalência de casos e hospitalizações por COVID-19, dados de saneamento básico e informações dos municípios.

Referências

AHASAN, Rakibul; ALAM, Md. Shaharier; CHAKRABORTY, Torit; HOSSAIN, Md. Mahbub. Applications of GIS and geospatial analyses in COVID-19 research: a systematic review. **F1000Research**, v. 9, p. 1-20, 28 jan. 2022. F1000 Research Ltd. <http://dx.doi.org/10.12688/f1000research.27544.2>.

ARANHA, Francisco. Autocorrelação espacial na área de loja de supermercados nos municípios paulistas: mensuração por meio do índice de geary. **Revista de Administração de Empresas**, v. 39, n. 4, p. 38-45, dez. 1999. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0034-75901999000400005>.

ASAI, Yusuke; NOMOTO, Hidetoshi; HAYAKAWA, Kayoko; MATSUNAGA, Nobuaki; TSUZUKI, Shinya; TERADA, Mari; OHTSU, Hiroshi; KITAJIMA, Koji; SUZUKI, Kumiko; SUZUKI, Tetsuya. Comorbidities as Risk Factors for Severe Disease in Hospitalized Elderly COVID-19 Patients by Different Age-Groups in Japan. **Gerontology**, v. 68, n. 9, p. 1027-1037, 2022. S. Karger AG. <http://dx.doi.org/10.1159/000521000>.

BANCO MUNDIAL. **Relatório de Pobreza e Equidade no Brasil**: Mirando o futuro após duas crises. Sumário Executivo. Washington D.C.: Banco Mundial, 2022.

BAQUERO, Oswaldo Santos. Autocorrelação espacial. São Paulo: USP, 2017. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4129212/mod_resource/content/1/Depend%C3%A2ncia%20espacial.pdf. Acesso em: 31 jan. 2023.

BERNARDY, Ruan; DADALT, Talita Aguida; PISKE, Aguinaldo Didio; GADOTTI, Gizele Ingrid; LEANDRO, Diuliana; BILHALVA, Luciana; GATTO, Darci Alberto; NADAL, Adriel. Avaliação das consequências da pandemia de covid-19 na qualidade do ar no Rio Grande do Sul com uso da plataforma Giovanni-NASA. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, [s. l.], v. 13, n. 8, p. 1-20, 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. COVID-19 Painel Coronavírus. Ministério da Saúde: 2022. Disponível em: <https://covid.saude.gov.br/>. Acesso em: 21 nov. 2022.

BEZERRA, Kimberly Mayara Gouveia; BERTO, Crislayne Maria; SILVA, Fernando Arthur Alves da; SILVA, Leiliane Moraes dos Santos; MARQUES, Ana Paula de Oliveira. ENVELHECIMENTO E COVID-19: associação entre comorbidades e gravidade da doença. **Revista Brasileira de Ciências do Envelhecimento Humano**, v. 17, n. 2, p. 1-1, 4 dez. 2020. UPF Editora. <http://dx.doi.org/10.5335/rbceh.v17i2.11949>.

CHOSSIÈRE, Guillaume P.; XU, Haofeng; DIXIT, Yash; ISAACS, Stewart; EASTHAM, Sebastian D.; ALLROGGEN, Florian; SPETH, Raymond L.; BARRETT, Steven R. H. Air pollution impacts of COVID-19–related containment measures. **Science Advances**, v. 7, n. 21, p. 1-10, 21 maio 2021. American Association for the Advancement of Science (AAAS). <http://dx.doi.org/10.1126/sciadv.abe1178>.

CLAVIJO, Irene; MEJÍA-MANTILLA, Carolina; OLIVIERI, Sergio; LARA-IBARRA, Gabriel; ROMERO, Javier. **Mind the Gap: How COVID-19 is Increasing Inequality in Latin America and the Caribbean**. World Bank: Washington, DC, 2021. 13 p.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução 491**, de 19 de novembro de 2018.

COSTA, Andréa Braz da; SOARES, Marcos A. Tavares. Crise econômica, pandemia e a política de transferência de renda no Brasil. **Cadernos de Ciências Sociais Aplicadas**, p. 65-83, 4 set. 2020. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia/Edicoes UESB. <http://dx.doi.org/10.22481/ccsa.v17i30.7124>.

DEMENECH, Lauro Miranda; DUMITH, Samuel de Carvalho; VIEIRA, Maria Eduarda Centena Duarte; NEIVA-SILVA, Lucas. Desigualdade econômica e risco de infecção e morte por COVID-19 no Brasil. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 23, p. 1-12, 2020. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1980-549720200095>.

DE SIMONI, W. *et al.* **O Estado da Qualidade do Ar no Brasil**. Working Paper. 32 p. São Paulo, Brasil: WRI Brasil, 2021.

EKSTRÖM, Anna Mia; BERGGREN, Camilla; TOMSON, Göran; GOSTIN, Lawrence O.; FRIBERG, Peter; OTTERSEN, Ole Petter. The battle for COVID-19 vaccines highlights the need for a new global governance mechanism. **Nature Medicine**, v. 27, n. 5, p. 739-740, 11 mar. 2021. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/s41591-021-01288-8>.

FARIA, Rivaldo Mauro de; JANTSCH, Leonardo Bigolin; NEVES, Eliane Tatsch; HAUSEN, Camila Freitas; BARROS, Amanda Peres Zubiaurre de; SEHNEM, Graciela Dutra; MIRANDA, Marina Jorge de. Social and territorial inequalities in the mortality of children and adolescents due to COVID-19 in Brazil. **Revista Brasileira de Enfermagem**, v. 75, n. 6, p. 1-8, 2022. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/0034-7167-2021-0482>.

FEPAM - Fundação Estadual de Proteção Ambiental Luis Roessler - RS. Qualidade Ambiental. Disponível em: http://www.fepam.rs.gov.br/qualidade/legislacao_ar.a. Acesso em: 26 jan. 2023.

FEPAM - Fundação Estadual de Proteção Ambiental Luis Roessler - RS. Relatório da Qualidade do Ar 2020. 22 p. Porto Alegre: FEPAM, 2021.

FEPAM - Fundação Estadual de Proteção Ambiental Luis Roessler - RS. Relatório da Qualidade do Ar 2021. 27 p. Porto Alegre: FEPAM, 2022.

FRANCH-PARDO, Ivan; NAPOLETANO, Brian M.; ROSETE-VERGES, Fernando; BILLA, Lawal. Spatial analysis and GIS in the study of COVID-19. A review. **Science Of The Total Environment**, v. 739, p. 140033, out. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140033>.

FUNASA. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de saneamento**. 5. ed. 545 p. Brasília: Funasa, 2019.

GIAVONI, Adriana; TAMAYO, Álvaro. Análise espacial: conceito, método e aplicabilidade. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, v. 16, n. 2, p. 303-307, 2003. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0102-79722003000200010>.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Síntese de indicadores sociais: uma análise das condições de vida da população brasileira**. IBGE: 2022. 154 p.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produto Interno Bruto - PIB**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/pib.php>. Acesso em: 12 jan. 2022.

IEMA - Instituto de Energia e Meio Ambiente. **Recomendações para a expansão e a continuidade das redes de monitoramento da qualidade do ar no Brasil**. IEMA: São Paulo, 2022.

IQAIR. **COVID-19 AIR QUALITY REPORT: 2019 coronavirus pandemic lockdowns result in unprecedented reductions in deadly particle pollution**. 2020. 15 p.

LANCET, The. Global governance for COVID-19 vaccines. **The Lancet**, v. 395, n. 10241, p. 1883, jun. 2020. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0140-6736\(20\)31405-7](http://dx.doi.org/10.1016/s0140-6736(20)31405-7).

LAVOR, Adriano de. **AMAZÔNIA SEM RESPIRAR: Falta de oxigênio causa mortes e revela colapso em Manaus**. FIOCRUZ: Radis Comunicação e saúde, 2021. Disponível em: <https://radis.ensp.fiocruz.br/index.php/home/reportagem/amazonia-sem-respirar>. Acesso em: 22 dez. 2022.

LEIRIÃO, Luciana Ferreira Leite; DEBONE, Daniela; MIRAGLIA, Simone Georges El Khouri. Does air pollution explain COVID-19 fatality and mortality rates? A multi-city study in São Paulo state, Brazil. **Environmental Monitoring And Assessment**, v. 194, n. 4, p. 275, 14 mar. 2022. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s10661-022-09924-7>.

LIANG, Fengchao; XIAO, Qingyang; HUANG, Keyong; YANG, Xueli; LIU, Fangchao; LI, Jianxin; LU, Xiangfeng; LIU, Yang; GU, Dongfeng. The 17-y spatiotemporal trend of PM 2.5 and its mortality burden in China. **Proceedings Of The National Academy Of Sciences**, v. 117, n. 41, p. 25601-25608, 21 set. 2020. Proceedings of the National Academy of Sciences. <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.1919641117>.

LIMA, Luana Daiane Guimarães; TOMASCHEWSKI-BARLEM, Jamila Geri; PALOSKI, Gabriela do Rosário; BARLEM, Edison Luiz Devos; ROCHA, Laureize Pereira; CASTANHEIRA, Janaína Sena. The performance of nursing students in a tele-health service during the COVID-19 pandemic. **Revista Gaúcha de Enfermagem**, v. 42, p. 1-11, 2021. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1983-1447.2021.20200483>.

LIPPI, Giuseppe; HENRY, Brandon M.; MATTIUZZI, Camilla; BOVO, Chiara. The death rate for COVID-19 is positively associated with gross domestic products: coronavirus and gross domestic product. **Acta Bio Medica Atenei Parmensis**, v. 91, n. 2, p. 224-225, 11 maio 2020. Mattioli 1885 srl.
<http://dx.doi.org/10.23750/abm.v91i2.9514>.

MATTE, Alessandra; WAQUIL, Paulo Dabdab. Dinâmicas socioeconômicas e produtivas no Rio Grande do Sul: situação das microrregiões campanha meridional e serra do sudeste. **Ambiência**, v. 14, n. 1, p. 101-118, 2018. GN1 Genesis Network.
<http://dx.doi.org/10.5935/ambiencia.2018.08.01>.

NASIRI, R.; AKBARPOUR, S.; ZALI, Ar.; KHODAKARAMI, N.; BOOCHANI, Mh.; NOORY, Ar.; SOORI, H. Spatio-temporal analysis of COVID-19 incidence rate using GIS: a case study.:tehran metropolitan, iran. **Geojournal**, v. 87, n. 4, p. 3291-3305, 12 maio 2021. Springer Science and Business Media LLC.
<http://dx.doi.org/10.1007/s10708-021-10438-x>.

OPAS - Organização Pan-Americana de Saúde. **Histórico da pandemia de COVID-19**. OPAS: s/d. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/covid19/historico-da-pandemia-covid-19>. Acesso em: 22 dez. 2022.

OPAS - Organização Pan-Americana de Saúde. **OMS declara emergência de saúde pública de importância internacional por surto de novo coronavírus**. OPAS: 2020. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/news/30-1-2020-who-declares-public-health-emergency-novel-coronavirus>. Acesso em: 20 dez. 2022.

OPAS - Organização Pan-Americana de Saúde. **Infográfico - COVID-19 doença causada pelo coronavírus 2019**: Informe-se. OPAS: 2020a.

PAFFHAUSEN, Anna Luisa; CAMPANTE, Ricardo Cardoso Vale; CASTANEDA Carlos Alberto Castrillon; LARA, Gabriel Ibarra. **The 2021 Brazil COVID-19 Phone Survey – Findings on labor market, income, and education trends (English)**. Poverty and Equity Notes Washington, D.C.: World Bank Group, 2022.

PESSOA, Maria Lisboa. **A situação do Rio Grande do Sul no cumprimento das metas do ODS 6**. Porto Alegre: Secretaria de Planejamento, Governança e Gestão, 2022. 26 p.

PIRES, Roberto Rocha C. **Os efeitos sobre grupos sociais e territórios vulnerabilizados das medidas de enfrentamento à crise sanitária da covid-19: propostas para o aperfeiçoamento da ação pública**. Nota técnica nº 33. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada: 2020. 18 p.

PORSEE, Alexandre, VALE, Vinícius. **Análise exploratória de dados espaciais**. Curitiba: UFPR, 2020. Disponível em: <https://nedur.ufpr.br/wp-content/uploads/2020/08/12-aede.pdf>. Acesso em 03 fev. 2023.

PORTUGAL JÚNIOR, Pedro dos Santos; FROGERI, Rodrigo Franklin; ALVES, Alessandro Ferreira; PIURCOSKY, Fabrício Pelloso; SILVA, Renan Antônio da.

Relação entre os casos de COVID-19 e indicadores econômicos. **Revista Thema**, v. 20, p. 215-238, 25 ago. 2021. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-Rio-Grandense. <http://dx.doi.org/10.15536/thema.v20.especial.2021.215-238.1806>.

REIS, Edna Afonso., REIS Ilka Afonso. **Análise Descritiva de Dados**. Relatório Técnico do Departamento de Estatística da UFMG. 1. ed. UFMG: Minas Gerais, 2002. 64 p.

RIO GRANDE DO SUL. **Relatório anual** - condições socioeconômicas do Rio Grande do Sul. Informe de 2019. GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL: Fipe, 2019. 114 p.

RIO GRANDE DO SUL. Decreto Nº 55.240, de 10 de maio de 2020. Institui o Sistema de Distanciamento Controlado para fins de prevenção e de enfrentamento à epidemia causada pelo novo Coronavírus (COVID-19) no âmbito do Estado do Rio Grande do Sul, reitera a declaração de estado de calamidade pública em todo o território estadual e dá outras providências.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria de Planejamento, Governança e Gestão. Departamento de Planejamento Governamental. Departamento de Planejamento Governamental. **Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul**. 6. ed. Porto Alegre: 2021a. 205 p.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria da Saúde. **Regiões de Saúde**. SES - RS: 2021. Disponível em: <https://ti.saude.rs.gov.br/covid19/>. Acesso em: 02 dez. 2022.

RUAN, Qiurong; YANG, Kun; WANG, Wenxia; JIANG, Lingyu; SONG, Jianxin. Clinical predictors of mortality due to COVID-19 based on an analysis of data of 150 patients from Wuhan, China. **Intensive Care Medicine**, v. 46, n. 5, p. 846-848, 3 mar. 2020. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s00134-020-05991-x>.

SABINO, Ester C; BUSS, Lewis F; CARVALHO, Maria P s; A PRETE, Carlos; CRISPIM, Myuki A e; A FRAIJI, Nelson; PEREIRA, Rafael H M; PARAG, Kris V; PEIXOTO, Pedro da Silva; KRAEMER, Moritz u G. Resurgence of COVID-19 in Manaus, Brazil, despite high seroprevalence. **The Lancet**, v. 397, n. 10273, p. 452-455, fev. 2021. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0140-6736\(21\)00183-5](http://dx.doi.org/10.1016/s0140-6736(21)00183-5).

SANTOS, Marina dos; PENTEADO, Júlia Oliveira; BRUM, Rodrigo de Lima; BONIFÁCIO, Alicia da Silva; RAMIRES, Paula Florêncio; GARIBOTI, Diuster de Franceschi; CARDOSO, Ruana Michela Santos; SILVA JÚNIOR, Flavio Manoel Rodrigues da. Ethnic/Racial Disparity in Mortality from COVID-19: data for the year 2020 in brazil. **Spatial Demography**, v. 11, n. 1, p. 1-17, 16 jan. 2023. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s40980-022-00112-2>.

SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Painel de informações sobre saneamento**. MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL: 2021.

SOUZA, E. G.; LAZUTA, A. M.; SOUZA, T.; MARQUES, L. C.; LEANDRO, D.; NADALETI, W. C. Análise espacial e temporal da concentração de dióxido de nitrogênio (NO₂) no Brasil (2017-2021): impacto das medidas de restrição da pandemia de Covid-19 na redução da poluição atmosférica. **Boletim Geográfico do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre, n. 39, p. 59-77, 2022.

SOUZA, Lucas Cardoso; KOCK, Kelser de Souza. Análise do modelo logístico aplicado à primeira onda da Covid-19 nos países com os 20 maiores PIB's. **Journal Of Health & Biological Sciences**, v. 10, n. 1, p. 1, 15 mar. 2022. Instituto para o Desenvolvimento da Educação. <http://dx.doi.org/10.12662/2317-3076jhbs.v10i1.4226.p1-7.2022>.

SOUZA, Raquel Pereira de; TORRES, Lucas de Faria. Desenvolvimento rural no Rio Grande do Sul. **Drd - Desenvolvimento Regional em Debate**, v. 12, n., p. 265-284, 11 fev. 2022. Universidade do Contestado - UnC. <http://dx.doi.org/10.24302/drd.v12ied.esp.dossie.3898>.

TAVELLA, Ronan Adler; MORAES, Niely Galeao da Rosa; AICK, Carlos Daniel Maciel; RAMIRES, Paula Florencio; PEREIRA, Natália; SOARES, Ana Gonçalves; SILVA JÚNIOR, Flavio Manoel Rodrigues da. Weekend effect of air pollutants in small and medium-sized cities: the role of policies stringency to covid-19 containment. **Atmospheric Pollution Research**, v. 14, n. 2, p. 101662, fev. 2023. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apr.2023.101662>.

UFRGS - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Jornal Humanista. Apenas cinco cidades medem a poluição do ar no RS. UFRGS: Porto Alegre, Faculdade de Biblioteconomia e Comunicação, 2019. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/humanista/2019/11/14/apenas-cinco-cidades-medem-a-poluicao-do-ar-no-rs/>. Acesso em: 26 jan. 2023.

UNA-SUS - Universidade Aberta do SUS **Vacinação contra a COVID-19 já teve início em quase todo o país**. Ministério da Saúde: 2021. Disponível em: <https://www.unasus.gov.br/noticia/vacinacao-contr-a-covid-19-ja-teve-inicio-em-quase-todo-o-pais>. Acesso em: 22 dez. 2022.

UNEP - United Nation Environment Programme. **Greening the Blue Report 2021: The UN System's Environmental Footprint and Efforts to Reduce it**. 45 p. UNEP: Geneva, 2021.

URBAN, Rodrigo Custodio; NAKADA, Liane Yuri Kondo. GIS-based spatial modelling of COVID-19 death incidence in São Paulo, Brazil. **Environment And Urbanization**, v. 33, n. 1, p. 229-238, 14 out. 2020. SAGE Publications. <http://dx.doi.org/10.1177/0956247820963962>.

VORMITTAG, Evangelina da Motta P. A. de Araújo; CIRQUEIRA, Samirys Sara Rodrigues; WICHER NETO, Hélio; SALDIVA, Paulo Hilário N. Análise do monitoramento da qualidade do ar no Brasil. **Estudos Avançados**, v. 35, n. 102, p. 7-30, ago. 2021. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-4014.2021.35102.002>.

WANG, Yu. Geographic visualization and spatial analysis of COVID-19 based on GIS. **Journal Of Physics: Conference Series**, v. 2006, n. 1, p. 1-7, 1 ago. 2021. IOP Publishing. <http://dx.doi.org/10.1088/1742-6596/2006/1/012055>.

WEHRMEISTER, Fernando C; SILVA, Inácio Crochemore M da; BARROS, Aluisio J D; VICTORA, Cesar G. Is governance, gross domestic product, inequality, population size or country surface area associated with coverage and equity of health interventions? Ecological analyses of cross-sectional surveys from 80 countries. **Bmj Global Health**, v. 2, n. 4, p. 1-10, out. 2017. BMJ. <http://dx.doi.org/10.1136/bmjgh-2017-000437>.

WHO - World Health Organization. **WHO Coronavirus (COVID-19) Dashboard**. 2022. disponível em: <https://covid19.who.int/>. Acesso em: 21 nov. 2022.

WHO - World Health Organization. **Global Covid-19 Vaccination Strategy in a Changing World**. 12 p. WHO: 2022a.

WORLD BANK GROUP. World Development Report 2022: finance for an equitable recovery. **World Bank Group**, p. 1-281, 15 fev. 2022. The World Bank. <http://dx.doi.org/10.1596/978-1-4648-1730-4>

WOUTERS, Olivier J; SHADLEN, Kenneth C; SALCHER-KONRAD, Maximilian; POLLARD, Andrew J; LARSON, Heidi J; TEERAWATTANANON, Yot; JIT, Mark. Challenges in ensuring global access to COVID-19 vaccines: production, affordability, allocation, and deployment. **The Lancet**, v. 397, n. 10278, p. 1023-1034, mar. 2021. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0140-6736\(21\)00306-8](http://dx.doi.org/10.1016/s0140-6736(21)00306-8)

WU, X.; NETHERY, R. C.; SABATH, M. B.; BRAUN, D.; DOMINICI, F. Air pollution and COVID-19 mortality in the United States: strengths and limitations of an ecological regression analysis. **Science Advances**, v. 6, n. 45, p. 1-6, 6 nov. 2020. American Association for the Advancement of Science (AAAS). <http://dx.doi.org/10.1126/sciadv.abd4049>.

CAPÍTULO 2 - Artigo 1

O presente artigo responderá o Objetivo específico 1 deste trabalho em busca de explorar pesquisas na área de Ciências Ambientais inerentes à pandemia de COVID-19. O artigo compreenderá as etapas a seguir:

Os impactos da COVID-19 nas Ciências Ambientais: uma análise bibliométrica e sistemática

RESUMO

A COVID-19, que começou na Província de Wuhan (China), logo se espalhou pelo Globo em 2020, tornando-se uma pandemia. Diversos impactos foram sentidos na sociedade, em virtude de algumas medidas preventivas que tiveram de ser tomadas, na busca de frear a contaminação da população. Entre essas medidas, o distanciamento social foi a principal. Dentre eles, a suspensão de aulas presenciais, o fechamento de indústrias e outros serviços, incertezas no fornecimento de materiais, são apenas alguns. Por se tratar de um assunto relativamente recente e em busca de diversas respostas e soluções para problemas ocorridos e que e ainda possam estar presentes ou ser vivenciados no futuro, esse estudo buscou fazer um levantamento das publicações científicas na área das Ciências Ambientais. A fim de compreender os questionamentos científicos pelo mundo e como se relacionam entre as publicações, se questionou “quem, onde e sobre o quê?” está sendo publicado. A pesquisa se deu através de uma análise bibliométrica e sistemática, a partir de 51 artigos encontrados na base de dados *Web of Science*. Os artigos foram publicados em 10 periódicos, por 232 autores de diversos países. Foram analisados 15 artigos que relatam os impactos sentidos pela pandemia nos setores da saúde, educação, turismo, tecnologia, social e multidisciplinar. Pode-se constatar que o distanciamento social causou diversos impactos na sociedade. Faz-se importante o intercâmbio de publicações entre países e autores para o espelhamento de estudos e tomadas de decisões que deram certo frente a situações de emergência, como foi a pandemia de COVID-19.

Palavras-chave: estudos métricos da informação; acoplamento bibliográfico; redes de visualização.

The impacts of COVID-19 on Environmental Sciences: a bibliometric and systematic analysis

ABSTRACT

COVID-19, which began in Wuhan Province (China), soon spread across the globe in 2020, becoming a pandemic. Several impacts were felt in society, due to some preventive measures that had to be taken, in an attempt to stop the contamination of the population. Among these measures, social distancing was the main one. Among them, the suspension of in-person classes, the closure of industries and other services, uncertainties in the supply of materials, are just a few. As this is a relatively recent subject and in search of different answers and solutions to problems that have occurred and that may still be present or be experienced in the future, this study sought to survey scientific publications in the area of Environmental Sciences. In order to understand scientific questions around the world and how they relate to publications, the question was “who, where and about what?” is being published. The research was carried out through a bibliometric and systematic analysis, based on 51 articles found in the Web of Science database. The articles were published in 10 journals, by 232 authors from different countries. 15 articles were analyzed that report the impacts felt by the pandemic in the health, education, tourism, technology, social and multidisciplinary sectors. It can be seen that social distancing has caused several impacts on society. It is important to exchange publications between countries and authors to mirror studies and decision-making that worked in the face of emergency situations, such as the COVID-19 pandemic.

Keywords: information metric studies; bibliographic coupling; visualization networks.

2.1 Introdução

Em 2020, uma nova enfermidade surgiu na Província de Wuhan, na China, e se alastrou ligeiramente pelo mundo, passando de epidemia para pandemia. A pandemia de COVID-19 se distribuiu pelo Globo de forma heterogênea e gerou impactos em diversos setores da sociedade, sendo imprescindíveis estudos nas mais diversas áreas e algumas soluções imediatas, como, por exemplo os bloqueios de atividades em busca do distanciamento social, uma das principais medidas de prevenção da doença.

Impactos sociais, ambientais, na educação, na saúde, na economia e outros setores foram e ainda são sentidos devido à crise sanitária que se deu. Desemprego, prejuízo na educação, perdas humanas, escassez de recursos são alguns dos impactos que ainda poderão ser sentidos a longo prazo.

Por se tratar de um tema relativamente recente, amplo e ainda em busca de respostas para diversos questionamentos sobre as causas, soluções, impactos e diversos outros vieses da pandemia de COVID-19, supôs-se que devam ter diversos trabalhos envolvendo a temática em diferentes países e diferentes áreas do conhecimento. Desta forma, optou-se por realizar uma análise sobre o que tem sido pesquisado, por quem e onde tem sido publicado em relação à pandemia na área de Ciências Ambientais.

2.2 Metodologia

A fim de fazer um levantamento e análise do que foi pesquisado e publicado durante o período da pandemia, a partir de uma temática definida, optou-se por realizar uma análise bibliométrica e sistemática da literatura encontrada.

Para a análise bibliométrica realizou-se uma busca de artigos científicos na base de dados Web of Science. O resultado é representado na forma de redes de relações através de mapas mentais do software bibliométrico *VOSviewer*. A análise sistemática foi realizada através da ferramenta *Bibliometrix*, do software RStudio, que permite analisar os artigos mais relevantes através de um ranqueamento gerado pelo software.

A análise bibliométrica permite explorar e analisar um volume de dados de forma que ao mesmo tempo que se busca temáticas específicas de uma área do conhecimento, áreas emergentes ganham visibilidade (DONTHU *et al.*, 2020). A

representação em redes de relação através do VOSviewer, permite a aprimoração da análise dos dados bibliométricos (PESSIN; YAMANE; SIMAN, 2022) através da representação gráfica de mapas das redes (VAN ECK; WALTMAN, 2009), além de ser um software gratuito.

A revisão sistemática, segundo Sampaio e Mancini (2007), serve para sintetizar a literatura de forma metódica, explícita e passível de reprodução. Este tipo de análise serve para orientar o desenvolvimento de projetos, além de identificar quais métodos de pesquisa foram utilizados em determinada área.

Primeiramente, para a definição dos termos de pesquisa, foi elaborada uma pergunta norteadora a fim de escolher as palavras-chave em torno da COVID-19, da sociedade e do ambiente, direta e indiretamente. O questionamento se deu com a seguinte questão: De que forma a COVID-19 afetou a população?

Definida a questão norteadora, o próximo passo realizado foi a escolha das palavras-chave e a busca na base de dados *Web of Science*. A base foi escolhida por ser uma das maiores bases de dados de pesquisas científicas, além de ser multidisciplinar, contendo estudos de diversas áreas do conhecimento. As palavras-chave definidas foram “impacto social”, “impacto ambiental”, “impacto econômico” e “COVID-19”, escritas em inglês, “social impact*”, “environmental impact*”, “economic impact*” e “COVID-19”, gerando a *string* representado no Quadro 2. No Quadro 3, podem ser observados os operadores booleanos utilizados na busca. Os critérios de seleção estão representados no Quadro 4.

Quadro 3 - String gerada no Web of Science a partir das palavras-chave definidas.

STRING DE BUSCA
"social impact*" (Topic) AND "COVID-19" (Topic) OR "environmental impact*" (Topic) AND "COVID-19" (Topic) OR "economic impact*" (Topic) AND "COVID-19" (Topic) and 2020 or 2021 or 2022 (Publication Years) and Article (Document Types) and Environmental Sciences Ecology (Research Areas) and Environmental Sciences (Web of Science Categories)

⁶ O asterisco (*) escrito após a palavra *impact* serve para ampliar a busca para a palavra no plural, bem como derivações dela.

Quadro 4 - Operadores booleanos e palavras-chave utilizados na busca.

OPERADORES BOLEANOS E PALAVRAS-CHAVE
“social impact*” AND “COVID-19”
OR
“environmental impact*” AND “COVID-19”
OR
“economic impact*” AND “COVID-19”

Quadro 5 - Critérios de inclusão ou exclusão para a busca.

CRITÉRIO	SELEÇÃO
Publication Years	2020 - 2021 - 2022
Document Types	Article
Web of Science Categories	Environmental Sciences
Research Areas	Environmental Sciences Ecology

Após a seleção dos artigos através dos critérios de busca, inclusão e exclusão, realizou-se a leitura do resumo dos artigos para a discussão, buscando identificar os seguintes elementos:

- DOI;
- Título;
- Ano;
- Objetivos;
- Problema;
- Setor estudado;
- Método utilizado;
- População estudada;
- Solução proposta pelos autores;
- Limitações;
- Sugestões para trabalhos futuros.

2.3 Resultados e Discussões

2.3.1 Análise Bibliométrica

A partir da *string* de busca utilizada na base de dados *Web of Science*, foram encontrados 653 artigos. Após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, as publicações totalizaram 51 artigos (Anexos) para o período de busca. Pode-se observar um aumento no número de publicações no ano de 2021 e declínio no ano de

2022, conforme Figura 3. Posteriormente à busca na base de dados, foi realizada a exportação do banco de dados em formato *Plain text file (.txt)*, para utilização do arquivo nas ferramentas de análise.

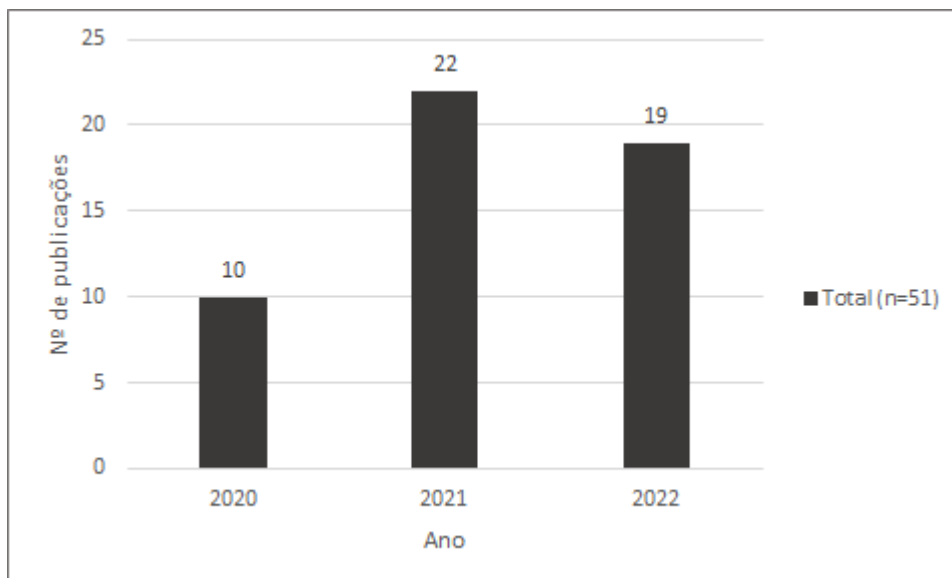


Figura 3 - Publicações por ano após a aplicação da *string* na plataforma *Web of Science*.
Fonte: Autora.

2.3.1.1 Principais informações sobre os dados

Após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão na base de dados, foram filtrados 51 documentos, publicados em 10 periódicos diferentes. Os artigos foram escritos por 232 autores de diferentes países. Foram utilizadas 240 palavras-chave diferentes e um total de 2559 referências bibliográficas para a elaboração dos documentos. Estas e demais informações sobre os documentos podem ser observadas na Figura 4.



Figura 4 – Informações gerais sobre os documentos encontrados na busca.
Fonte: *Web of Science*, adaptado em RStudio.

2.3.1.2 Revistas mais relevantes

Dentre os 10 periódicos que publicaram os documentos, os que mais tiveram publicações foram o *International Journal of Environmental Research and Public Health* e o *Sustainability*, conforme a Figura 5. A utilização dos artigos publicados nestes periódicos se relaciona entre diversos países por outros autores e interliga diversos trabalhos com outras temáticas, como é possível observar na Figura 6, pelo link entre periódicos (SO, à esquerda), países (AU_CO, ao centro) e palavras-chave (DE, à direita).

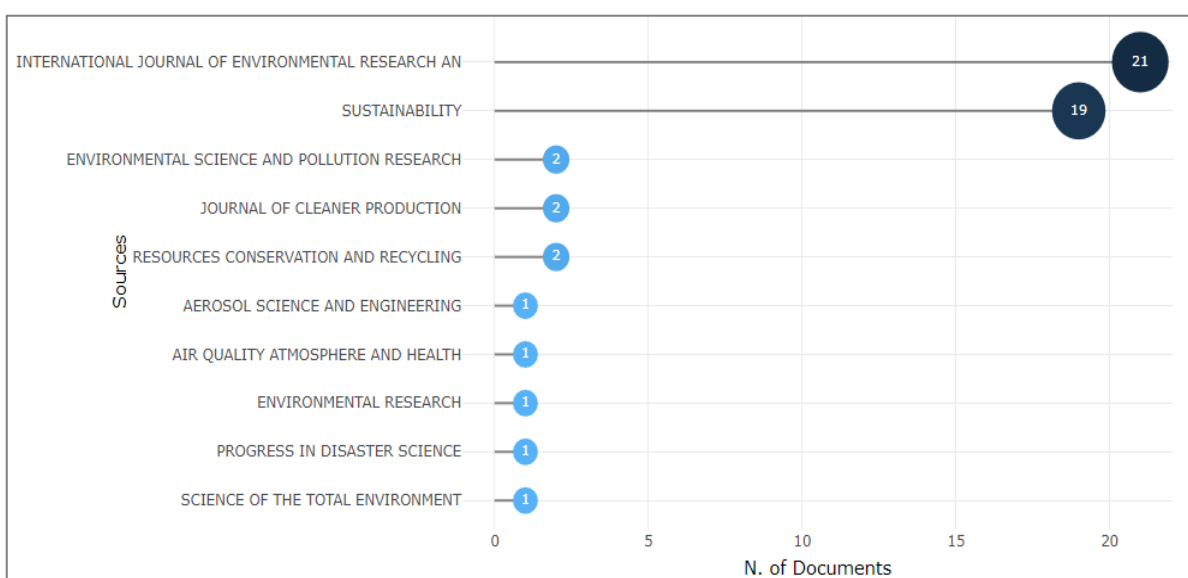


Figura 5 - Relação de periódicos e quantidade de artigos publicados.

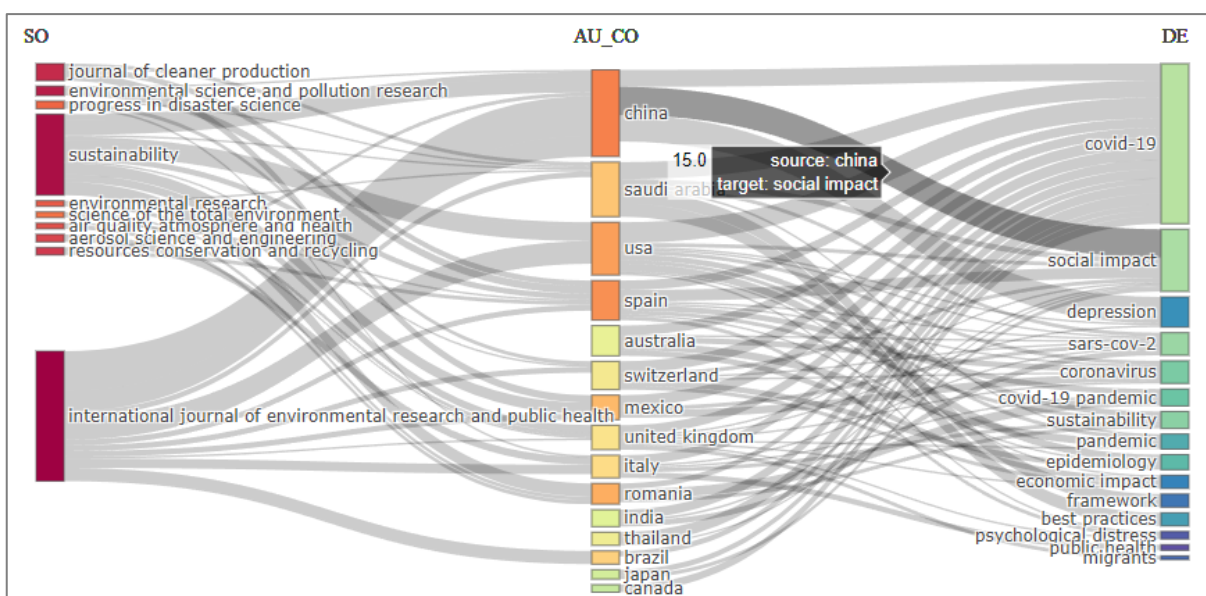


Figura 6 - Interligação entre periódicos, países e palavras-chave.

2.3.1.3 Palavras-chave mais relevantes

Nos artigos publicados e analisados, foram utilizadas 240 palavras-chave. Dentre as mais relevantes, se encontram 3 das 4 palavras utilizadas na busca no banco de dados: *COVID-19*, *social impact* e *economic impact*. O Quadro 5 permite visualizar a ordem de significância das palavras-chave e em quantos documentos elas aparecem.

Quadro 6 – Ocorrência das palavras-chave.

Ordem	Palavra-chave (Autor)	Artigos
1	COVID-19	34
2	SOCIAL IMPACT	9
3	SARS-COV-2	5
4	SUSTAINABILITY	5
5	CORONAVIRUS	4
6	COVID-19 PANDEMIC	4
7	EPIDEMIOLOGY	3
8	PANDEMIC	3
9	BEST PRATICES	2
10	DEPRESSION	2
11	ECONOMIC IMPACT	2
12	FRAMEWORK	2
13	MIGRANTS	2
14	PSYCHOLOGICAL DISTRESS	2
15	PUBLIC HEALTH	2
	DEMAIS PALAVRAS-CHAVE	...

A palavra-chave *environmental impact* não aparece entre as mais relevantes, todavia a palavra *environment* está diretamente ligada às palavras-chave *COVID-19* e *social impact*, como é possível observar no mapa de redes, representado na Figura 7. Para a geração deste mapa, foi efetuada a relação entre a coocorrência de palavras-chave dos artigos, com o mínimo de aparecimento de uma vez em algum dos artigos. No software RStudio foi possível visualizar as palavras-chave em forma de nuvem de palavras, organizada pelo próprio software, quanto maior a palavra, maior a frequência de utilização. É possível notar que a palavra que se mantém em evidência é *impacto*, indicando maior frequência nos artigos, conforme Figura 8.

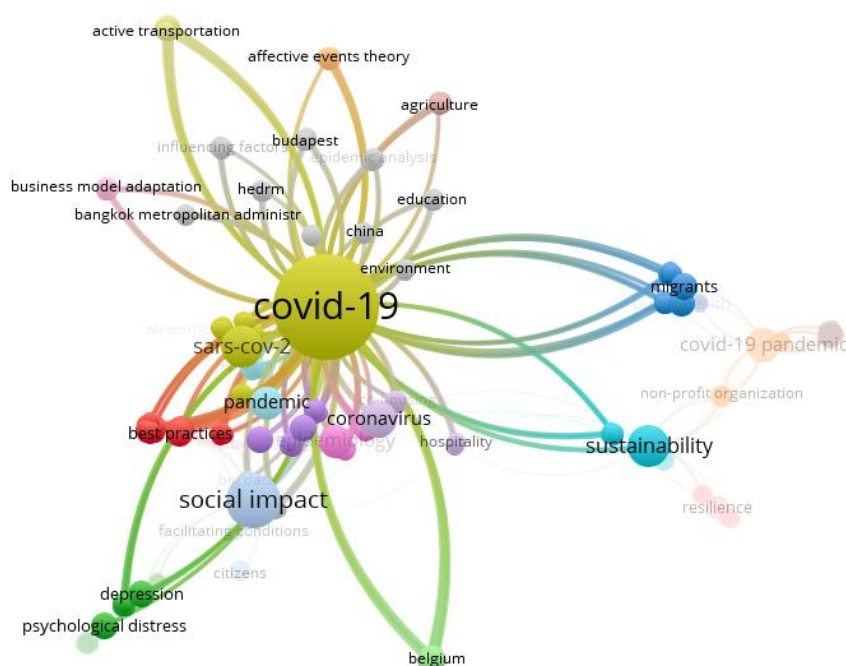


Figura 7 – Palavras-chave mais utilizadas nos artigos.
Fonte: Vosviewer, adaptado.



Figura 8 - Nuvem de palavras-chave utilizadas nos artigos.

2.3.1.4 Países e suas publicações

Os artigos encontrados na busca refinada têm origem de 19 países (Figura 9), se relacionando entre 34 países. Os países que mais tiveram publicações, não necessariamente são os que tem seus artigos mais citados. A Índia possui maior número de citações de seus artigos, enquanto a Espanha possui mais artigos publicados dentro da temática pesquisada.

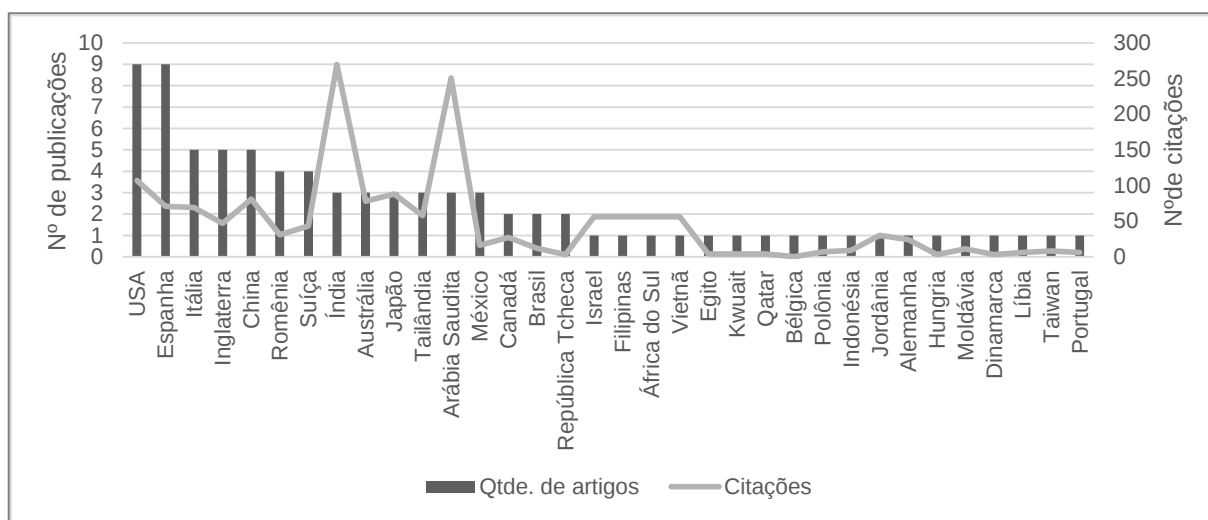


Figura 9 - Relação entre número de publicações, quantidade de artigos e número de citações.

Através do método de acoplamento bibliográfico, é possível observar na Figura 10 a interrelação entre os artigos publicados com a temática da pesquisa e os países, através do mapa de acoplamento bibliográfico por países, com o critério de pelo menos um documento por país, sem número mínimo de citações. O acoplamento bibliográfico serve para medir a relação entre dois artigos com base na quantidade de referências que os artigos têm em comum (KESSLER, 1963). Quanto maior o rótulo indica a proporção de produção entre os países, logo os rótulos maiores indicam maior número de publicações. Pode-se observar, juntamente com o gráfico da Figura 9 que os Estados Unidos, a Espanha e a Itália detêm o maior número de produções nesta área. No entanto, o maior número de citações foi realizado de trabalhos produzidos na Índia, Arábia Saudita e Estados Unidos.

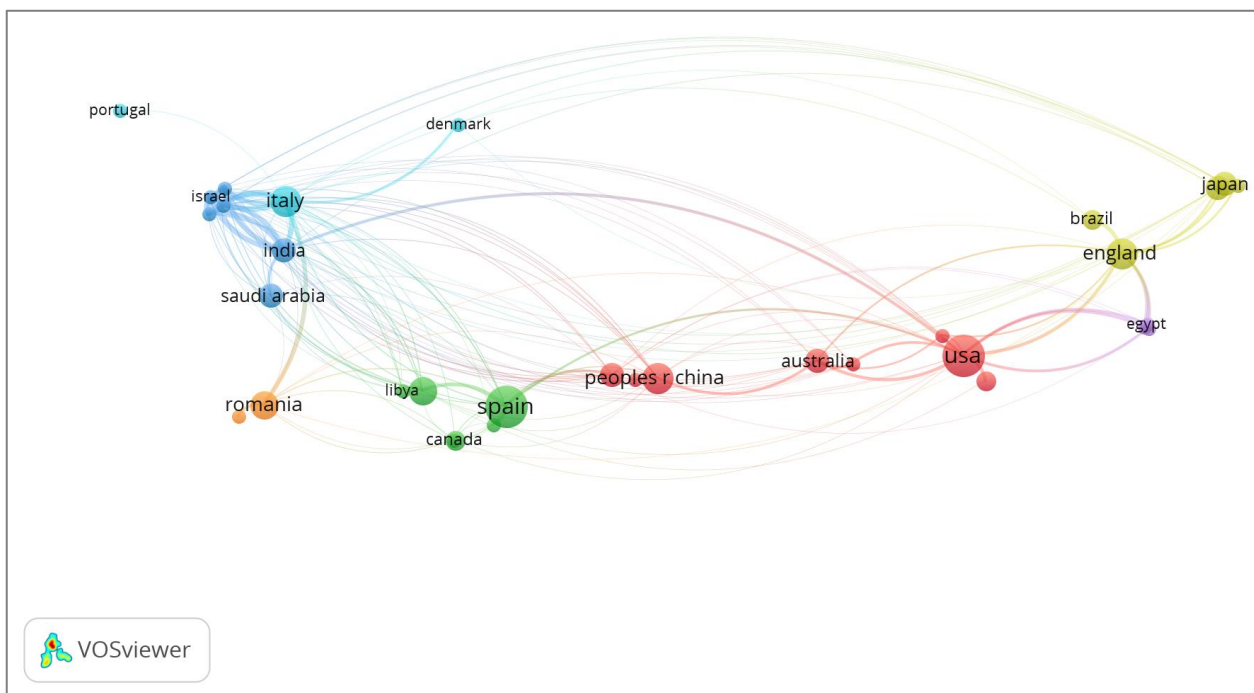


Figura 10 - Países com artigos publicados.
Fonte: Vosviewer.

2.3.2 Análise Sistemática

2.3.2.1 Documentos

A partir da interface *Bibliometrix*, executada através do software RStudio, foi possível criar um ranking de classificação dos artigos, que leva em consideração o número de citações. Do total de artigos obtidos na busca, foi analisada uma amostra de 15 artigos, de acordo com a ordem de ranqueamento, como é possível observar no Quadro 6. A análise corresponde a cerca de 30% das publicações, considerando que analisar os 51 artigos tornaria as discussões um tanto quanto extensas. Dentre os mais relevantes, não existem artigos publicados no ano de 2022, o que pode ser explicado pelo fato do ranqueamento ser realizado a partir das citações e este ser o ano mais recente do período de busca.

Quadro 7 - Ranking dos artigos.

	Autor, ano	Ano	Periódico	Título	Citações
1	ALI, I.; OMAR, ALHARBI, O. M. L	2020	Science of the Total Environment	COVID-19: Disease, management, treatment, and social impact	214
2	ANAND, U.; CABREROS, C.; MAL J.; BALLESTEROS, F.; SILLANPÄÄ, M.; TRIPATHI, V.; BONTEMPI, E.	2021	Environmental Research	Novel coronavirus disease 2019 (COVID-19) pandemic: From transmission to control with an interdisciplinary vision	56

3	MAROME W.; SHAW, R.	2021	International Journal of Environmental Research and Public Health	COVID-19 Response in Thailand and Its Implications on Future Preparedness	46
4	ALTHAF S.; BABBITT, C. W.	2021	Resources, Conservation and Recycling	Disruption risks to material supply chains in the electronics sector	45
5	KITAMURA Y.; KARKOUR, S.; ICHISUGI, Y.; ITSUBO, N.	2020	Sustainability	Evaluation of the Economic, Environmental, and Social Impacts of the COVID-19 Pandemic on the Japanese Tourism Industry	33
6	LI X.; ZHOU, L.; JIA, T.; PENG, R.; FU, X.; ZOU, Y.	2020	International Journal of Environmental Research and Public Health	Associating COVID-19 Severity with Urban Factors: A Case Study of Wuhan	32
7	KHEIRALLAH K.; ALSINGLAWI, B.; ALZOUBI, A.; SAIDAN, M. N.; MUBIN, O.; ALORJANI, M. S.; MZAYEK, F.;	2020	International Journal of Environmental Research and Public Health	The Effect of Strict State Measures on the Epidemiologic Curve of COVID-19 Infection in the Context of a Developing Country: A Simulation from Jordan	30
8	AL-YOUBI A.; AL-HAYANI, A.; BARDESI, H. J.; BASHERI, M.; LYTRAS, M. D.; ALJOHANI, N. R.	2020	Sustainability	The King Abdulaziz University (KAU) Pandemic Framework: A Methodological Approach to Leverage Social Media for the Sustainable Management of Higher Education in Crisis	27
9	PELLETIER C.; CORNISH, K.; SANDERS, C.	2021	International Journal of Environmental Research and Public Health	Children's Independent Mobility and Physical Activity during the COVID-19 Pandemic: A Qualitative Study with Families	27
10	LEAL W.; LÜTZ, J. M.; SATTTLER, D. N.; NUNN, P. D.	2020	International Journal of Environmental Research and Public Health	Coronavirus: COVID-19 Transmission in Pacific Small Island Developing States	24
11	SUN Z.; CHEN, X.; ZHANG, R.; YANG, B.	2020	International Journal of Environmental Research and Public Health	Factors Influencing Rumour Re-Spreading in a Public Health Crisis by the Middle-Aged and Elderly Populations	24
12	REVILLA-CUESTA V.; SKAF, M.; VARONA, J. M.; ORTEGA-LÓPEZ, V.	2021	International Journal of Environmental Research and Public Health	The Outbreak of the COVID-19 Pandemic and its Social Impact on Education: Were Engineering Teachers Ready to Teach Online?	21
13	MI L.; ZHAO, J.; XU, T.; YANG, H.; LV, T.; SHANG, K.; QIAO, Y.; ZHANG, Z.	2021	Resources, Conservation and Recycling	How does COVID-19 emergency cognition influence public pro-environmental behavioral intentions? An affective event perspective	20
14	ORTENZI F.; ALBANESE, E.; FADDA, M.	2020	International Journal of Environmental Research and Public Health	A Transdisciplinary Analysis of COVID-19 in Italy: The Most Affected Country in Europe	17
15	VIGURIA U. A.; CASAMITJANA, N.	2021	International Journal of Environmental Research and Public Health	Early Interventions and Impact of COVID-19 in Spain	16

Fonte: Web of Science, adaptado RStudio.

Dentre os artigos analisados para a revisão sistemática, são contempladas diversas áreas de estudo, como a da saúde, do turismo, da educação, da tecnologia, ambiental, social e multidisciplinar. Todos eles abordaram o impacto social da COVID-19, mesmo que alguns o tenham feito de forma mais superficial.

A COVID-19 surpreendeu a todos e muitas medidas de última hora em diversos setores da sociedade tiveram que ser tomadas. Pode parecer básico descrever como tudo se desencadeou, mas quanto mais detalhes forem registrados, maior a massa de informações para pesquisas futuras e soluções mais rápidas em uma futura situação parecida.

Ali e Alharbi (2020) descreveram em seu estudo de revisão o vírus causador da pandemia, a doença, informações sobre prevenção e gestão, propagação, tratamento e o impacto social da doença na sociedade. Os autores propõem medidas de prevenção e educação em ciência e tecnologia para a população em geral. Assim como Anand *et al.* (2021) realizaram uma revisão a fim de produzir um resumo aprofundado sobre a pandemia de forma interdisciplinar, buscando os aspectos gerais ligados à pandemia. Entre esses aspectos, os autores listam impactos na economia, na saúde e na sociedade. Desta forma, propõem uma força tarefa multidisciplinar de cuidados de saúde internacional, a fim de controlar futuros eventos pandêmicos.

No âmbito social, Ortenzi *et al.* (2020), realizaram uma análise transdisciplinar da COVID-19 na Itália, o país mais afetado da Europa. De forma similar, Vigúria e Casamitjana (2021), forneceram uma visão epidemiológica da COVID-19 na Espanha e uma revisão das primeiras medidas adotadas no país para o controle da propagação da doença. Ambos ressaltam a importância de estar preparado para futuras crises sanitárias.

No setor da educação, foram produzidos artigos a fim de pesquisar o impacto da pandemia nos períodos de bloqueio. Um deles utilizando as mídias sociais e o outro analisando a qualidade do ensino em cursos de engenharia. Al-Youbi *et al.* (2020) utilizaram as mídias sociais como estratégia para sustentar a educação durante a crise no setor, instaurada pela pandemia. Os autores constataram contribuição significativa de redes sociais em algumas áreas do conhecimento. Por outro lado, Revilla-Cuesta *et al.* (2021), investigaram a preparação dos professores de engenharia para o ensino on-line. Foi constatado que, no geral, os professores possuíam competências técnicas e sociais para ministrar aulas remotamente.

Na área da saúde, foram publicados 5 artigos, dentre os selecionados para análise. Marome e Shaw (2021) analisaram os recursos de saúde na Tailândia, nos sistema de saúde público, a nível comunitário e as questões legislativas envolvidas. O estudo ressalta a importância nas tomadas de decisões do governo e sugere um nível de governança mais abrangente, que contemple amplamente a população e cause menos impactos à sociedade, sem sobrecarregar um setor específico. Kheirallah *et al.* (2020), analisaram questões governamentais a respeito da propagação da doença, como o distanciamento social e bloqueio de atividades, na Jordânia. Tais medidas, tomadas de forma precoce e rigorosa, se mostraram eficazes para o controle da epidemia.

Li *et al.* (2020) inferiram o padrão de distribuição espacial da COVID-19 em Wuhan e seus impactos, baseados em sete fatores urbanos (crescimento urbano, hospital geral, instalações comerciais, estação de metrô, mistura de uso do solo, índice de envelhecimento e densidade viária), dos quais seis apresentaram associação com a gravidade da pandemia. Dentre estes fatores, a distribuição geográfica dos hospitais exerceu efeito significativo na situação epidêmica da cidade. Leal Filho *et al.* (2020) analisaram a introdução, a incidência e taxa de transmissão do vírus nos Pequenos Estados Insulares em desenvolvimento do Pacífico, a partir de dados de deslocamento aéreo da população. O estudo demonstrou que o fechamento das fronteiras contribuiu para a diminuição da propagação da doença, porém gerou dificuldades econômicas devido à dependência do turismo e intercâmbio destes países.

Outro estudo realizado na área da saúde e também sobre impactos sociais, foi o de Pelletier *et al.* (2021), sobre o impacto da COVID-19 nos comportamentos de mobilidade das crianças. Através de entrevista com crianças e seus familiares de áreas urbanas e rurais do Canadá foi possível identificar mudanças nos padrões de atividades infantis em prol do distanciamento social, houve uma diminuição da interação entre amigos e colegas e um aumento na interação entre a família. Também houve um aumento de atividades não estruturadas/programadas e diminuição de atividades físicas estruturadas.

Nos âmbitos social e ambiental, os dois artigos selecionados tem a ver com o comportamento humano. Sun *et al.* (2020), analisaram fatores que podem contribuir para que pessoas idosas e de meia-idade repassem boatos sobre a pandemia. Foi

possível relacionar o repasse de informações falsas ao nível de crença pelas pessoas, fatores ansiosos e círculo de interrelações. Os autores ressaltam a importância de fornecer conhecimento público e reduzir o pânico da população durante esse tipo de crise, além de uma figura pública que passe confiança nas informações repassadas à sociedade. Do viés ambiental, Mi *et al.* (2021) pesquisaram sobre o significado ecológico da pandemia, ou seja, em como a compreensão sobre a emergência da COVID-19 influencia nas intenções comportamentais pró-ambientais (PEBI). Este estudo pode fornecer recomendações para decisores políticos promover PEBI público.

No que diz respeito ao setor turístico e tecnológico, os estudos contemplaram impactos econômicos, sociais e ambientais. Kitamura *et al.* (2020) analisaram os impactos no setor turístico, geração de empregos e a redução de gases de efeito estufa (GEE) gerados por voos na indústria do turismo japonesa. As reduções nos voos contribuíram para a redução de GEE, mas afetaram de forma negativa a economia. Althaf e Babbitt (2021) pesquisaram sobre o risco de interrupção do fornecimento de materiais eletrônicos devido à vulnerabilidade das cadeias de abastecimento que fornecem matéria-prima para a fabricação de componentes eletrônicos. A volatilidade de preço, disputas geográficas e políticas podem influenciar direta e indiretamente no abastecimento destes materiais, além de gerar impactos sociais, econômicos e ambientais.

2.4 Considerações finais

Embora a COVID-19 não seja mais considerada uma Emergência de Saúde Pública de Importância Internacional (ESPII) (OMS, 2023), julga-se necessário que os estudos acerca da enfermidade tenham continuidade, visto a importância dos que foram analisados para uma futura crise sanitária.

Através da análise dos artigos encontrados, pode-se constatar que o distanciamento social provocou diversos impactos na sociedade, como na educação, na oferta de serviços, no fornecimento de materiais, na saúde, no comportamento humano, e que a representação política pode impactar diretamente o comportamento da sociedade.

Faz-se importante o intercâmbio de publicações entre países e autores para o espelhamento de estudos e tomadas de decisões que deram certo para determinadas populações frente a situações de emergência, como foi a pandemia de COVID-19.

Torna-se importante a realização de pesquisas interdisciplinares, que contemplem os diversos setores da sociedade, buscando identificar quais foram mais atingidos e de que forma, para que medidas possam ser tomadas de forma mais bem direcionadas, numa futura crise sanitária.

Referências

- AI-YOUBI, Abdulrahman Obaid; AL-HAYANI, Abdulmonem; BARDESI, Hisham J.; BASHERI, Mohammed; LYTRAS, Miltiadis D.; ALJOHANI, Naif Radi. The King Abdulaziz University (KAU) Pandemic Framework: a methodological approach to leverage social media for the sustainable management of higher education in crisis. **Sustainability**, v. 12, n. 11, p. 4367, 26 maio 2020. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/su12114367>.
- ALI, Imran; ALHARBI, Omar M. L. COVID-19: disease, management, treatment, and social impact. **Science Of The Total Environment**, v. 728, p. 138861, ago. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138861>.
- ALTHAF, Shahana; BABBITT, Callie W. Disruption risks to material supply chains in the electronics sector. **Resources, Conservation And Recycling**, v. 167, p. 105248, abr. 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105248>.
- ANAND, Uttpal; CABREROS, Carlo; MAL, Joyabrata; BALLESTEROS, Florencio; SILLANPÄÄ, Mika; TRIPATHI, Vijay; BONTEMPI, Elza. Novel coronavirus disease 2019 (COVID-19) pandemic: from transmission to control with an interdisciplinary vision. **Environmental Research**, v. 197, p. 111126, jun. 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envres.2021.111126>.
- DONTHU, Naveen; KUMAR, Satish; MUKHERJEE, Debmalya; PANDEY, Nitesh; LIM, Weng Marc. How to conduct a bibliometric analysis: an overview and guidelines. **Journal Of Business Research**, v. 133, p. 285-296, set. 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.04.070>.
- KESSLER, M. M. Bibliographic coupling between scientific papers. **American Documentation**, v. 14, n. 1, p. 10-25, jan. 1963. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/asi.5090140103>.
- KHEIRALLAH, Khalid A.; ALSINGLAWI, Belal; ALZOUBI, Abdallah; SAIDAN, Motasem N.; MUBIN, Omar; ALORJANI, Mohammed S.; MZAYEK, Fawaz. The Effect of Strict State Measures on the Epidemiologic Curve of COVID-19 Infection in the Context of a Developing Country: a simulation from Jordan. **International Journal Of Environmental Research And Public Health**, v. 17, n. 18, p. 6530, 8 set. 2020. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph17186530>.
- KITAMURA, Yusuke; KARKOUR, Selim; ICHISUGI, Yuki; ITSUBO, Norihiro. Evaluation of the Economic, Environmental, and Social Impacts of the COVID-19 Pandemic on the Japanese Tourism Industry. **Sustainability**, v. 12, n. 24, p. 10302, 9 dez. 2020. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/su122410302>.
- LEAL FILHO, Walter; LÜTZ, Johannes M.; SATTLER, David N.; NUNN, Patrick D. Coronavirus: covid-19 transmission in Pacific small island developing states. **International Journal Of Environmental Research And Public Health**, v. 17, n. 15, p. 5409, 28 jul. 2020. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph17155409>.

LI, Xin; ZHOU, Lin; JIA, Tao; PENG, Ran; FU, Xiongwu; ZOU, Yuliang. Associating COVID-19 Severity with Urban Factors: a case study of wuhan. **International Journal Of Environmental Research And Public Health**, v. 17, n. 18, p. 6712, 15 set. 2020. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph17186712>.

MAROME, Wijitbusaba; SHAW, Rajib. COVID-19 Response in Thailand and Its Implications on Future Preparedness. **International Journal Of Environmental Research And Public Health**, v. 18, n. 3, p. 1089, 26 jan. 2021. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph18031089>.

MI, Lingyun; ZHAO, Jingjing; XU, Ting; YANG, Hang; LV, Tao; SHANG, Ke; QIAO, Yaning; ZHANG, Zhaopu. How does COVID-19 emergency cognition influence public pro-environmental behavioral intentions? An affective event perspective. **Resources, Conservation And Recycling**, v. 168, p. 105467, maio 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105467>.

OMS. Organização Mundial da Saúde. OMS declara fim da Emergência de Saúde Pública de Importância Internacional referente à COVID-19. 2023. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/noticias/5-5-2023-oms-declara-fim-da-emergencia-saude-publica-importancia-internacional-referente>. Acesso em 11 jan. 2024.

ORTENZI, Flaminia; ALBANESE, Emiliano; FADDA, Marta. A Transdisciplinary Analysis of COVID-19 in Italy: the most affected country in europe. **International Journal Of Environmental Research And Public Health**, v. 17, n. 24, p. 9488, 18 dez. 2020. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph17249488>.
PELLETIER, Chelsea A.; CORNISH, Katie; SANDERS, Caroline. Children's Independent Mobility and Physical Activity during the COVID-19 Pandemic: a qualitative study with families. **International Journal Of Environmental Research And Public Health**, v. 18, n. 9, p. 4481, 23 abr. 2021. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph18094481>.

PESSIN, Vilker Zucolotto; YAMANE, Luciana Harue; SIMAN, Renato Ribeiro. Smart bibliometrics: an integrated method of science mapping and bibliometric analysis. **Scientometrics**, v. 127, n. 6, p. 3695-3718, 21 maio 2022. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s11192-022-04406-6>.

REVILLA-CUESTA, Víctor; SKAF, Marta; VARONA, Juan Manuel; ORTEGA-LÓPEZ, Vanesa. The Outbreak of the COVID-19 Pandemic and its Social Impact on Education: were engineering teachers ready to teach online? **International Journal Of Environmental Research And Public Health**, v. 18, n. 4, p. 2127, 22 fev. 2021. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph18042127>.

SAMPAIO, Rf; MANCINI, Mc. Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v. 11, n. 1, p. 83-89, fev. 2007. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-35552007000100013>.

SUN, Zhonggen; CHENG, Xin; ZHANG, Ruilian; YANG, Bingqing. Factors Influencing Rumour Re-Spreading in a Public Health Crisis by the Middle-Aged and Elderly Populations. **International Journal Of Environmental Research And**

Public Health, v. 17, n. 18, p. 6542, 8 set. 2020. MDPI AG.
<http://dx.doi.org/10.3390/ijerph17186542>.

VAN ECK, Nees Jan; WALTMAN, Ludo. Software survey: vosviewer, a computer program for bibliometric mapping. **Scientometrics**, v. 84, n. 2, p. 523-538, 31 dez. 2009. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3>.

VIGURIA, Uxue Alfonso; CASAMITJANA, Núria. Early Interventions and Impact of COVID-19 in Spain. **International Journal Of Environmental Research And Public Health**, v. 18, n. 8, p. 4026, 12 abr. 2021. MDPI AG.
<http://dx.doi.org/10.3390/ijerph18084026>.

Anexos

A) Demais artigos encontrados na busca.

	Autores	Ano	Periódico	Título	Citações
16	JIMÉNEZ, M. P.; RIEKER, J. A.; REALES, J. M.; BALLESTEROS, S.	2021	International Journal of Environmental Research and Public Health	COVID-19 Peritraumatic Distress as a Function of Age and Gender in a Spanish Sample	12
17	BELOSTECINIC, G.; MOGOS, R. I.; POPESCU, M. L.; BURLACU, S.; RADULESCU, C., V.; BODISLAV, D. A.; BRAN, F.; OANCEA- NEGESCU, M. D.	2022	International Journal of Environmental Research and Public Health	Teleworking-An Economic and Social Impact during COVID-19 Pandemic: A Data Mining Analysis	11
18	ALSAYWID, B.; HOUSAWI, A.; LYTRAS, M.; HALABI, H.; ABUZENADA, M.; ALHAIDAR, S. A.; ABUZNADAH, W.	2020	Sustainability	Residents' Training in COVID-19 Pandemic Times: An Integrated Survey of Educational Process, Institutional Support, Anxiety and Depression by the Saudi Commission for Health Specialties (SCFHS)	10
19	SUPPASRI, A.; KITAMURA, M.; TSUKUDA, H.; BORET, S. P.; PESCAROLI, G.; ONODA, Y.; IMAMURA, F.; ALEXANDER, D.; LEELAWAT, N.; SYAMSIDIK	2021	Progress in Disaster Science	Perceptions of the COVID-19 pandemic in Japan with respect to cultural, information, disaster and social issues	9
20	POPESCU, M.; STEFAN, O. M.; STEFAN, M.; VALEANU, L.; TOMESCU, D.	2022	International Journal of Environmental Research and Public Health	ICU-Associated Costs during the Fourth Wave of the COVID-19 Pandemic in a Tertiary Hospital in a Low-Vaccinated Eastern European Country	9
21	GIORGI, E.; LÓPEZ, L. M.; GARNICA- MONROY, R.; KRSTIKJ, A.; COBREROS, C.; MONTTOYA, M. A.	2021	International Journal of Environmental Research and Public Health	Co-Housing Response to Social Isolation of COVID-19 Outbreak, with a Focus on Gender Implications	8
22	COSTA, F. H. O.; MORAES, C. C.; SILVA, A. L.; DELAI, I.; CHAUDHURI, A.; PEREIRA, C. R.	2022	Journal of Cleaner Production	Does resilience reduce food waste? Analysis of Brazilian supplier-retailer dyad	8
23	LI, D.; HSU, S.; CHOU, F. H.; CHOU, L.; HSIEH, K.; KAO, W.; LIN, G.; CHEN, W.; LIAO, C.; HUANG	2021	International Journal of Environmental Research and Public Health	Predictors for Depression, Sleep Disturbance, and Subjective Pain among Inpatients with Depressive Disorders during the COVID-19 Pandemic: A Cross-Sectional Study	8
24	SANCHEZ-PIEDRA, C.; CRUZ-CRUZ, C.; GAMIÑO-ARROYO,	2021	Air Quality, Atmosphere e Health	Effects of air pollution and climatology on COVID-19 mortality in Spain	7

	A.; PRADO-GALBARRO, F.				
25	GAWIOR, B.; POLASIK, M.; OLMO, J. L.	2022	Sustainability	Credit Card Use, Hedonic Motivations, and Impulse Buying Behavior in Fast Fashion Physical Stores during COVID-19: The Sustainability Paradox	7
26	GAVRILUTA, C.; DALBAN, C. M.; IOAN, B. G.	2022	International Journal of Environmental Research and Public Health	Educational, Emotional, and Social Impact of the Emergency State of COVID-19 on Romanian University Students	6
27	GAMA, A.; ROCHA, J. V.; MARQUES, M. J.; AZEREDO-LOPES, S.; PEDRO, A. R.; DIAS, S.	2021	International Journal of Environmental Research and Public Health	How Did the COVID-19 Pandemic Affect Migrant Populations in Lisbon, Portugal? A Study on Perceived Effects on Health and Economic Condition	6
28	GAYE, Y.; AGBAJOGU, C.; OAKLEY, R. E.	2021	International Journal of Environmental Research and Public Health	COVID-19 on the Nile: Review on the Management and Outcomes of the COVID-19 Pandemic in the Arab Republic of Egypt from February to August 2020	6
29	ISHFAQ, N.; MENGXING, H.	2022	Environmental Science and Pollution Research	Consumer usage behavior of internet-based services (IBS) in Pakistan during COVID-19 crisis from the perspective of technology acceptance model	5
30	NEMTEANU, S.; DABIJA, D.; GAZZOLA, P.; VATAMANESCU, E.	2022	Sustainability	Social Reporting Impact on Non-Profit Stakeholder Satisfaction and Trust during the COVID-19 Pandemic in an Emerging Market	5
31	KABLI, A.; RIZZELO, A.; TROTTA, A.		Sustainability	Roadmapping New Impact Bonds in a Post-COVID World: Insights from Case Studies in the Education Sector	4
32	CASTRO, A. P. B.; MOREIRA, M. F.; BERMEJO, P. H. S.; RODRIGUES, W.; PRATA, D. N.	2021	International Journal of Environmental Research and Public Health	Mortality and Years of Potential Life Lost Due to COVID-19 in Brazil	4
33	HU, X.; FLAHAULT, A.; TEMEREV, A.; ROZANOVA, L.	2021	International Journal of Environmental Research and Public Health	The Progression of COVID-19 and the Government Response in China	4
34	AQUILUÉ, I.; CAICEDO, A.; MORENO, J.; ESTRADA, M.; PAGÈS, L.	2021	Sustainability	A Methodology for Assessing the Impact of Living Labs on Urban Design: The Case of the Furnish Project	4
35	SALMAN, A.; AL-GHADBAN, F.; SIGODO, K. O.; TAHER, A. K.; CHUN, S.	2021	Sustainability	The Psychological and Social Impacts of Curfew during the COVID-19 Outbreak in Kuwait: A Cross-Sectional Study	4
36	PONGPIACHAN, S.; CHETIYANUKORNKUL, T.; MANASSANITWONG, W.	2021	Aerosol Science and Engineering	Relationship Between COVID-19-Infected Number and PM2.5 Level in Ambient Air of Bangkok, Thailand	3

37	POLCSIK, B.; LACZKÓ, T.; PERÉNYI, S.	2022	Sustainability	Euro 2020 Held during the COVID-19 Period: Budapest Residents' Perceptions	3
38	NAPOLIONE, A.; BRUZZONE, A.; ANDERSEN, A.; BRUNOE, T. D.	2022	Sustainability	Fostering the Reuse of Manufacturing Resources for Resilient and Sustainable Supply Chains	3
39	CANO, A. M.; SAGREDO, R. R.; GARCÍA-CARRIÓN, R.; GARCIA- ZAPIRAIN, B.	2020	Sustainability	Social Impact Assessment of HealthyAIR Tool for Real-Time Detection of Pollution Risk	2
40	REGMI, P. R.; ADHIKARI, S. D.; ARYAL, N.; WASTI, S. P.; TEIJLINGEN, E.	2022	International Journal of Environmental Research and Public Health	Fear, Stigma and Othering: The Impact of COVID-19 Rumours on Returnee Migrants and Muslim Populations of Nepal	2
41	ZHAO, X.; KLEMEES, J. J.; SAXON, M.; YOU, FENGGI	2022	Journal of Cleaner Production	How sustainable are the biodegradable medical gowns via environmental and social life cycle assessment?	2
42	VALLS-CAROL, R.; ÁLVAREZ- GUERRERO, G.; AGUILETA, G. L.; ALONSO, S.; SOLER-GALLART, M.	2021	International Journal of Environmental Research and Public Health	Citizen Debates in Social Networks about Didactic Resources for Mathematics	1
43	MEDOVÁ, N.; MACKOVÁ, L.; HARMACEK, J.	2021	Sustainability	The Impact of COVID-19 on Hospitality Industry in Greece and Its Treasured Santorini Island	1
44	CERVERANTES- RENDÓN, E.; IBARRA-BAHENA, J.; CERVERA- GÓMEZ, L. E.; ROMERO, R. J.; CEREZO, J.; RODRÍGUEZ- MARTINEZ, A.; DEHESA- CARRASCO, U.	2022	Sustainability	Rural Application of a Low- Pressure Reverse Osmosis Desalination System Powered by Solar-Photovoltaic Energy for Mexican Arid Zones	1
45	ESCAMILLA- FAJARDO, P.; PARRA-CAMACHO, D.; NUÑEZ-POMAR, J. M.	2021	International Journal of Environmental Research and Public Health	Entrepreneurship and Resilience in Spanish Sports Clubs: A Cluster Analysis	1
46	YAN, M. B.; PAKHCHANIAN, H.; RAIKER, R.; BOUSTANY, O.; KHAN, A.; SINGH, S.	2022	Environmental Science and Pollution Research	COVID-19's impact on interest in gastrointestinal topics	1
47	DINIA, L.; IANNITTI, V. A.; MANGINI, F.; DI LASCIO, F.; FREZZA, F.	2022	Sustainability	Understanding the Spread of COVID-19 Based on Economic and Socio-Political Factors	1
48	HELSEN, K.; TAKS, M.; SCHEERDER, J.	2022	Sustainability	Involvement, Social Impact Experiences, and Event Support of Host Residents Before, during,	0

				and after the 2021 UCI Road World Championships	
49	MITCHELL, C. W.	2022	Sustainability	Impact Hospitality: Creating Social Impact through Hospitality	0
50	SINGH, M.; SINGH, A.; BHARTI, S.; SINGH, P.	2022	Sustainability	Using Social Media Analytics and Machine Learning Approaches to Analyze the Behavioral Response of Agriculture Stakeholders during the COVID-19 Pandemic	0
51	BAI, S.; ZHOU, S.; SHENG, Y.; WANG, X.	2022	Sustainability	Does Lockdown Reduce Employment in Major Developing Countries? An Assessment Based on Multiregional Input–Output Model and Scenario Analysis	0

CAPÍTULO 3 – Artigo 2

O presente artigo responderá os Objetivos específicos 2, 3 e 4 deste trabalho em busca de explorar e descrever o perfil da população gaúcha afetada pela COVID-19 e diferenças e/ou similaridades entre as regiões analisadas. O artigo compreenderá as etapas a seguir:

Perfil sociodemográfico da COVID-19 no Rio Grande do Sul e suas Regiões Funcionais de Planejamento

RESUMO

Devido às disparidades dos países, populações mais específicas, inclusive as mais desfavorecidas em diversos âmbitos, foram as mais atingidas durante a pandemia de COVID-19. Recursos econômicos distribuídos de forma desigual podem influenciar no desfecho clínico da COVID-19 e contribuir para a disseminação da enfermidade entre as diferentes populações. Cor da pele, sexo, PIB per capita, acesso a serviços de saneamento básico, entre outros fatores, pode estar associado ao risco de contrair a enfermidade. O Brasil possui ampla diversidade de características entre os seus estados. O Rio Grande do Sul foi um dos estados mais atingidos pela pandemia, no número de casos e de óbitos. Através de dados secundários, este estudo buscou analisar as características da população gaúcha infectada, através do levantamento do perfil sociodemográfico das Regiões Funcionais de Planejamento do estado e da realização de correlação espacial entre municípios com características específicas. Verificou-se que, nas nove Regiões Funcionais de Planejamento, a população mais infectada pela COVID-19 no estado, foi a população de cor branca e entre 30 e 39, que é a maior parte da população que habita o estado. Quanto à evolução dos casos, mais de 95% dos infectados se recuperou da enfermidade. Entre as capitais regionais, há evidências de a população, os municípios, a cor da população, a faixa etária, o sexo, a evolução dos casos e os indicadores de saneamento básico apresentam relação entre os municípios.

Palavras-chave: panorama; análise descritiva; população.

Sociodemographic profile of COVID-19 in Rio Grande do Sul and its Functional Planning Regions

ABSTRACT

Due to country disparities, more specific populations, including those most disadvantaged in different areas, were hardest hit during the COVID-19 pandemic. Unequally distributed economic resources can influence the clinical outcome of COVID-19 and contribute to the spread of the disease among different populations. Skin color, sex, GDP per capita, access to basic sanitation services, among other factors, may be associated with the risk of contracting the disease. Brazil has a wide diversity of characteristics among its states. Rio Grande do Sul was one of the states most affected by the pandemic, in terms of the number of cases and deaths. Using secondary data, this study sought to analyze the characteristics of the infected population of Rio Grande do Sul, by surveying the sociodemographic profile of the state's Functional Planning Regions and carrying out a spatial correlation between municipalities with specific characteristics. It was found that, in the nine Functional Planning Regions, the population most infected by COVID-19 in the state was the white population between 30 and 39, which is the majority of the population inhabiting the state. Regarding the evolution of cases, more than 95% of those infected recovered from the disease. Among the regional capitals, there is evidence that the population, municipalities, color of the population, age group, sex, evolution of cases and basic sanitation indicators are related between municipalities.

Keywords: panorama; descriptive analysis; population.

3.1 Introdução

Com a disseminação dos casos de COVID-19 ao longo de 2020, populações mais específicas começaram a ser mais atingidas em diversos lugares, devido às disparidades dos países. E, também, pelas medidas de contenção da doença tomadas pelos governos. As populações mais atingidas pelo mundo à fora, foram as mais desfavorecidas nos diversos setores da sociedade, como o econômico, o social, o ambiental e o da educação (CLAVIJO *et al.*, 2021; LIPPI *et al.*, 2020; PIRES, 2020; DEMENECH *et al.*, 2020; WU *et al.*, 2020).

Dentre as medidas de contenção da COVID-19, além de manter bons hábitos de higiene, uma das principais medidas era manter o distanciamento social. No entanto, questões como pobreza, desigualdades e fome dificultaram o distanciamento (PIRES, 2020). No Brasil, das pessoas que vivem abaixo das linhas de pobreza correspondem a 29,4% do total da população, ganhando abaixo de U\$5,5 por dia: 38,4% parda; 34,5% preta; 18,6% branca. Ganhando abaixo de U\$1,9, são 8,4% do total da população, na qual: 11,4% parda; 9% preta; 5% branca (IBGE, 2022).

De acordo com Lippi *et al.* (2020), recursos econômicos distribuídos de forma desigual podem influenciar no desfecho clínico da COVID-19. O que pode contribuir para a disseminação da enfermidade de forma heterogênea entre as diferentes populações. Segundo Demenech *et al.* (2020), a tendência é que se tenha um número maior de indivíduos com saúde debilitada em regiões mais desiguais. Questões de governança, PIB per capita, acesso aos serviços de saneamento, condições de moradia e outros fatores podem estar associados aos riscos de contrair a COVID-19 (WEHRMEISTER *et al.*, 2017; BANCO MUNDIAL, 2016; DEMENECH *et al.*, 2020; PIRES, 2020).

O Rio Grande do Sul foi um dos estados brasileiros com maior número de casos e mortes por COVID-19 durante a pandemia (BRASIL, 2023). Desta forma, buscou-se realizar um panorama sociodemográfico da população infectada pela doença e autocorrelação espacial entre municípios específicos, a fim de fazer um levantamento sobre a população mais atingida pela doença e a relação entre as características regionais do estado, a fim de agregar a dados já existentes e colaborar na tomada de decisões de forma mais bem direcionada em crises sanitárias futuras e/ou adoção de políticas públicas que contemplem a população caracterizada.

3.2 Metodologia

O presente artigo caracteriza-se como um estudo epidemiológico descritivo baseado na análise de distribuição e autocorrelação espacial. Através de dados secundários, a pesquisa buscou padrões (ou ausência destes) acerca do tempo, do lugar e das características dos indivíduos atingidos (LIMA-COSTA; BARRETO, 2003) pela COVID-19 no Rio Grande do Sul. Segundo Szklo e Nieto (2014), a epidemiologia descritiva examina a variação de dados de determinada doença (casos, óbitos) em função de variáveis demográficas a fins de prevenção para grupos de risco determinados nas observações.

A análise da distribuição geográfica da COVID-19 foi realizada para o período do início da pandemia de COVID-19 até a data de início de vacinação a nível nacional no Brasil, ou seja, de fevereiro de 2020 a janeiro de 2021. A área de estudo serão as Regiões Funcionais de Planejamento (RF) do Rio Grande do Sul.

As informações dos municípios, como a população estimada, PIB per capita e densidade demográfica, foram coletadas do Portal Cidades⁷, do IBGE. Foram utilizados os dados estimados para o ano de 2021, que eram os dados mais recentes até o momento da coleta. As informações sobre a população infectada pela COVID-19 foram coletadas do Painel Coronavírus RS⁸, da Secretaria Estadual de Saúde do Rio Grande do Sul. E para os dados a respeito do saneamento básico foi utilizado o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento⁹ (SNIS).

A fim de permitir a comparação entre locais com diferentes tamanhos de população, além do número absoluto de casos e hospitalizações, foi utilizada a taxa de casos e hospitalizações por 100 mil habitantes, calculada através da Equação 1 e Equação 2.

$$\text{Taxa de casos} = \frac{n^{\circ} \text{ de casos}}{n^{\circ} \text{ de habitantes}} \times 100.000 \quad (1)$$

$$\text{Taxa de hospitalizações} = \frac{n^{\circ} \text{ de hospitalizações}}{n^{\circ} \text{ de habitantes}} \times 100.000 \quad (2)$$

⁷ Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>.

⁸ Disponível em: <https://ti.saude.rs.gov.br/covid19/>.

⁹ Disponível em: <https://www.gov.br/cidades/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/snis/produtos-do-snis/painel-de-informacoes>

A partir da área de estudo delimitada, foram realizadas análises de autocorrelação entre os dados da COVID-19 e os dados dos municípios, conforme representado na Figura 11. A autocorrelação foi realizada entre as seis Capitais Regionais do Estado: Caxias do Sul (RF3), Passo Fundo (RF9), Lajeado (RF2), Santa Cruz do Sul (RF2), Santa Maria (RF8) e Pelotas (RF5), que possuem alta densidade populacional e alta concentração de atividades de gestão, além de estarem distribuídas em RFs distintas, exceto pelos municípios de Lajeado e Santa Cruz do Sul, localizadas na mesma RF.

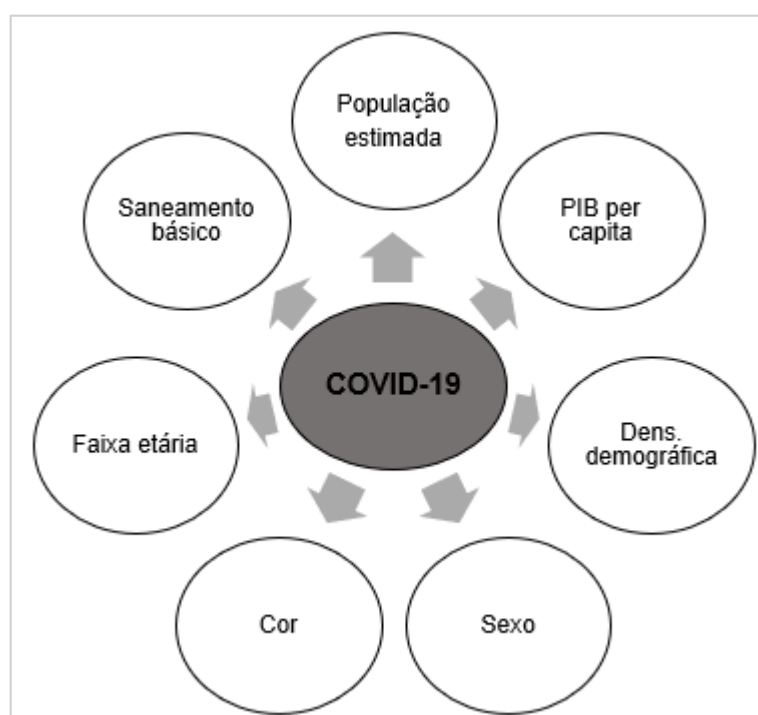


Figura 11 - Análises de autocorrelação do estudo.
Fonte: Autora.

Para as análises estatísticas, foi utilizada a ferramenta *Band Collection Statistics*, no software ArcGis, onde foi gerada a Matriz Variância-Covariância (MVC), para a verificação dos coeficientes de correlação entre a combinação de dois modelos. Para isso, cada campo dos dados vetoriais foi convertido em *raster*, ou seja, os elementos quantitativos dos dados vetoriais foram transformados em informações matriciais para a geração das matrizes. Para o cálculo da relação entre os conjuntos de dados foram utilizadas as Equações 3 e 4.

$$Cov_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^N (Z_{ik} - \mu_i) * (Z_{jk} - \mu_j)}{N - 1} \quad (3)$$

$$Corr_{ij} = \frac{Cov_{ij}}{\delta_i \delta_j} \quad (4)$$

Onde,

Cov – Covariância

Corr – Correlação

Z – Valor da célula

i, j – São camadas de uma linha e coluna

μ - É a média de modelo

N – É o número de célula

K – Denota uma determinada célula

δ – Desvio-padrão

A matriz de correlação mostra os valores dos coeficientes de correlação que representam a relação entre os conjuntos de dados. Ela é a proporção da covariância entre as duas células divididas pelo produto dos respectivos desvios-padrão.

De acordo com Goodchild (1986), a autocorrelação espacial serve para medir os aspectos da forma como as coisas são distribuídas no espaço, mas, ao mesmo tempo, pode ser vista como um processo que mede o grau de influência exercida por algo sobre seus vizinhos, funcionando como um índice descritivo.

3.1.1 Área de estudo

O estado do Rio Grande do Sul está localizado no extremo sul do Brasil. O Estado faz divisa com o estado de Santa Catarina ao norte, com o Uruguai ao sul, com a Argentina a oeste, e é banhado pelo Oceano Atlântico a leste (Figura 12).

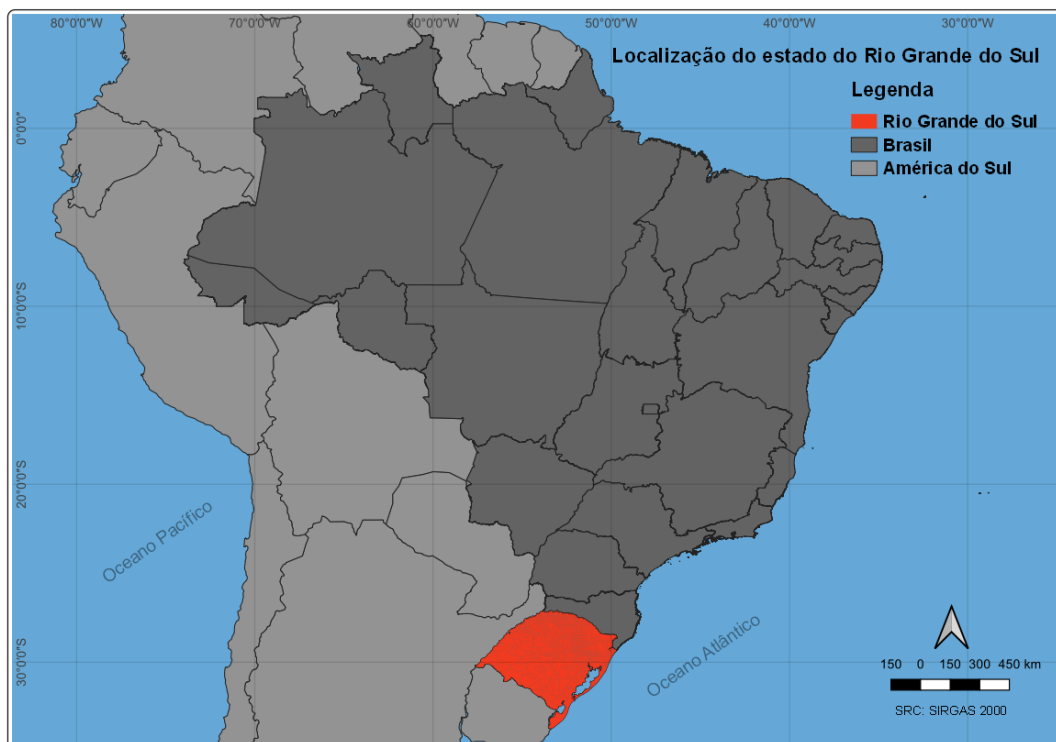


Figura 12 - Área de estudo.
Fonte: Autora, 2023.

É dividido em 497 municípios e com uma população estimada em 11.460.630 (IBGE, 2021) habitantes até 2021, ano de coleta dos dados da pandemia. A fins de planejamento, o Estado é dividido em Regiões Funcionais de Planejamento (RFs), que agrupam os Conselhos Regionais de Desenvolvimento (COREDES). As informações coletadas de cada região foram:

- Número de municípios;
- População estimada;
- PIB per capita;
- Prevalência de COVID-19;
- Evolução dos casos;
- Hospitalizações por COVID-19;
- Informações dos infectados (sexo, cor, idade).

A seguir, serão melhores descritos o perfil sociodemográfico e econômico e dos infectados pela COVID-19 de cada RF.

3.3 Resultados

Para as discussões deste artigo, apresenta-se o perfil sociodemográfico e econômico da população atingida pela COVID-19 no estado, conforme as Regiões Funcionais de Planejamento do Rio Grande do Sul, delimitadas na Figura 13. Na Tabela 4, é possível observar as informações sobre cada RF.

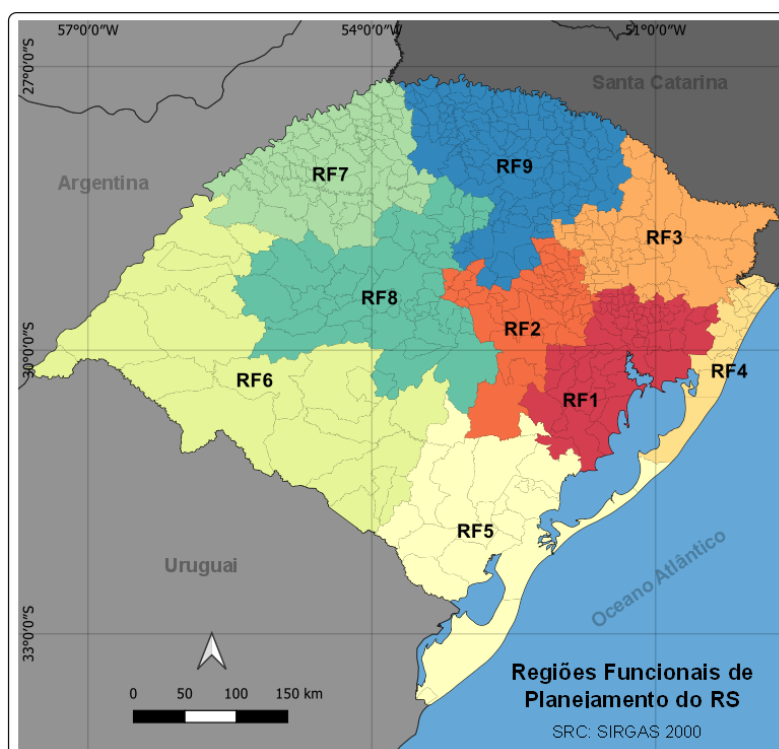


Figura 13 - Regiões Funcionais de Planejamento do Rio Grande do Sul.

Fonte: Autora.

Tabela 4 - Informações das RFs do Rio Grande do Sul

Região (RF)	Municípios (qtde.)	Pop. estimada (hab.)	Pop. do RS (%)	PIB per capita (mediana em R\$)	COVID-19 (casos)	Casos/ 100mil hab (mediana)	Hosp./ 100mil hab (mediana)
RF1	70	4.724.273	41,2	32.872,76	250.674	4.418	254
RF2	59	814.062	7,1	26.910,45	36.209	3.528	238
RF3	49	1.262.537	11,0	40.916,78	74.697	5.392	364
RF4	21	357.673	3,1	23.275,71	22.583	5.374	309
RF5	22	879.476	7,7	24.127,80	40.148	2.814	145
RF6	20	740.314	6,5	32.711,09	28.681	3.315	180
RF7	77	752.951	6,6	39.570,96	34.221	3.256	207
RF8	49	826.880	7,2	34.152,22	35.777	3.163	161
RF9	130	1.108.464	9,7	35.601,07	64.105	4.234	235
Total	497	11.466.630	-	-	-	-	

Fonte: IBGE, 2021; RIO GRANDE DO SUL, 2022; SES-RS, 2021.

De forma mais geral, é possível analisar que, das RFs, a que possui maior população é a RF1, onde está localizada a capital do estado, Porto Alegre e sua região metropolitana, representando mais de 40% da população do estado. O restante da população fica distribuída entre as demais 8 RFs. Já a RF9 detém o maior número de municípios entre as RFs. O maior PIB per capita, em mediana, fica concentrado na RF3, que é composta por 49 municípios. A RF3 teve a maior taxa mediana de casos e hospitalizações por COVID-19, seguida pela RF4, com números bem próximos. Já as menores taxas foram registradas na RF5. A seguir, será melhor detalhado o perfil da população infectada por RF.

3.3.1 Região Funcional de Planejamento 1

A Região Funcional de Planejamento 1 está localizada na Região Metropolitana de Porto Alegre e corresponde a 70 municípios, dentre eles, a capital do estado, Porto Alegre. Essa região tem uma população estimada de mais de 4,5 milhões de habitantes. Segundo os dados da Secretaria Estadual de Saúde, a prevalência de casos foi de 250.674 casos confirmados, 17098 hospitalizações e 6328 óbitos, com taxas medianas de 4.418 casos de COVID-19 por 100 mil habitantes e 254

hospitalizações por 100 mil habitantes até a data de vacinação. As mulheres foram mais atingidas do que os homens, bem como as pessoas declaradas brancas. A faixa etária com maior número de casos foi dos 30 a 39 anos. O município com maior prevalência de casos por 100 mil habitantes foi Campo Bom e de hospitalizações, São Vendelino. Os municípios com menor prevalência de casos e hospitalizações foram Dom Feliciano e Linha Nova, respectivamente. As proporções de casos por cor, faixa etária, sexo e evolução dos casos pode ser observada na Figura 14.

A RF1 é caracterizada como uma das regiões mais populosas e mais industrializadas do estado. Entre os COREDES, o Vale do Rio dos Sinos e o Metropolitano, detêm as maiores taxas de urbanização do estado, sendo superiores a 90%, de acordo com o Atlas Socioeconômico do RS. Juntos, esses COREDEs somam 24 municípios desta RF. Campo Bom, que registrou a maior taxa de casos na RF, fica localizado no Vale do Rio dos Sinos.

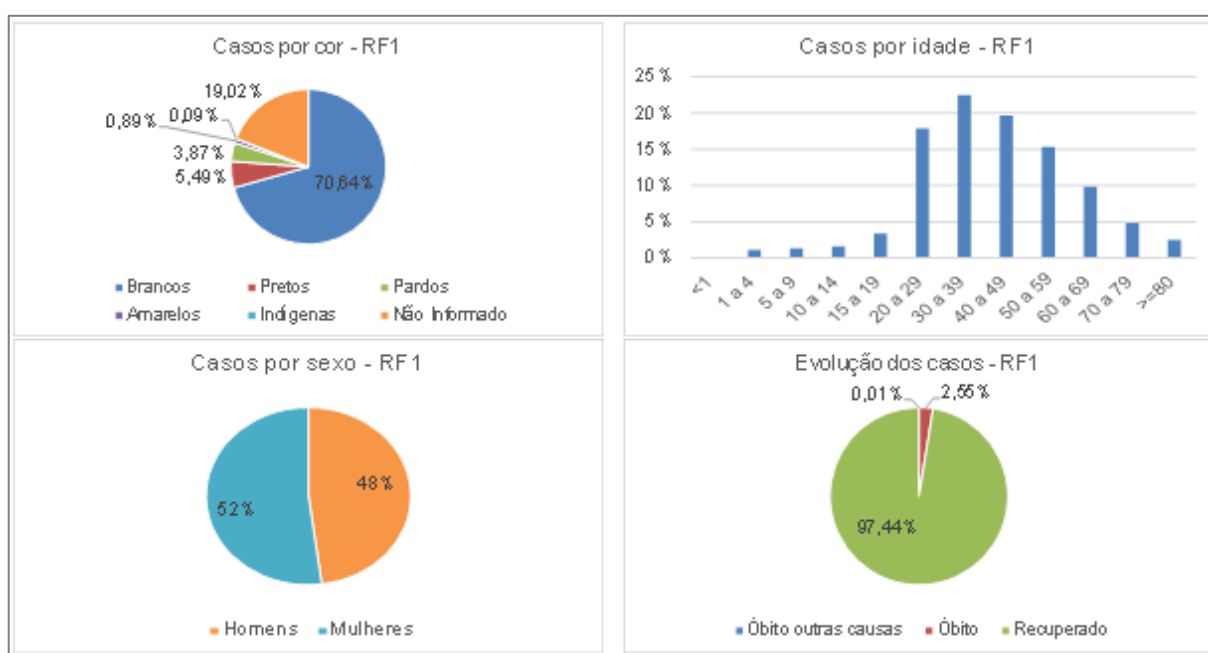


Figura 14 - Perfil sociodemográfico da RF1.

3.3.2 Região Funcional de Planejamento 2

Esta RF está localizada na região centro-leste do estado e possui em sua delimitação 59 municípios, correspondendo a uma população estimada de 814 mil habitantes. A RF2 teve um total de 36.209 casos de COVID-19, 2112 hospitalizações e 487 óbitos ocasionados pela doença, com taxas medianas de prevalência de 3.528 de casos e 238 hospitalizações por 100 mil habitantes. As pessoas do sexo feminino

foram as mais acometidas pela doença, assim como as pessoas declaradas brancas e da faixa etária de 30 a 39 anos. Colinas foi o município com maior índice de prevalência de casos e Pouso Novo com mais hospitalizações por 100 mil habitantes. Os municípios com menor taxa de casos e hospitalizações foram Sinimbu e Lagoa Bonita do Sul, respectivamente. As proporções de casos por cor, faixa etária, sexo e evolução dos casos pode ser observada na Figura 15.

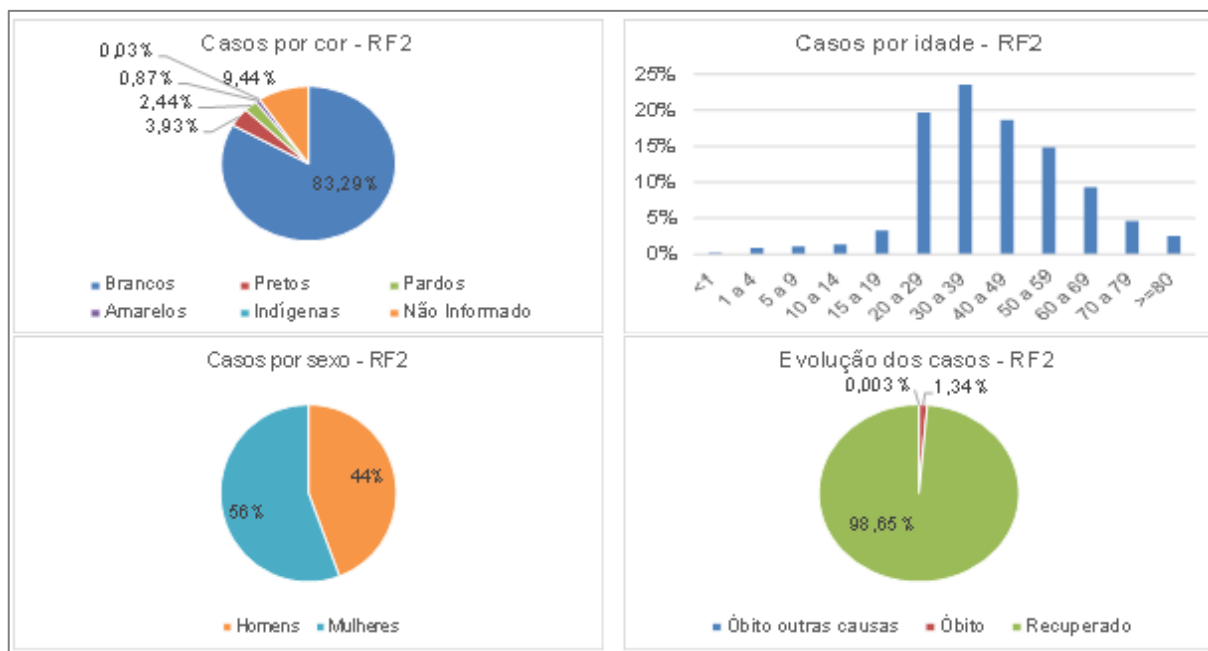


Figura 15 - Perfil sociodemográfico da RF2.

3.3.3 Região Funcional de Planejamento 3

A Região Funcional de Planejamento 3 fica localizada na região noroeste do estado, fazendo divisa com o estado de Santa Catarina, e é composta por 49 municípios. A população estimada desta RF é de cerca de 1,2 milhões de habitantes. Caxias do Sul, o segundo município mais populoso do Rio Grande do Sul e uma das capitais regionais, está lotado nesta RF. O número de casos total registrado foi de 74.697, 4652 hospitalizações e 1.058 óbitos. A prevalência mediana de casos foi de 5.392 casos por 100 mil habitantes e de 364 hospitalizações por 100 mil habitantes. Nesta RF, a população feminina foi a mais infectada pelo vírus. As pessoas declaradas brancas foram as que registraram maior número de casos entre a população desta RF, assim como a faixa etária de 30 a 39 anos. O município com maior taxa de casos foi Nova Araçá e de hospitalizações foi Montauri. As menores taxas de casos e hospitalizações foram registradas, respectivamente, em Muitos Capões e André da

Rocha. As proporções de casos por cor, faixa etária, sexo e evolução dos casos pode ser observada na Figura 16.

Araçá e Montauri ficam localizados no COREDE Serra, o qual é um dos COREDEs que possui menor taxa de urbanização, sendo inferiores a 60%. Treze municípios dessa RF representam a Região Metropolitana da Serra Gaúcha (RMSG)¹⁰, apresentando como polo a cidade de Caxias do Sul, o maior centro urbano da RMSG. A RMPA com a RMSG forma um eixo de economia dinâmica.

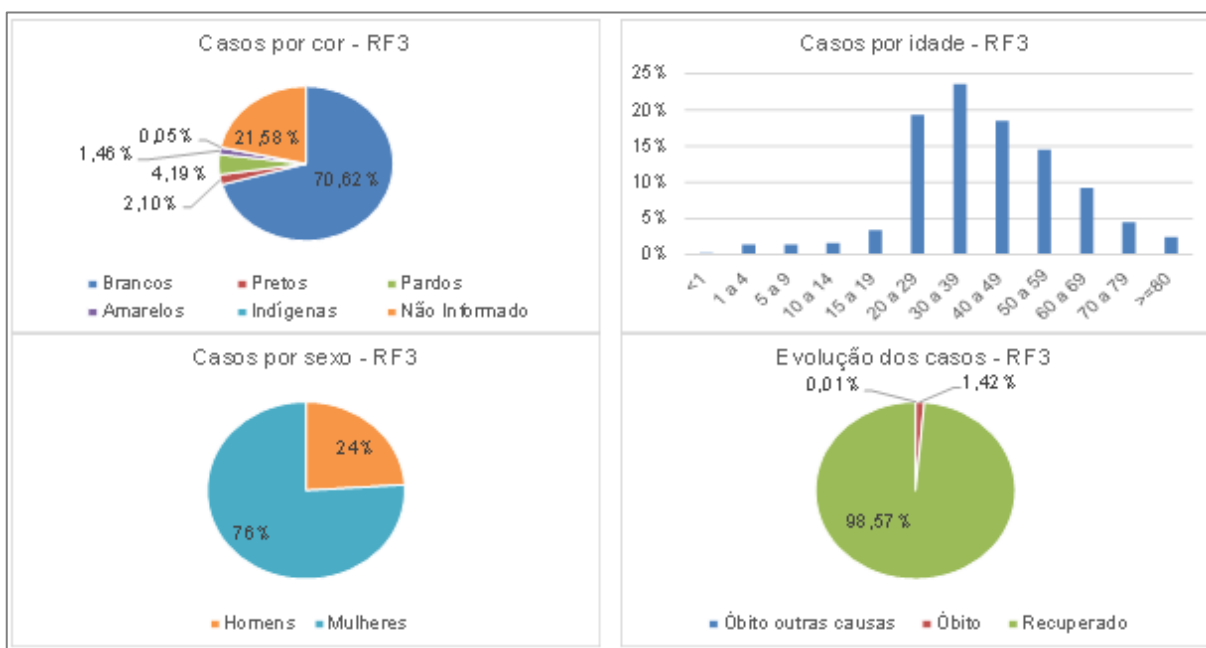


Figura 16 - Perfil sociodemográfico da RF3.

3.3.4 Região Funcional de Planejamento 4

Localizada no litoral norte do Rio Grande do Sul, a RF4 possui 21 municípios e uma população estimada em torno de 357 mil habitantes. Esta RF também faz divisa com o estado de Santa Catarina, na região litorânea. Destes municípios, foram registrados um total de 22.583 casos acumulados, 1165 hospitalizações e 426 óbitos no período analisado. A população branca e a população feminina foram as mais infectadas nesta RF. Da mesma forma que nas RF 1, 2 e 3, a população na faixa etária de 30 a 39 anos também foi a mais infectada pelo vírus da COVID-19. As proporções de casos por cor, faixa etária, sexo e evolução dos casos pode ser observada na Figura 17. Na RF4 foram contabilizados 5.374 casos por 100 mil habitantes e 309

¹⁰ RMSG: Antônio Prado, Bento Gonçalves, Carlos Barbosa, Caxias do Sul, Farroupilha, Flores da Cunha, Garibaldi, Ipê, São Marcos, Nova Pádua, Monte Belo do Sul, Santa Teresa e Pinto Bandeira.

hospitalizações por 100 mil habitantes, em mediana. As taxas de casos e de hospitalizações mais elevadas ocorreram no município de Três Forquilhas. Terra de Areia e Capivari do Sul registraram as taxas mais baixas de prevalência de casos e hospitalizações por 100 mil habitantes, respectivamente. Essa RF apresenta características de sazonalidade, em razão do turismo de verão.

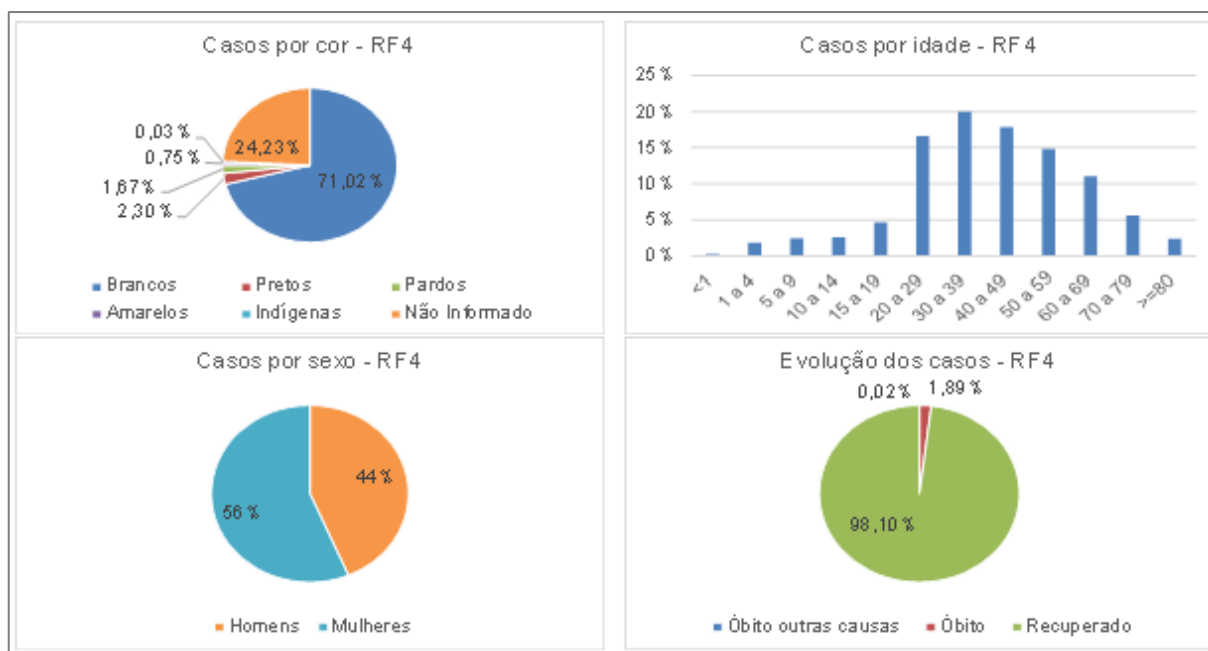


Figura 17 - Perfil sociodemográfico da RF4.

3.3.5 Região Funcional de Planejamento 5

A Região Funcional de Planejamento 5 fica ao sul do estado, possui 22 municípios e sua população é estimada em 879 mil habitantes. Os municípios desta RF registraram um total de 40.148 casos de COVID-19, 1945 hospitalizações e 787 óbitos. Como nas RFs descritas anteriormente, as populações mais infectadas pela doença foram de mulheres, população de cor branca e de faixa etária de 30 a 39 anos. As proporções de casos por cor, faixa etária, sexo e evolução dos casos pode ser observada na Figura 18. A mediana de prevalência de casos registrados foi de 2.814 por 100 mil habitantes e a de hospitalizações foi de 145 por 100 mil habitantes. Pelotas foi o município que registrou a maior taxa de casos da RF e Rio Grande de hospitalizações. Santana da Boa Vista teve o menor registro da taxa de casos e Pedras Altas de hospitalizações.

Pelotas e Rio Grande fazem parte de uma aglomeração urbana, denominada Aglomeração Urbana do Sul¹¹, instituída por lei. O município de Pelotas tem importante papel na região, pois fornece diversos serviços, como saúde e comércio, e equipamentos urbanos para toda a região sul do estado.

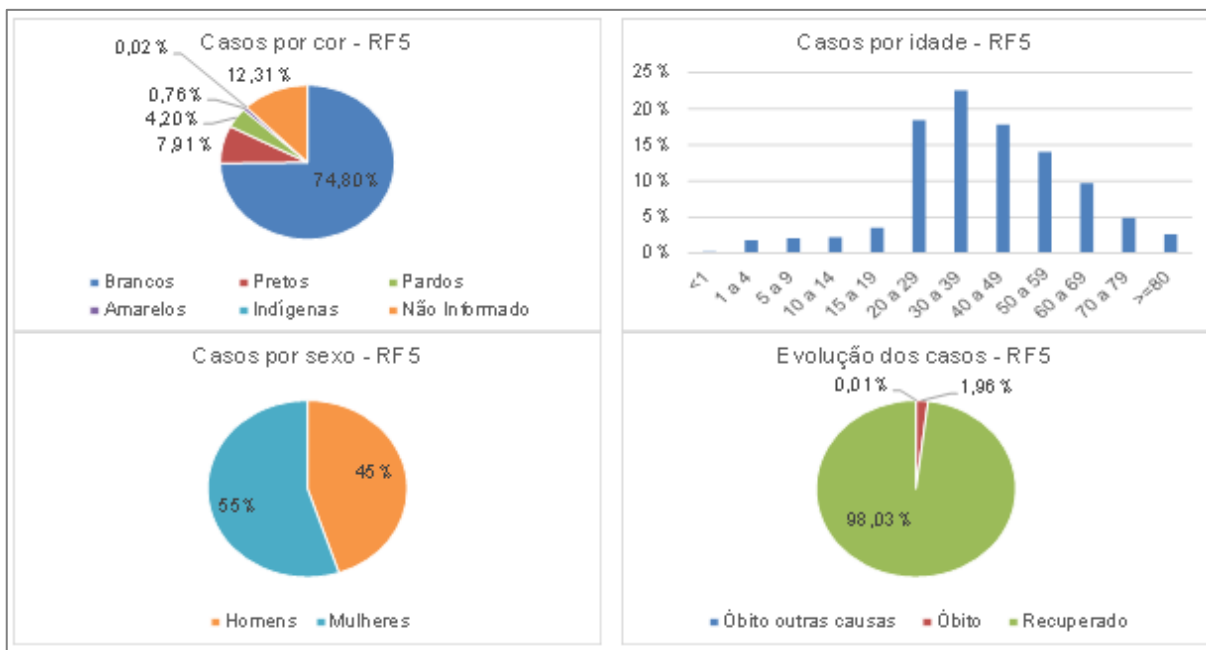


Figura 18 - Perfil sociodemográfico da RF5.

3.3.6 Região Funcional de Planejamento 6

Situada na região noroeste do estado, esta RF faz divisa com a Argentina e o Uruguai, tem 20 municípios em seu domínio e uma população estimada de 740 mil habitantes. Foram registrados 28.681 casos de COVID-19, 1864 hospitalizações e 509 óbitos, no total. A taxa mediana de casos e hospitalizações foi de 3.315 e 180 por 100 mil habitantes, respectivamente. A população mais infectada foi a de mulheres, a população de cor branca e a faixa etária entre 30 e 39 anos. As proporções de casos por cor, faixa etária, sexo e evolução dos casos pode ser observada na Figura 19. São Gabriel foi o município que registrou a maior taxa de casos, já as maiores taxas de hospitalizações foram registradas por São Borja. Itacurubi e Aceguá tiveram, respectivamente, as menores taxas de casos e hospitalizações causadas pelo vírus.

¹¹ Aglomeração Urbana do Sul: formada pelos municípios de Pelotas, Capão do Leão, Arroio do Padre, Rio Grande e São José do Norte.

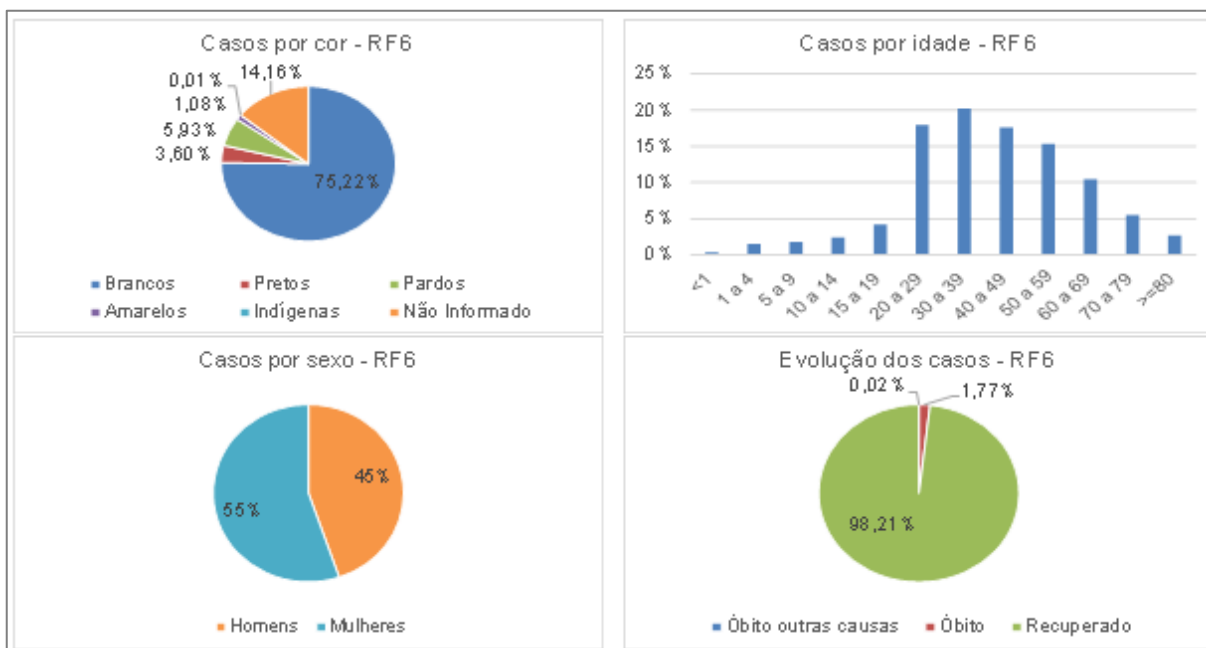


Figura 19 - Perfil sociodemográfico da RF6.

3.3.7 Região Funcional de Planejamento 7

A Região Funcional de Planejamento 7 fica localizada ao noroeste do estado, fazendo divisa com a fronteira argentina. Possui 77 municípios e soma em torno de 753 mil habitantes, segundo a população estimada do IBGE em 2021. Nesta RF foram registrados 34.221 casos de COVID-19, 2379 hospitalizações e 588 óbitos ocasionados em decorrência dela. A população branca e a população feminina foram as mais infectadas pelo vírus. A faixa etária com maior número de casos foi a de 30 a 39 anos, correspondendo a mais de 20% dos casos registrados. As proporções de casos por cor, faixa etária, sexo e evolução dos casos pode ser observada na Figura 20. A taxa mediana de casos até a data de vacinação foi de 3.256 casos por 100 mil habitantes e a de hospitalização de 208 pacientes para cada 100 mil habitantes. São José do Inhacorá foi o município com maior taxa de casos registrada e o município de Inhacorá para as hospitalizações. São Valério do Sul teve foi o município que registrou menor taxa de caos nesta RF. Novo Machado e Bom Progresso tiveram uma taxa de hospitalizações de 0 pacientes por 100 mil habitantes.

O COREDE Celeiro, representado por 21 municípios desta RF, possui uma das menores taxas de urbanização do estado, com taxas inferiores a 60%. Inhacorá, São Valério do Sul e Bom Progresso ficam localizados nesse COREDE.

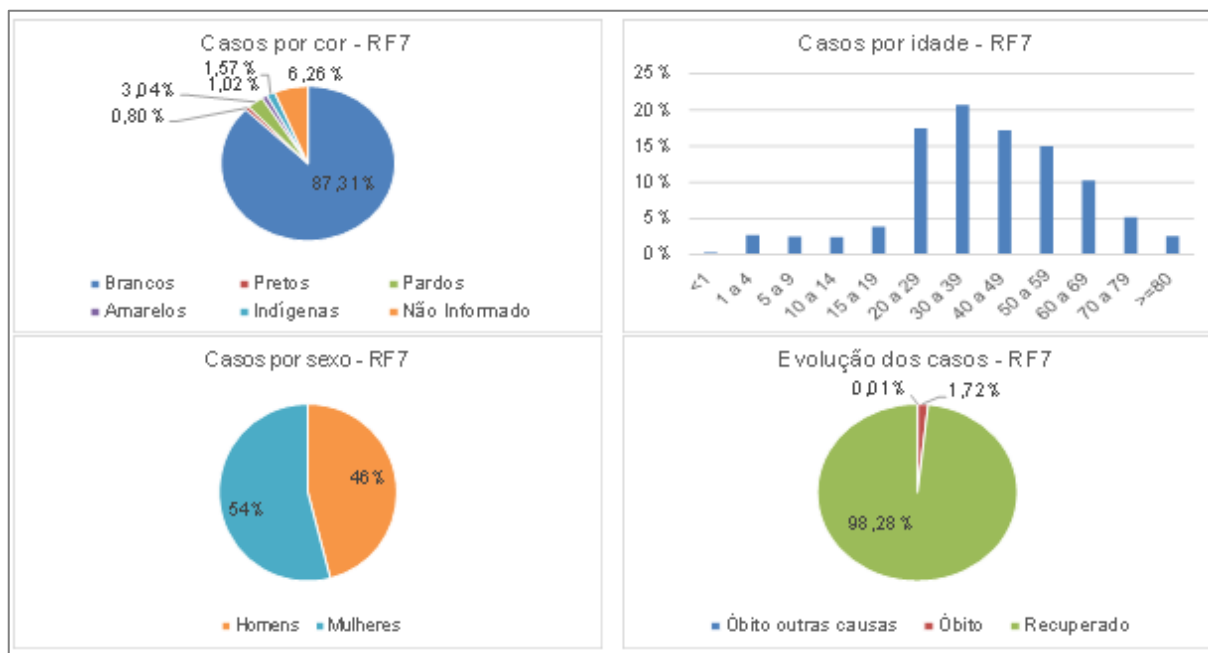


Figura 20 - Perfil sociodemográfico da RF7.

3.3.8 Região Funcional de Planejamento 8

Localizada no centro-oeste do estado, a RF8 possui 49 municípios e uma população estimada de cerca de 827 mil habitantes. Nesta RF foram registrados 35.777 casos de COVID-19, 2153 hospitalizações e 574 óbitos. A população branca, a população feminina e a população de faixa etária de 30 a 39 anos também foi a mais infectada pela doença nesta região. As proporções de casos por cor, faixa etária, sexo e evolução dos casos pode ser observada na Figura 21. A taxa mediana de casos nessa RF foi de 3.163 infectados para cada 100 mil habitantes e de hospitalização foi de 161 infectados para cada 100 mil habitantes. Os municípios com maiores taxas de casos e hospitalizações foram, respectivamente, Ibirubá e Tapera. E as menores taxas foram Pinhal Grande e Cerro Branco, para casos e hospitalizações, separadamente.

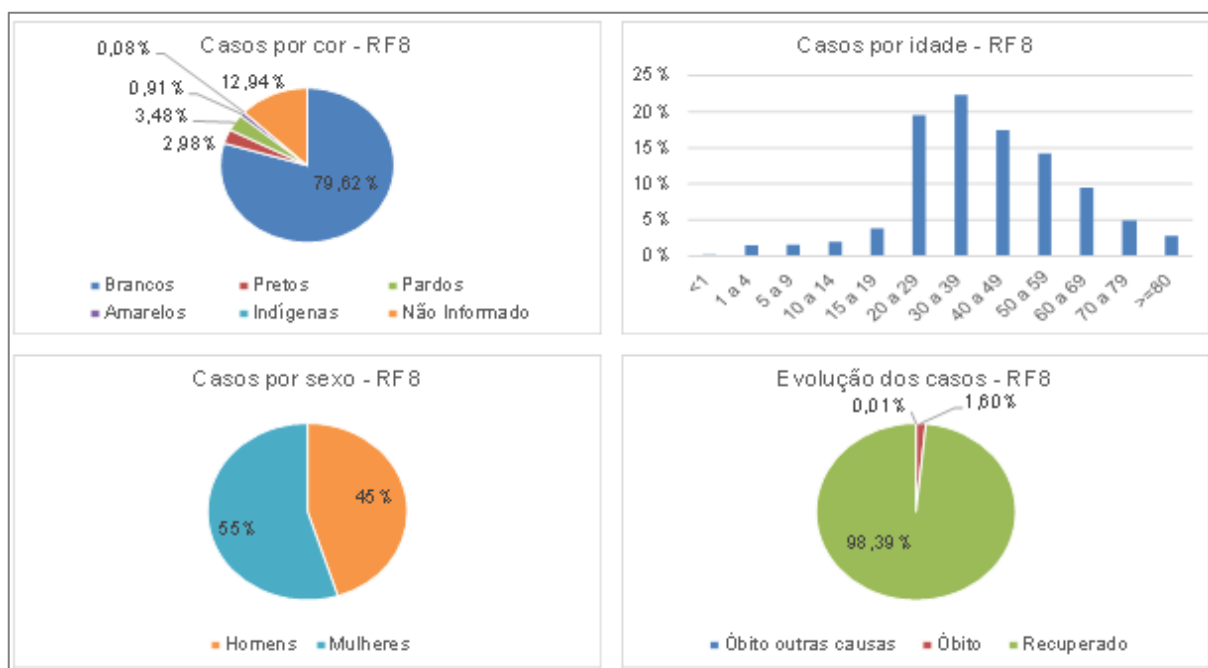


Figura 21 - Perfil sociodemográfico da RF8.

3.3.9 Região Funcional de Planejamento 9

A Região Funcional de Planejamento 9 fica localizada ao noroeste do estado e faz divisa com o estado de Santa Catarina. É a RF que possui mais municípios em seu delineamento, totalizando 130 municípios, em sua maioria com uma população pequena. Destes municípios, 117 possuem menos de 15 mil habitantes. Ao todo, a RF9 possui uma população estimada de cerca de 1,1 milhões de habitantes. Foi registrado um total de 64.105 casos de COVID-19, 1779 hospitalizações e 913 óbitos ocasionados por ela. As proporções de casos por cor, faixa etária, sexo e evolução dos casos pode ser observada na Figura 22. As taxas medianas de casos e hospitalizações registradas foram de 4.234 casos e 235 hospitalizações, ambos por 100 mil habitantes. Como nas outras RFs, as pessoas mais infectadas pela COVID-19 foram as brancas, as mulheres e as de 30 a 39 anos. A maior taxa de casos foi registrada em Santa Cecília e a de hospitalizações em Ibiraiaras. Já as menores taxas foram registradas em Lagoão, para casos, e Tupanci do Sul, para hospitalizações.

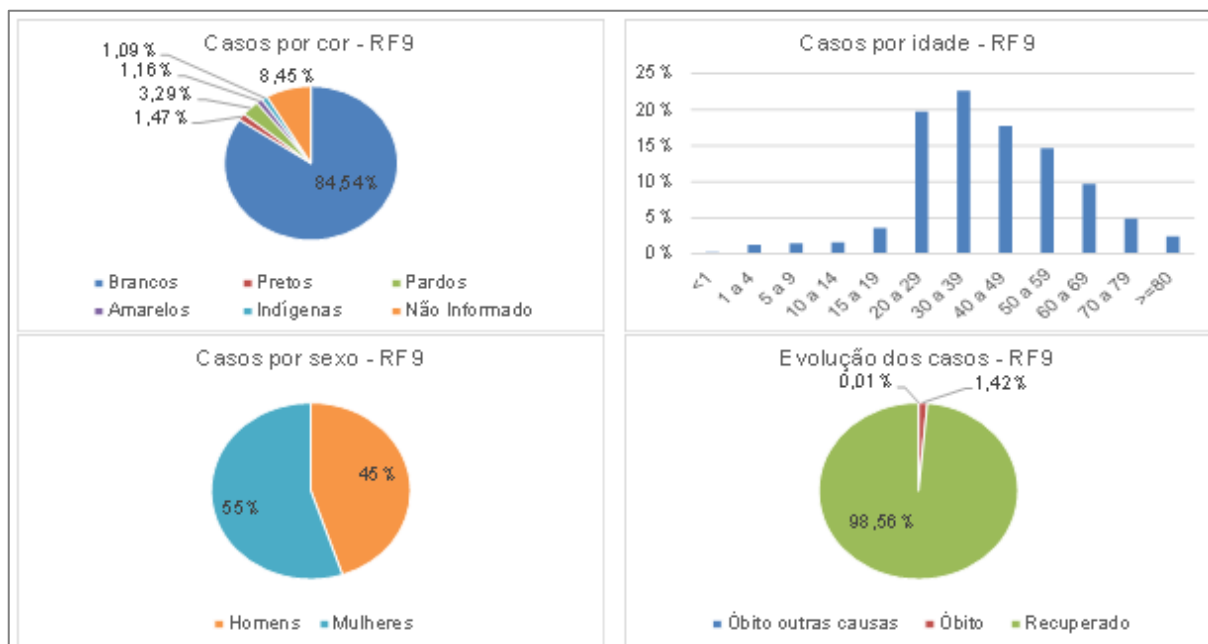


Figura 22 - Perfil sociodemográfico da RF9.

3.3.10 Capitais Regionais

A análise de autocorrelação das capitais regionais do estado, não tem o intuito de comparar um município com o outro de forma isolada, mas sim de forma simultânea em relação à localização e as informações dos municípios, as informações sobre a COVID-19 e a população infectada. Embora as capitais regionais estejam isoladas geograficamente umas das outras, como pode ser observado na Figura 23, têm características parecidas por serem locais de referência para os municípios em seu entorno nas questões econômicas, sociais, de educação, de saúde e demais atividades e podem refletir a realidade dos municípios em seu entorno (PEREIRA *et al.*, 2020).

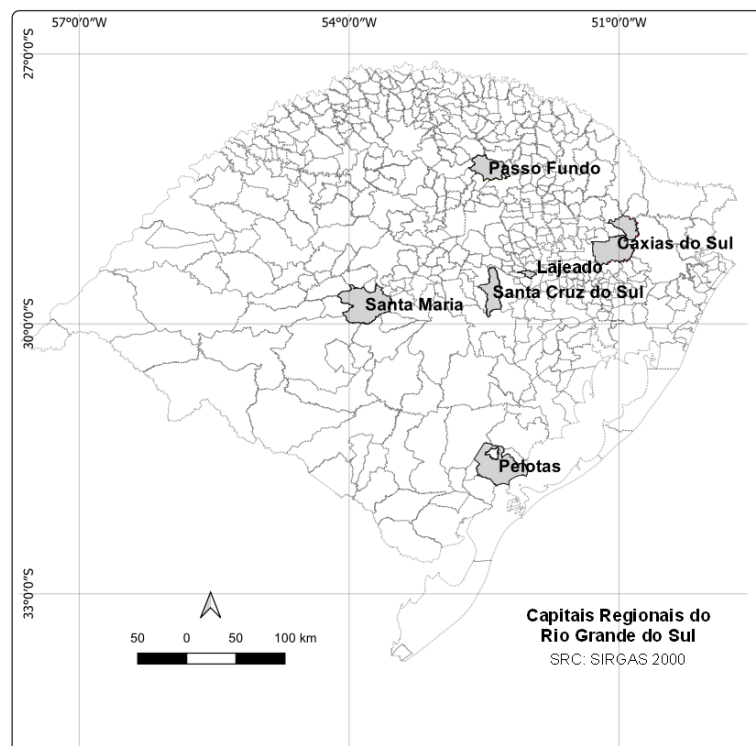


Figura 23 - Capitais regionais do Rio Grande do Sul.
Fonte: Autora.

Neste caso, as variáveis referentes aos municípios analisados, à população e à COVID-19 podem ser observadas no Quando 8. As correlações serão detalhadas a seguir. As matrizes de correlação serão apresentadas de forma adaptada no texto, mas estarão disponíveis nos Anexos de forma integral.

Quadro 8 - Variáveis utilizadas na análise de correlação.

Municípios	População	COVID-19
População estimada	Cor	Prevalência (casos / 100 mil hab.)
Densidade demográfica	Idade	Evolução dos casos
PIB per capita	Sexo	Hospitalizações
Saneamento	-	-

3.3.10.1 COVID-19 x Cor

As capitais regionais apresentaram correlação positiva forte a muito forte entre as variáveis população estimada e brancos, pardos, amarelos e não informados, que foram as populações com maiores porções dos casos registrados. A correlação entre população e pretos e indígenas apresentou coeficiente considerado desprezível, por ser muito fraco (positivo e negativo). A densidade demográfica apresentou correlação positiva apenas entre as variáveis amarelos e não informados, sendo fraca a

moderada. Os óbitos, recuperações e hospitalizações tiveram correlação positiva forte a moderada entre brancos, pardos, amarelos e não informados. Os óbitos por outras causas tiveram correlação positiva apenas com a variável pretos. O PIB per capita dos municípios teve correlação negativa ou desprezível entre todas as variáveis de cor da população infectada pela COVID-19. A prevalência de casos por 100 mil habitantes apresentou correlação positiva apenas entre brancos e pardos. A matriz de correlação das variáveis de cor pode ser observada na Figura 24. As proporções de casos por cor podem ser observadas na Figura 25.

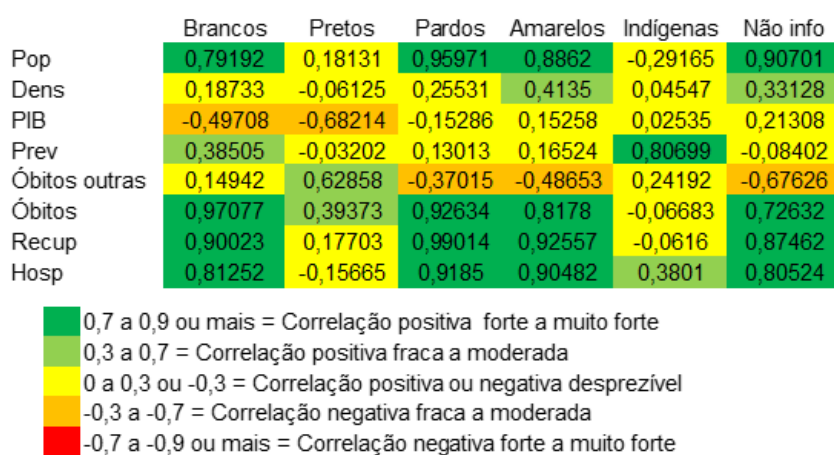


Figura 24 - Matriz de correlação para cor.

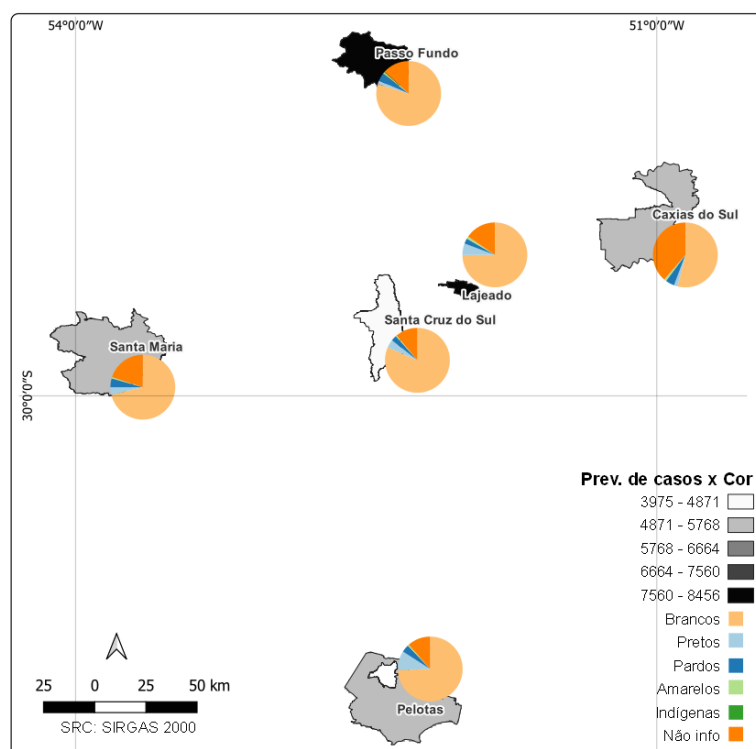


Figura 25 - Mapa temático da prevalência de COVID-19 e cor.

3.3.10.2 COVID-19 x Idade

Em relação à faixa etária da população infectada pela COVID-19, os dados disponíveis no cadastro da SES-RS estavam dispostos nas categorias etárias, conforme matriz de correlação, na Figura 26, e assim foram analisados. A correlação entre a população estimada e as faixas etárias foi positiva forte a muito forte em todas as variáveis de idade. Óbitos e recuperações obtiveram a mesma análise de correlação que a da população. As correlações entre as hospitalizações e as faixas etárias foram fracas a moderadas dos menores de 1 ano até os 14. E dos 14 até 80 anos ou mais teve correlação forte a muito forte. O PIB per capita dos municípios apresentou correlação negativa fraca a moderada entre 10 e 14 anos e entre 70 a 79 anos, indicando que quanto menor a relação entre o PIB per capita desses municípios, maior o número de casos nessa faixa etária. A prevalência de casos por 100 mil habitantes apresentou correlação desprezível em quase todas as categorias etárias, exceto na categoria de 10 a 14 anos, apresentando correlação forte a muito forte. Bem como os óbitos por outras causas com a mesma faixa etária. As proporções de casos por faixa etária podem ser observadas na Figura 27.

	<1	1 a 4	4 a 9	10 a 14	15 a 19	20 a 29	30 a 39	40 a 49	50 a 59	60 a 69	70 a 79	80 ou +
Pop	0,74085	0,81727	0,75337	0,8452	0,96077	0,93573	0,95956	0,96126	0,97617	0,97331	0,95028	0,95353
Dens	-0,08518	0,34197	0,26726	0,26911	0,20686	0,26554	0,31135	0,31064	0,27797	0,26487	0,22569	0,19486
PIB	-0,62129	-0,1444	-0,2974	-0,31646	-0,28863	-0,2295	-0,1489	-0,1318	-0,1825	-0,1953	-0,3072	-0,2931
Prev	0,05354	0,11017	0,07843	0,09099	0,12964	0,22273	0,15824	0,14885	0,09478	0,09552	0,13274	0,1475
Óbitos outras	0,25354	0,0748	0,20714	0,09096	-0,24897	-0,2648	-0,3254	-0,3225	-0,29	-0,2575	-0,1451	-0,2241
Óbitos	0,88268	0,91892	0,88774	0,94942	0,96714	0,95439	0,94697	0,94788	0,96339	0,97125	0,99118	0,97126
Recup	0,76707	0,85477	0,78217	0,87391	0,99262	0,99222	0,99725	0,99745	0,99827	0,99722	0,98579	0,99191
Hosp	0,53999	0,60403	0,48643	0,60844	0,87973	0,93038	0,90544	0,90096	0,86124	0,85309	0,82996	0,88645

0,7 a 0,9 ou mais = Correlação positiva forte a muito forte
0,3 a 0,7 = Correlação positiva fraca a moderada
0 a 0,3 ou -0,3 = Correlação positiva ou negativa desprezível
-0,3 a -0,7 = Correlação negativa fraca a moderada
-0,7 a -0,9 ou mais = Correlação negativa forte a muito forte

Figura 26 - Matiz de correlação para faixa etária.

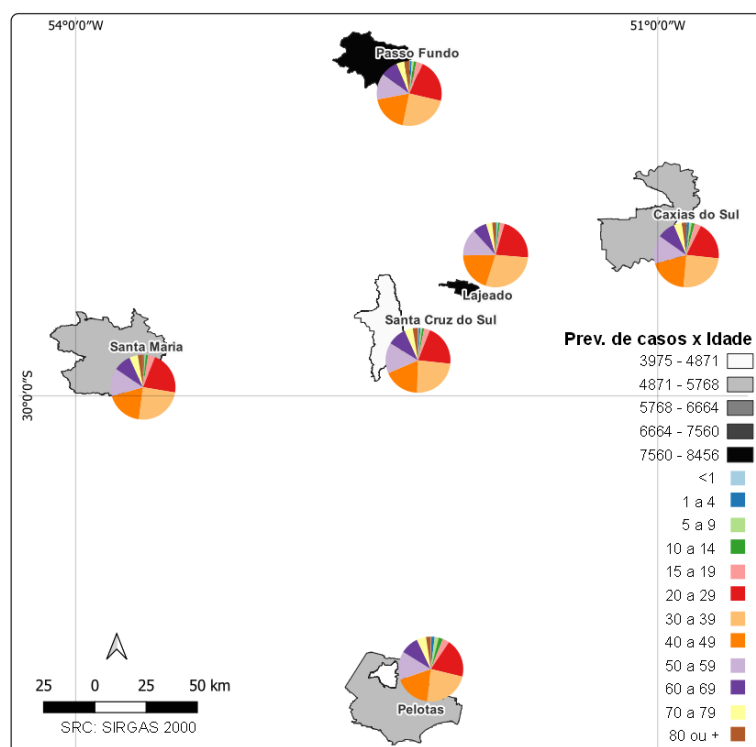


Figura 27 - Mapa temático da prevalência de COVID-19 e faixa etária.

3.3.10.3 COVID-19 x Sexo

Entre as capitais regionais, as variáveis de sexo da população infectada tiveram correlação positiva forte a muito forte com a população estimada, com os óbitos, as recuperações e as hospitalizações, ou seja, o número de casos entre homens e mulheres tendem a aumentar quanto maior a população estimada dos municípios, estando correlacionadas também entre os óbitos e recuperações e hospitalizações. Todavia a correlação de prevalência por 100 mil habitantes entre os municípios apresentou índices desprezíveis. O PIB per capita e a prevalência de casos apresentou correlação desprezível. A densidade demográfica apresentou correlação positiva fraca a moderada com a variável homens e negativa fraca a moderada entre homens e óbitos por outras causas. A matriz de correlação das variáveis de sexo pode ser observada na Figura 28. As proporções de casos por sexo estão dispostas no mapa da Figura 29.

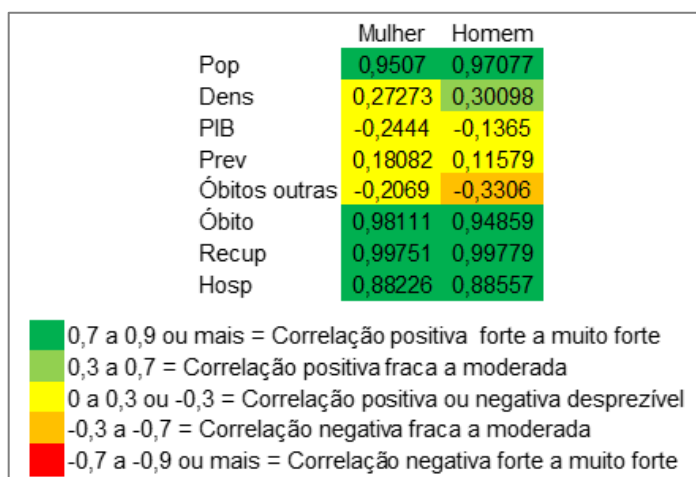


Figura 28 - Matriz de correlação para sexo.

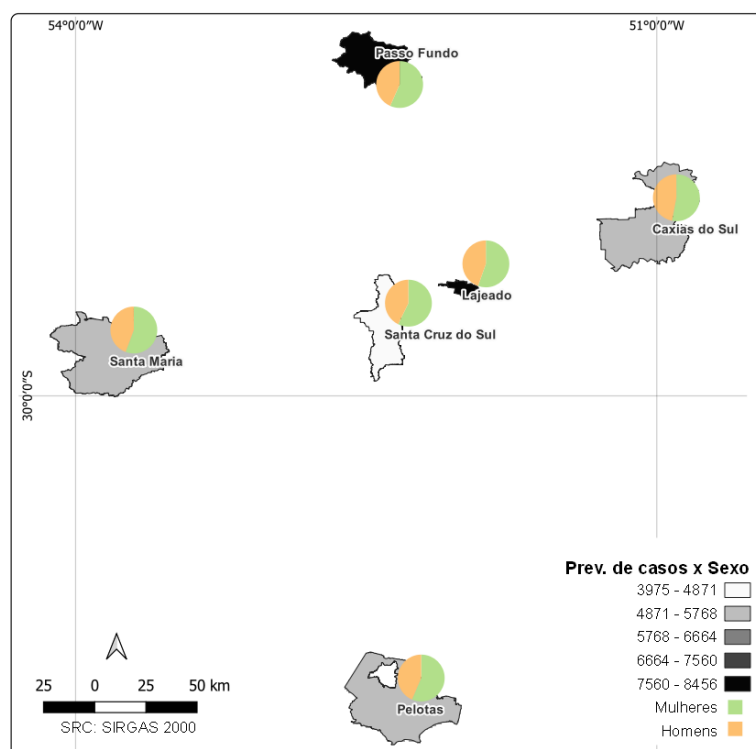


Figura 29 - Mapa temático da prevalência de COVID-19 e sexo.

3.3.10.4 COVID-19 x Saneamento básico

Os indicadores de saneamento dos municípios apresentaram correlação positiva forte a muito forte entre a população, os óbitos, as recuperações e as hospitalizações. Nota-se que o índice com menor número de habitantes atendidos é o do esgoto. As correlações positivas demonstram que os municípios tiveram relação entre estes índices. Óbitos por outras causas apresentaram correlação negativa fraca a moderada. Densidade e PIB per capita dos municípios apresentaram correlação

desprezível, conforme matriz de correlação abaixo (Figura 30). Os indicadores de saneamento básico de cada município analisado podem ser observados na Figura 31.

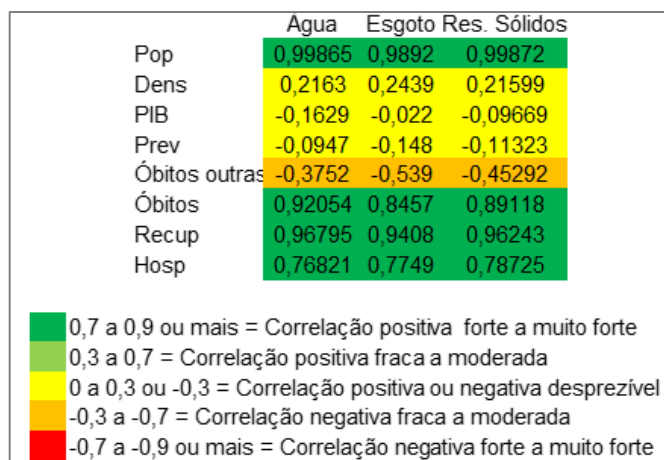


Figura 30 - Matriz de correlação para índices de saneamento básico.

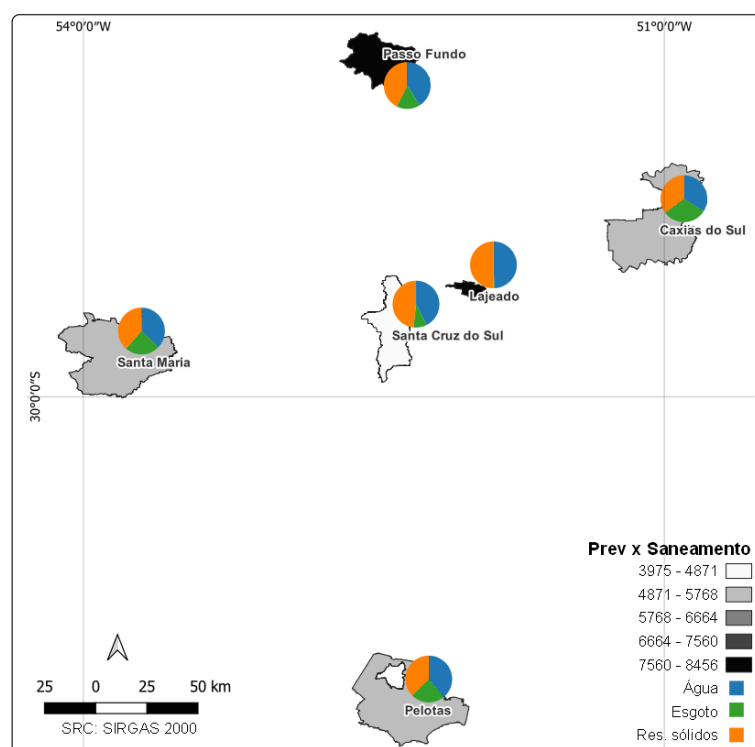


Figura 31 - Mapa temático da prevalência de COVID-19 e índices de saneamento básico.

3.4 Discussões

O Rio Grande do Sul foi o segundo estado da região sul do Brasil com mais casos e mais mortes por COVID-19 até 2022. Em 2023, em relação ao Brasil, o RS ocupa o terceiro lugar em número de casos e o quinto em número de óbitos, segundo o Painel Geral do Painel Coronavírus (BRASIL, 2023). Conforme foi possível observar,

as mulheres foram mais infectadas do que os homens nas 9 Regiões Funcionais de Planejamento do Rio Grande do Sul. Segundo o Censo Demográfico 2022 (IBGE, 2023) a população gaúcha possui mais mulheres (51,7%) do que homens (48,3%), apresentando uma razão de sexo de 93,4 homens para cada 100 mulheres. Além disso, devido ao envelhecimento demográfico, é esperado que o número de homens seja gradualmente menor que o de mulheres, já que os homens apresentam maior mortalidade durante todas as etapas da vida, segundo a pesquisa de população.

Outra observação realizada em todas RFs foi a faixa etária mais infectada pela COVID-19, a de 30 a 39 anos. Essa faixa etária corresponde a maior parte da população, de acordo com o Censo 2022. Segundo o IBGE (2023), essa distribuição significa uma população em envelhecimento em baixa e baixa fecundidade, além da variação do saldo migratório da população. Ainda assim, o Rio Grande do Sul é um dos estados que apresenta maior proporção de pessoas idosas de 60 anos ou mais, com 20,2% da população (IBGE, 2023a).

Quanto a cor da população infectada pela COVID-19, a população branca corresponde a maior porção dos casos. O Panorama das desigualdades de raça/cor no RS (AUGUSTIN *et al.*, 2021) indica que cerca de 80% da população gaúcha é de cor branca. Embora o estudo caracterize apenas em brancos, pretos e pardos e não categoriza outras cores utilizadas nesta pesquisa, como amarelos e indígenas, é possível afirmar que a maior parte da população do RS é composta por pessoas brancas. Isto reflete nos resultados do levantamento da cor da população infectada pelo vírus no estado, que foi maioria branca em todas as RFs.

A respeito da evolução dos casos e hospitalizações é necessário um estudo muito mais atencioso e detalhado acerca de cada paciente, pois são diversas as causas que levam ao agravamento da COVID-19, como comorbidades, acesso à serviços, principalmente os de saúde, condições de moradia, entre outros. Segundo Wehrmeister *et al.* (2017), questões como a qualidade da governança e o índice do PIB per capita impactam nas desigualdades em saúde. No ano de 2018, algumas das principais causas de mortes, segundo o Atlas Socioeconômico do RS, para homens e mulheres no RS foram: doenças do aparelho circulatório (32,7%) e doenças do aparelho respiratório (14,2%), possíveis causas de agravamento da COVID-19.

Até junho de 2020, o RS tinha 333 estabelecimentos hospitalares distribuídos por 224 municípios. Estes, são mais concentrados nos municípios mais populosos,

dentre eles, em quatro das capitais regionais: Caxias do Sul, Passo Fundo, Santa Maria e Pelotas (RIO GRANDE DO SUL, 2021).

Rodríguez, Camacho e Bolívar (2021), indicam que há correlação positiva entre o PIB per capita e gastos em saúde com o total de casos por COVID-19. Embora o PIB per capita não tenha apresentado correlação positiva entre as capitais regionais, é interessante destacar que em 2017, segundo o Atlas do RS, mais de 40% do PIB Total do estado do Rio Grande do Sul correspondia a municípios predominantemente industriais, concentrados no eixo Porto-Alegre-Caxias do Sul, entre eles Caxias do Sul, Passo Fundo, Pelotas e Santa Cruz do Sul, quatro das seis capitais regionais do RS. Por outro lado, os PIBs mais altos correspondem a municípios pouco populosos e que atuam na indústria petroquímica e de energia elétrica, dentre eles, Muitos Capões e Pinhal Grande, que tiveram as menores taxas de casos e hospitalizações de suas RFs. No entanto, estes municípios não tiveram seus dados analisados estatisticamente. Por outro lado, entre as capitais regionais, os PIBs mais altos representaram maior número de óbitos. Lippi *et al.* (2020) apontam que o PIB pode estar associado ao número de óbitos (maior PIB, mais mortes), juntamente com outros fatores, como comorbidades e poluição.

As correlações realizadas apresentam evidências de que a população dos municípios, a cor da população, a faixa etária, o sexo, a evolução dos casos e os indicadores de saneamento básico apresentam relação entre as capitais regionais, porém as taxas de casos (/100 mil habitantes) não apresentam relação estatística entre eles.

3.5 Considerações finais

Ressalta-se a limitação dos dados secundários, tanto pelas informações inexatas dos dados dos municípios, devido ao atraso do Censo Demográfico de 2022, ressaltando a sua importância para pesquisas sociais, ambientais, econômicas e nas mais diferentes áreas do conhecimento. Seria interessante que os dados de saúde da população fossem cadastrados em um banco de dados unificado, atualizado e de fácil acesso, não só em tempos de crise sanitária, mas que já estivessem disponíveis para futuros eventos, sejam eles quais forem (vacinação, exames, levantamento de dados, etc.).

A respeito dos dados agregados sobre os pacientes infectados pela COVID-19, entende-se que foi criado um cadastro de informações às pressas, contudo, ressalta-

se a necessidade de melhorias no cadastro, para que numa crise sanitária futura se possa se tornar mais prático e ágil o levantamento descritivo da população cadastrada. A exemplo das melhorias, destaca-se os erros de digitação, principalmente pelas datas desconstruídas, as quais, estes indivíduos não puderam ser incluídos na pesquisa, devido à incerteza de data de contágio e confirmação da infecção pela COVID-19. Outro aspecto, são as informações sobre o bairro de moradia dos indivíduos, nos quais os nomes dos bairros não estavam padronizados, ou ainda, digitados incorretamente.

Ademais, a aprimoração do sistema de cadastro não apenas proporciona uma resposta mais efetiva durante crises sanitárias, mas também desempenha um papel crucial na condução de pesquisas epidemiológicas de longo prazo. A confiabilidade e precisão dos dados são fundamentais para análises retrospectivas, permitindo uma compreensão mais abrangente dos padrões de propagação de doenças e a formulação de estratégias preventivas mais eficazes. Além disso, a implementação de um cadastro mais refinado não apenas contempla as questões de exatidão nas informações individuais, mas também viabiliza a integração eficiente de dados demográficos, socioeconômicos e clínicos. Essa abordagem integrada é essencial para identificar disparidades em diferentes grupos populacionais, orientando políticas de saúde pública mais equitativas e direcionadas. Dessa forma, a melhoria contínua do sistema de cadastro não apenas responde a demandas imediatas em situações de crise, mas também fortalece a base de conhecimento para enfrentar desafios epidemiológicos de forma mais abrangente e resiliente.

Por fim, fica como sugestão de trabalhos futuros uma pesquisa mais detalhada acerca do perfil da população infectada pela COVID-19, a fim de melhor relacionar com os aspectos socioambientais. Sugere-se a criação de subcategorias dentre as já analisadas, como classificar dentro das faixas etárias a cor dos indivíduos e outras características. Nas evoluções dos casos, levantar os sintomas e comorbidades. Dentro outros inúmeros tipos de subclassificações e combinações de informações possíveis através dos dados disponibilizados pela SES-RS.

Referências

- AUGUSTIN, A. C.; MENEZES, D. B.; OLIVEIRA, L. L. S.; AGRANONIK, M.; OLIVEIRA JÚNIOR, R. C. G.; CAMPELO, R. G.; GRASSI, A. C. S.; SILVA, H. S.; ANJOS, G. **Panorama das desigualdades de raça/cor do RS**. Porto Alegre: Secretaria de Planejamento, Governança e Gestão/Departamento de Economia e Estatística, 2021. (Relatório Técnico).
- BRASIL. Ministério da Saúde. COVID-19 Painel Coronavírus. Ministério da Saúde: 2023. Disponível em: <https://covid.saude.gov.br/>. Acesso em: 24 nov. 2023.
- CLAVIJO, Irene; MEJÍA-MANTILLA, Carolina; OLIVIERI, Sergio; LARA-IBARRA, Gabriel; ROMERO, Javier. **Mind the Gap**: How COVID-19 is Increasing Inequality in Latin America and the Caribbean. World Bank: Washington, DC, 2021. 13 p.
- DEMENECH, Lauro Miranda; DUMITH, Samuel de Carvalho; VIEIRA, Maria Eduarda Centena Duarte; NEIVA-SILVA, Lucas. Desigualdade econômica e risco de infecção e morte por COVID-19 no Brasil. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 23, p. 1-12, 2020. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1980-549720200095>.
- GOODCHILD, M. F. Spatial Autocorrelation. Concepts and Techniques in Modern Geography. University of Western Ontario, London, Ontario, Canada. Published by Geo Books, Norwich, 1986.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Desigualdades sociais por cor ou raça no Brasil**. n. 48. 2 ed. 16 p. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101972_informativo.pdf).
- IBGE. **Censo Demográfico 2022**: população por idade e sexo: resultados do universo. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. ISSN: 01043145. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=73102>.
- IBGE. **Censo demográfico 2022**: população por idade e sexo: pessoas de 60 anos ou mais de idade: resultados do universo. Rio de Janeiro: IBGE, 2023a. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv102038.pdf>.
- LIMA-COSTA, Maria Fernanda; BARRETO, Sandhi Maria. Tipos de estudos epidemiológicos: conceitos básicos e aplicações na área do envelhecimento. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 12, n. 4, p. 189-201, dez. 2003. Instituto Evandro Chagas. <http://dx.doi.org/10.5123/s1679-49742003000400003>.
- LIPPI, Giuseppe; HENRY, Brandon M.; MATTIUZZI, Camilla; BOVO, Chiara. The death rate for COVID-19 is positively associated with gross domestic products: coronavirus and gross domestic product. **Acta Bio Medica Atenei Parmensis**, v. 91, n. 2, p. 224-225, 11 maio 2020. Mattioli 1885 srl. <http://dx.doi.org/10.23750/abm.v91i2.9514>.
- PEREIRA, Augusto dos Santos; PAULA, Caroline Busatta Vaz de; NORONHA, Lucia de; PAULA, Eduardo Vedor de. PANDEMIA E TERRITÓRIO: ritmo de difusão da covid-19 entre municípios brasileiros de 25 de fevereiro a 11 de maio de 2020 de

acordo com fatores de proximidade social extramunicipal. **Hygeia - Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, v. 16, p. 199-219, 22 set. 2020.

EDUFU - Editora da Universidade Federal de Uberlândia.

<http://dx.doi.org/10.14393/hygeia16055064>.

PIRES, Roberto Rocha C. **Os efeitos sobre grupos sociais e territórios vulnerabilizados das medidas de enfrentamento à crise sanitária da covid-19: propostas para o aperfeiçoamento da ação pública**. Nota técnica nº 33. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada: 2020. 18 p.

RIO GRANDE DO SUL. **Relatório anual** - condições socioeconômicas do Rio Grande do Sul. Informe de 2019. GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL: Fipe, 2019. 114 p.

RODRÍGUEZ, Tomás Gómez; CAMACHO, Arturo Martínez; BOLÍVAR, Humberto Ríos. Características socioeconómicas, medidas gubernamentales y resultados sanitarios de COVID-19. **Contaduría y Administración**, v. 66, n. 5, p. 296, 21 set. 2021. Universidad Nacional Autónoma de México.
<http://dx.doi.org/10.22201/fca.24488410e.2021.3485>.

SZKLO, Moyses; NIETO, Javier F. Basic Study Designs in Analytical Epidemiology. In: SZKLO, Moyses; NIETO, Javier F. **Epidemiology Beyond the Basics**. 3rd ed. Burlington: Jones & Bartlett Learning, 2014. 3 - 44.

WEHRMEISTER, Fernando C; SILVA, Inácio Crochemore M da; BARROS, Aluisio J D; VICTORA, Cesar G. Is governance, gross domestic product, inequality, population size or country surface area associated with coverage and equity of health interventions? Ecological analyses of cross-sectional surveys from 80 countries. **Bmj Global Health**, v. 2, n. 4, p. 1-10, out. 2017. BMJ. <http://dx.doi.org/10.1136/bmjgh-2017-000437>.

WU, X.; NETHERY, R. C.; SABATH, M. B.; BRAUN, D.; DOMINICI, F. Air pollution and COVID-19 mortality in the United States: strengths and limitations of an ecological regression analysis. **Science Advances**, v. 6, n. 45, p. 1-6, 6 nov. 2020. American Association for the Advancement of Science (AAAS).
<http://dx.doi.org/10.1126/sciadv.abd4049>.

Anexos

A) Matriz de correlação de todas as variáveis

(Continua)

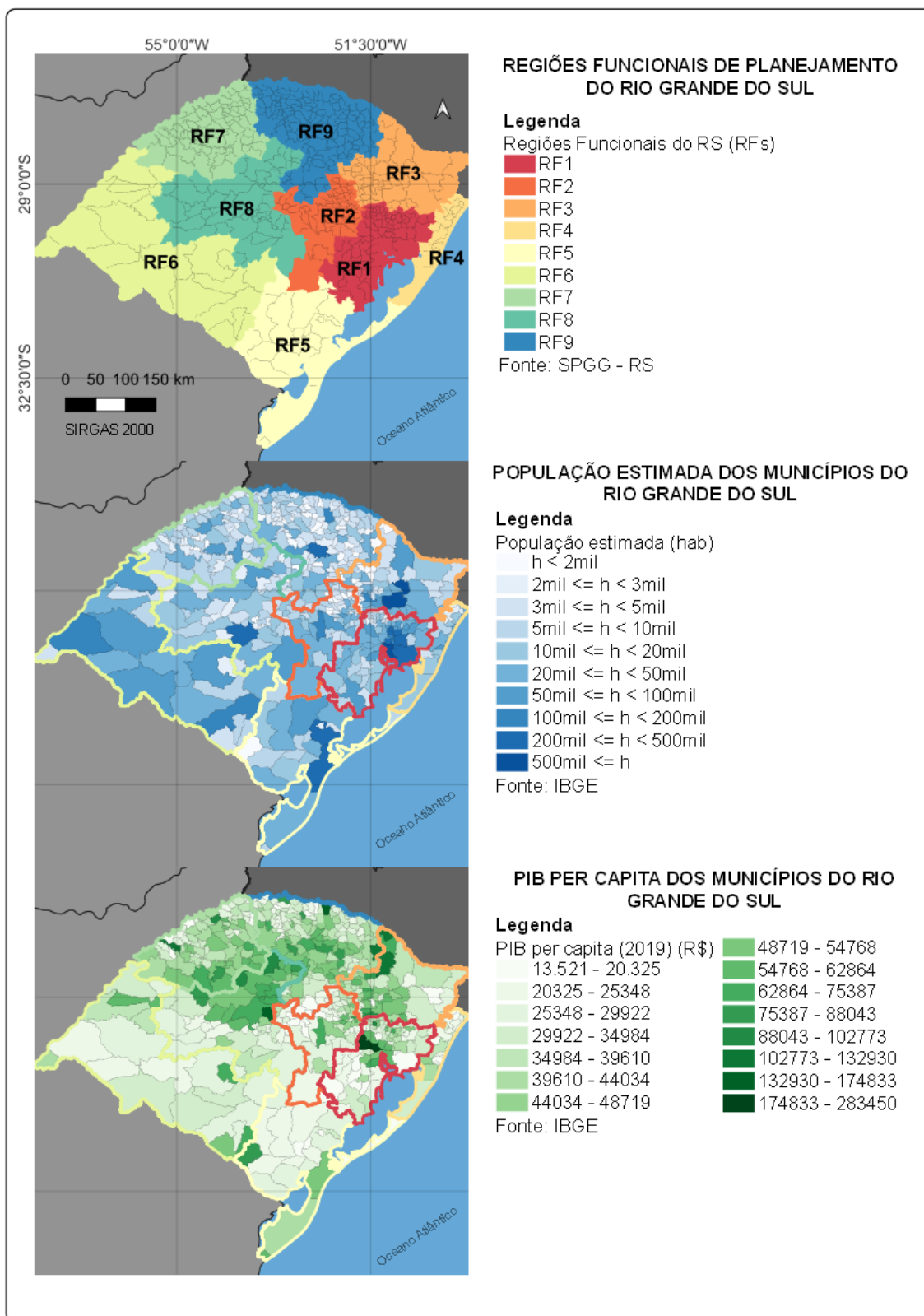
CORRELATION MATRIX

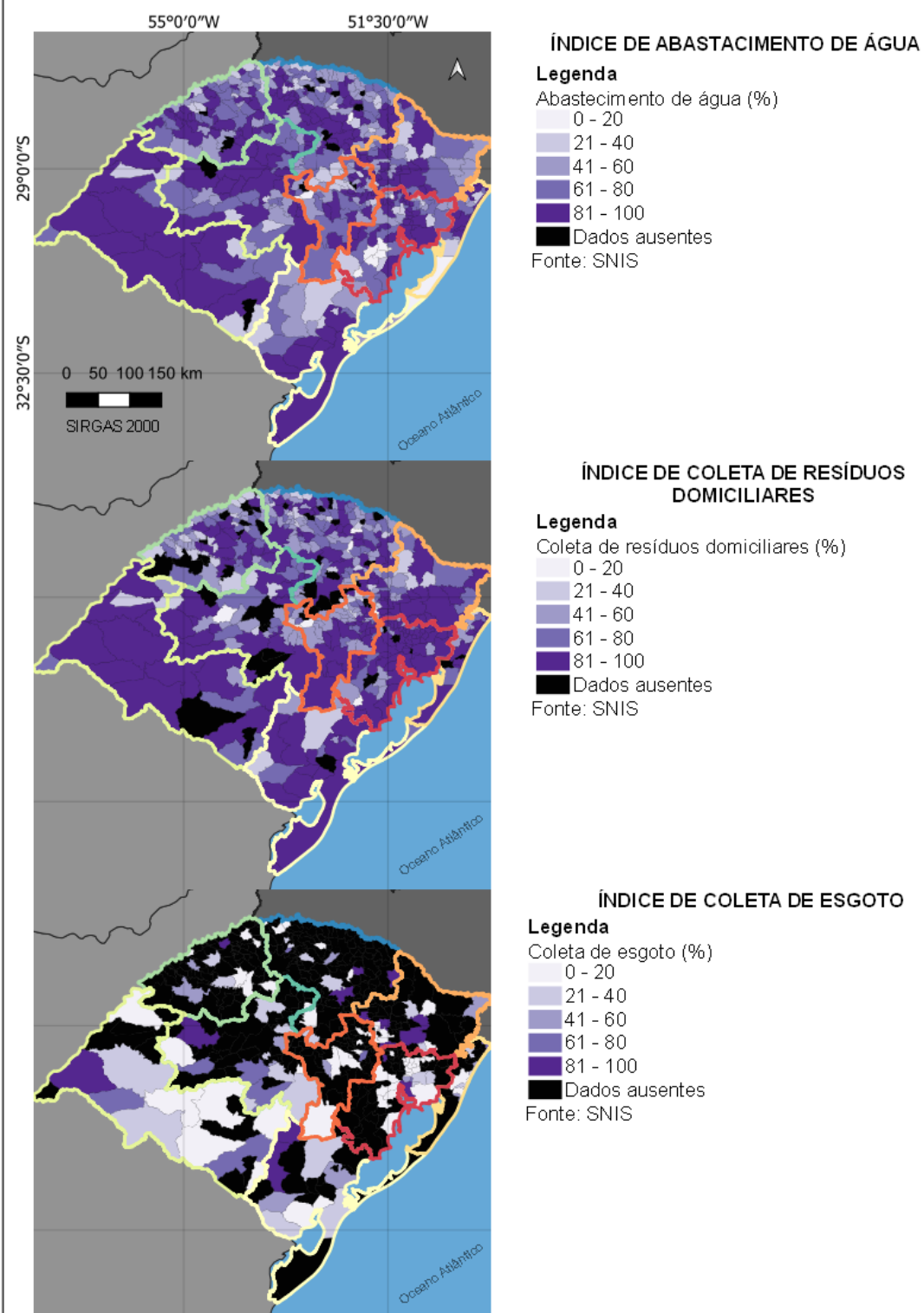
Layer	Pop	Dens	PIB	Prev	Brancos	Pretos	Pardos	Amarelos	Indígenas	Não info	<1	1 a 4	5 a 9	10 a 14	15 a 19
Pop	1	0,20593	-0,13463	-0,11606	0,79192	0,18131	0,95971	0,8862	-0,29165	0,90701	0,74085	0,81727	0,75337	0,8452	0,96077
Dens	0,2059	1	0,23426	0,44934	0,18733	-0,06125	0,25531	0,4135	0,04547	0,33128	-0,08518	0,34197	0,26726	0,26911	0,20686
PIB	-0,135	0,23426	1	-0,23748	-0,49708	-0,68214	-0,15286	0,15258	0,02535	0,21308	-0,62129	-0,14439	-0,29735	-0,31646	-0,28863
Prev	-0,116	0,44934	-0,23748	1	0,38505	-0,03202	0,13013	0,16524	0,80699	-0,08402	0,05354	0,11017	0,07843	0,09099	0,12964
Brancos	0,7919	0,18733	-0,49708	0,38505	1	0,44718	0,85712	0,71366	0,08751	0,58073	0,89997	0,84726	0,8391	0,89723	0,91627
Pretos	0,1813	-0,06125	-0,68214	-0,03202	0,44718	1	0,05902	-0,17384	-0,47346	-0,23114	0,70987	0,50312	0,6722	0,58933	0,21952
Pardos	0,9597	0,25531	-0,15286	0,13013	0,85712	0,05902	1	0,94589	-0,01452	0,91171	0,7015	0,77739	0,68887	0,79907	0,98575
Amarelos	0,8862	0,4135	0,15258	0,16524	0,71366	-0,17384	0,94589	1	0,0729	0,96167	0,47711	0,72293	0,58185	0,6866	0,88558
Indígenas	-0,292	0,04547	0,02535	0,80699	0,08751	-0,47346	-0,01452	0,0729	1	-0,1168	-0,2451	-0,25113	-0,33362	-0,29006	-0,07082
Não info	0,907	0,33128	0,21308	-0,08402	0,58073	-0,23114	0,91171	0,96167	-0,1168	1	0,40747	0,63272	0,49364	0,60849	0,84173
<1	0,7409	-0,08518	-0,62129	0,05354	0,89997	0,70987	0,7015	0,47711	-0,2451	0,40747	1	0,82214	0,88341	0,90552	0,80863
1 a 4	0,8173	0,34197	-0,14439	0,11017	0,84726	0,50312	0,77739	0,72293	-0,25113	0,63272	0,82214	1	0,9778	0,98108	0,82474
5 a 9	0,7534	0,26726	-0,29735	0,07843	0,8391	0,6722	0,68887	0,58185	-0,33362	0,49364	0,88341	0,9778	1	0,98528	0,76854
10 a 14	0,8452	0,26911	-0,31646	0,09099	0,89723	0,58933	0,79907	0,6866	-0,29006	0,60849	0,90552	0,98108	0,98528	1	0,86596
15 a 19	0,9608	0,20686	-0,28863	0,12964	0,91627	0,21952	0,98575	0,88558	-0,07082	0,84173	0,80863	0,82474	0,76854	0,86596	1
20 a 29	0,9357	0,26554	-0,22945	0,22273	0,9095	0,12493	0,99269	0,92288	0,04155	0,86007	0,7463	0,80039	0,72372	0,82743	0,99111
30 a 39	0,9596	0,31135	-0,14886	0,15824	0,87629	0,10774	0,99593	0,94727	-0,03057	0,90048	0,71968	0,82408	0,7392	0,83874	0,98679
40 a 49	0,9613	0,31064	-0,1318	0,14885	0,87375	0,10972	0,99445	0,94978	-0,03873	0,9029	0,72021	0,8342	0,74809	0,84491	0,9849
50 a 59	0,9762	0,27797	-0,18245	0,09478	0,8872	0,1962	0,98663	0,91894	-0,11892	0,88058	0,77417	0,86314	0,79423	0,88344	0,99117
60 a 69	0,9733	0,26487	-0,19525	0,09552	0,89797	0,22608	0,9811	0,90823	-0,12516	0,8653	0,79432	0,87856	0,81444	0,89886	0,9907
70 a 79	0,9503	0,22569	-0,30723	0,13274	0,94137	0,33402	0,95851	0,85175	-0,12369	0,79281	0,86247	0,89473	0,85442	0,92995	0,98897
80 ou +	0,9535	0,19486	-0,29308	0,1475	0,92564	0,22366	0,98379	0,88286	-0,04883	0,83174	0,81592	0,82883	0,77286	0,86865	0,9994
Mulheres	0,9507	0,27273	-0,2444	0,18082	0,9284	0,22991	0,98146	0,90166	-0,048	0,83831	0,80284	0,86777	0,80592	0,8928	0,99414
Homens	0,9708	0,30098	-0,1365	0,11579	0,86951	0,12787	0,99346	0,94377	-0,07596	0,90471	0,73034	0,84011	0,75781	0,8533	0,98646
Óbitos outras	-0,419	-0,18281	-0,46546	0,4449	0,14942	0,62858	-0,37015	-0,48653	0,24192	-0,67626	0,25354	0,0748	0,20714	0,09096	-0,24897
Óbitos	0,9032	0,25344	-0,34265	0,22742	0,97077	0,39373	0,92634	0,8178	-0,06683	0,72632	0,88268	0,91892	0,88774	0,94942	0,96714
Recup	0,9632	0,28752	-0,18981	0,14817	0,90023	0,17703	0,99014	0,92557	-0,0616	0,87462	0,76707	0,85477	0,78217	0,87391	0,99262
Hosp	0,7732	0,22958	-0,11565	0,41554	0,81252	-0,15665	0,9185	0,90482	0,3801	0,80524	0,53999	0,60403	0,48643	0,60844	0,87973
Água	0,9987	0,2163	-0,16285	-0,09469	0,81471	0,22596	0,95777	0,87724	-0,29522	0,88894	0,76845	0,84176	0,78468	0,87108	0,96587
Esgoto	0,9892	0,24386	-0,02156	-0,14813	0,71472	0,04928	0,95232	0,9152	-0,27809	0,9552	0,63497	0,75647	0,66935	0,77136	0,92996
Res. Sólidos	0,9987	0,21599	-0,09669	-0,11323	0,77566	0,13192	0,96436	0,90383	-0,2697	0,92683	0,70966	0,80127	0,72769	0,8238	0,95697

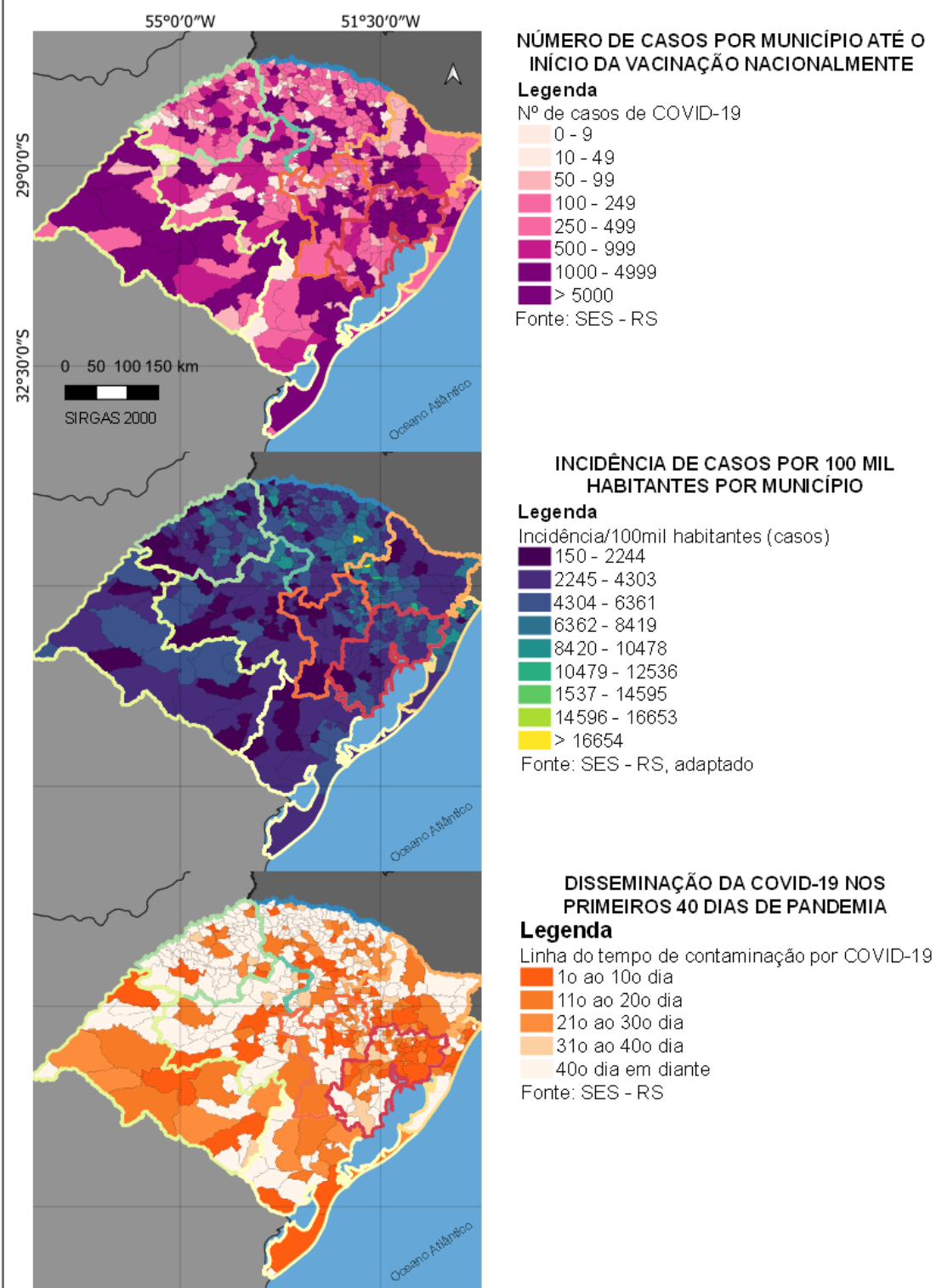
(Fim de tabela)

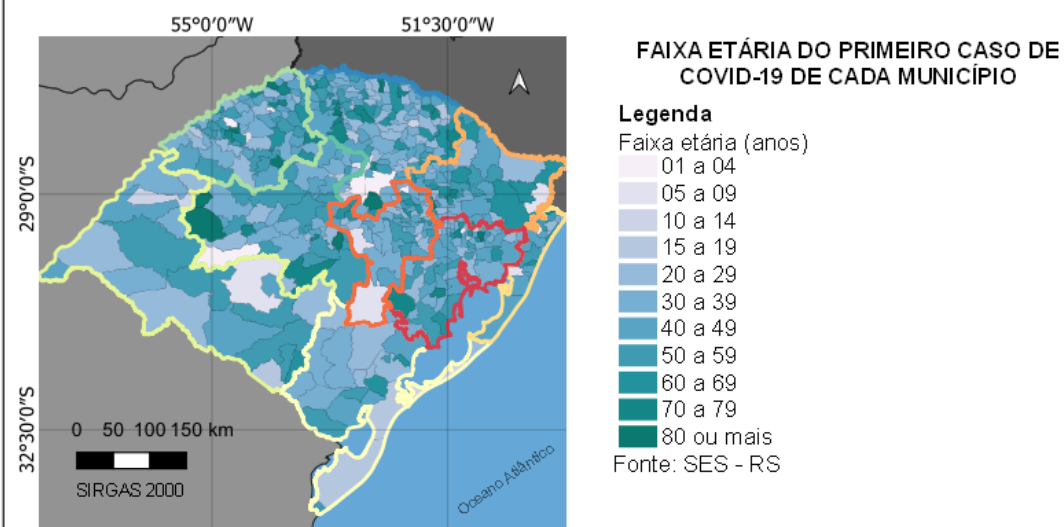
20 a 29	30 a 39	40 a 49	50 a 59	60 a 69	70 a 79	80 ou +	Mulheres	Homens	Óbito outras	Óbito	Recup	Hosp	Água	Esgoto	Res. Sólidos
0,93573	0,95956	0,96126	0,97617	0,97331	0,95028	0,95353	0,9507	0,97077	-0,41871	0,90321	0,96319	0,77318	0,99865	0,98922	0,99872
0,26554	0,31135	0,31064	0,27797	0,26487	0,22569	0,19486	0,27273	0,30098	-0,18281	0,25344	0,28752	0,22958	0,2163	0,24386	0,21599
-0,22945	-0,14886	-0,1318	-0,18245	-0,19525	-0,30723	-0,29308	-0,2444	-0,1365	-0,46546	-0,34265	-0,18981	-0,11565	-0,16285	-0,02156	-0,09669
0,22273	0,15824	0,14885	0,09478	0,09552	0,13274	0,1475	0,18082	0,11579	0,4449	0,22742	0,14817	0,41554	-0,09469	-0,14813	-0,11323
0,9095	0,87629	0,87375	0,8872	0,89797	0,94137	0,92564	0,9284	0,86951	0,14942	0,97077	0,90023	0,81252	0,81471	0,71472	0,77566
0,12493	0,10774	0,10972	0,1962	0,22608	0,33402	0,22366	0,22991	0,12787	0,62858	0,39373	0,17703	-0,15665	0,22596	0,04928	0,13192
0,99269	0,99593	0,99445	0,98663	0,9811	0,95851	0,98379	0,98146	0,99346	-0,37015	0,92634	0,99014	0,9185	0,95777	0,95232	0,96436
0,92288	0,94727	0,94978	0,91894	0,90823	0,85175	0,88286	0,90166	0,94377	-0,48653	0,8178	0,92557	0,90482	0,87724	0,9152	0,90383
0,04155	-0,03057	-0,03873	-0,11892	-0,12516	-0,12369	-0,04883	-0,048	-0,07596	0,24192	-0,06683	-0,0616	0,3801	-0,29522	-0,27809	-0,2697
0,86007	0,90048	0,9029	0,88058	0,8653	0,79281	0,83174	0,83831	0,90471	-0,67626	0,72632	0,87462	0,80524	0,88894	0,9552	0,92683
0,7463	0,71968	0,72021	0,77417	0,79432	0,86247	0,81592	0,80284	0,73034	0,25354	0,88268	0,76707	0,53999	0,76845	0,63497	0,70966
0,80039	0,82408	0,8342	0,86314	0,87856	0,89473	0,82883	0,86777	0,84011	0,0748	0,91892	0,85477	0,60403	0,84176	0,75647	0,80127
0,72372	0,7392	0,74809	0,79423	0,81444	0,85442	0,77286	0,80592	0,75781	0,20714	0,88774	0,78217	0,48643	0,78468	0,66935	0,72769
0,82743	0,83874	0,84491	0,88344	0,89886	0,92995	0,86865	0,8928	0,8533	0,09096	0,94942	0,87391	0,60844	0,87108	0,77136	0,8238
0,99111	0,98679	0,9849	0,99117	0,9907	0,98897	0,9994	0,99414	0,98646	-0,24897	0,96714	0,99262	0,87973	0,96587	0,92996	0,95697
1	0,99351	0,99122	0,98447	0,98161	0,97214	0,99186	0,9914	0,98811	-0,26481	0,95439	0,99222	0,93038	0,93896	0,91467	0,93693
0,99351	1	0,99962	0,99406	0,99033	0,97095	0,98521	0,99079	0,99866	-0,32537	0,94697	0,99725	0,90544	0,96125	0,94707	0,9623
0,99122	0,99962	1	0,99489	0,99169	0,97142	0,98354	0,99063	0,99927	-0,32252	0,94788	0,99745	0,90096	0,9631	0,94883	0,96405
0,98447	0,99406	0,99489	1	0,99923	0,98676	0,98922	0,99448	0,9974	-0,29004	0,96339	0,99827	0,86124	0,98066	0,95403	0,97451
0,98161	0,99033	0,99169	0,99923	1	0,99126	0,9896	0,99549	0,99448	-0,25747	0,97125	0,99722	0,85309	0,97938	0,9463	0,97017
0,97214	0,97095	0,97142	0,98676	0,99126	1	0,98992	0,99313	0,97456	-0,14507	0,99118	0,98579	0,82996	0,9619	0,90494	0,9412
0,99186	0,98521	0,98354	0,98922	0,9896	0,98992	1	0,9949	0,98435	-0,22411	0,97126	0,99191	0,88645	0,95934	0,92019	0,9495
0,9914	0,99079	0,99063	0,99448	0,99549	0,99313	0,9949	1	0,99061	-0,20694	0,98111	0,99751	0,88226	0,95858	0,91858	0,94709
0,98811	0,99866	0,99927	0,9974	0,99448	0,97456	0,98435	0,99061	1	-0,33062	0,94859	0,99779	0,88557	0,97264	0,95751	0,97264
-0,26481	-0,32537	-0,32252	-0,29004	-0,25747	-0,14507	-0,22411	-0,20694	-0,33062	1	-0,02537	-0,27165	-0,26982	-0,37515	-0,53902	-0,45292
0,95439	0,94697	0,94788	0,96339	0,97125	0,99118	0,97126	0,98111	0,94859	-0,02537	1	0,96648	0,81871	0,92054	0,84565	0,89118
0,99222	0,99725	0,99745	0,99827	0,99722	0,98579	0,99191	0,99751	0,99779	-0,27165	0,96648	1	0,88661	0,96795	0,94078	0,96243
0,93038	0,90544	0,90096	0,86124	0,85309	0,82996	0,88645	0,88226	0,88557	-0,26982	0,81871	0,88661	1	0,76821	0,77486	0,78725
0,93896	0,96125	0,9631	0,98066	0,97938	0,9619	0,95934	0,95858	0,97264	-0,37515	0,92054	0,96795	0,76821	1	0,98128	0,99522
0,91467	0,94707	0,94883	0,95403	0,9463	0,90494	0,92019	0,91858	0,95751	-0,53902	0,84565	0,94078	0,77486	0,98128	1	0,9947
0,93693	0,9623	0,96405	0,97451	0,97017	0,9412	0,9495	0,94709	0,97264	-0,45292	0,89118	0,96243	0,78725	0,99522	0,9947	1

B) Mapas preliminares utilizados no estudo.









CAPÍTULO 4 – Artigo 3

Este artigo foi submetido à revista Boletim Geográfico do Rio Grande do Sul, em 31 de agosto de 2023, e encontra-se em avaliação, conforme relatório de submissão da Figura 32.



Capa

Sobre

Página do usuário

Pesquisa

Atual

Anteriores

Estatísticas

Orientações para publicação

CAPA > USUÁRIO > AUTOR > SUBMISSÕES ATIVAS

Submissões Ativas

Ativo

Arquivo

ID	MM-DD ENVIADO	SEÇÃO	AUTORES	TÍTULO	SITUAÇÃO
4546	08-31	ART	Duarte, Bernardy, Leandro, Quadro,...	AS CONCENTRAÇÕES DE OZÔNIO E A PREVALÊNCIA DA COVID-19 NO...	EM AVALIAÇÃO

1 a 1 de 1 itens

Figura 32 – Extrato de submissão de artigo fornecido pelo periódico.

As concentrações de ozônio e a prevalência de casos e hospitalizações da COVID-19 no Rio Grande do Sul durante as medidas restritivas

RESUMO

A poluição do ar se tornou um tema recorrente em pesquisas e estudos relacionados à saúde pública. O aumento das concentrações de poluentes do ar, como gases, materiais particulados, óxidos de nitrogênio e compostos orgânicos voláteis, têm sido associados a diversas doenças. Dentre os gases poluentes, o ozônio encontrado na troposfera, em altas concentrações, pode ser nocivo aos seres vivos e ao meio ambiente, contribuindo para o agravamento de doenças respiratórias e cardiovasculares nos seres humanos. O ozônio é um gás de formação complexa, que depende de múltiplos fatores para a sua formação e consumo. Diversos estudos têm abordado o aumento das concentrações de ozônio na atmosfera, inclusive durante a pandemia de COVID-19, onde medidas restritivas foram impostas a fim de diminuir a circulação da população, na tentativa de frear a contaminação pelo novo vírus. Este artigo buscou realizar uma análise espacial e comparativa acerca das concentrações de ozônio em relação à prevalência e hospitalizações por COVID-19 durante as medidas restritivas no ano de 2020. A análise foi realizada através de dados secundários dos municípios de Caxias do Sul e Porto Alegre, que pertencem ao eixo com maior nível de industrialização e possuem a maior densidade populacional do Estado. Foi possível verificar que o aumento e o declínio dos casos e hospitalizações por COVID-19 nos dois municípios se comportaram de maneira semelhante, assim como a variação nas concentrações do gás ozônio no período analisado. Embora o comportamento da prevalência de COVID-19 e das concentrações do gás tenham sido parecidas nos dois municípios, se comportaram de forma descolada entre as variáveis, necessitando de estudos mais detalhados e aprofundados.

Palavras-chave: Pandemia. Hospitalizações. Doenças cardiorrespiratórias. Poluição atmosférica. Troposfera.

Ozone concentrations and the prevalence of COVID-19 cases and hospitalizations in Rio Grande do Sul during restrictive measures

ABSTRACT

Air pollution has become a recurring theme in research and studies related to public health. Increased concentrations of air pollutants, such as gases, particulate matter, nitrogen oxides and volatile organic compounds, have been associated with several diseases. Among the polluting gases, ozone found in the troposphere, in high concentrations, can be harmful to living beings and the environment, contributing to the worsening of respiratory and cardiovascular diseases in human beings. Ozone is a gas of complex formation, which depends on multiple factors for its formation and consumption. Several studies have addressed the increase in ozone concentrations in the atmosphere, including during the COVID-19 pandemic, where restrictive measures were imposed to reduce population circulation, to curb contamination by the new virus. This article sought to carry out a spatial and comparative analysis of ozone concentrations in relation to the prevalence of COVID-19 during restrictive measures in the year 2020. The analysis was carried out using secondary data from the municipalities of Caxias do Sul and Porto Alegre, which belong to the axis with the highest level of industrialization and have the highest population density in the state. It was possible to verify that the increase and decline of cases and hospitalizations due to COVID-19 in the two municipalities behaved similarly, as well as the variation in ozone gas concentrations in the analyzed period. Although the behavior of the prevalence of COVID-19 and gas concentrations were similar in the two municipalities, they behaved in a detached way between the variables, requiring more detailed and in-depth studies.

Keywords: Pandemic. Hospitalizations. Cardiorespiratory diseases Atmospheric pollution. Troposphere.

4.1 Introdução

A poluição do ar se tornou tema recorrente em pesquisas e estudos relacionados à saúde pública (BERNARDY *et al.*, 2022), tendo diversas doenças associadas ao aumento das concentrações de poluentes atmosféricos (MOTA, 2021). Esse aumento está ligado à presença de elementos considerados poluentes do ar, como, por exemplo, gases, materiais particulados (MP), óxidos de nitrogênio (NO_x) e compostos orgânicos voláteis (COV). Estes poluentes atuam de forma direta na saúde dos seres vivos e no meio ambiente (HAGENBJÖRK *et al.*, 2017; MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2021).

O gás ozônio (O₃) presente na estratosfera, onde é conhecido em geral pela camada de ozônio ou ozonoesfera, possui fundamental importância para a proteção da vida no planeta Terra, pois essa camada inibe a entrada de radiação solar em suas camadas mais próximas, especialmente os raios ultravioletas (UV). Entretanto, existe também o O₃ presente na troposfera, onde possui efeito maléfico se encontrado em altas concentrações, podendo ser tóxicos à saúde dos seres vivos (FROTA; VASCONCELOS, 2019).

De acordo com Frota e Vasconcelos (2019), o O₃ encontrado na troposfera é altamente oxidativo, podendo danificar materiais emborrachados e obras de arte, e pode ser considerado um poluente. Além disso, pode ser fitotóxico, causando danos às plantas e as deixando suscetíveis ao ataque de pragas (KONDO *et al.*, 2015). Outrossim, é que esse poluente reage com outros poluidores, causando irritações na pele, olhos e vias respiratórias nos seres humanos (LIMA *et al.*, 2021).

Em relação à COVID-19, no dia 31 de dezembro de 2019, a China informou à Organização Mundial da Saúde (OMS) sobre a ocorrência de casos de um tipo incomum de pneumonia em Wuhan, capital da província de Hubei, a qual possui 11 milhões de habitantes (DANTAS *et al.*, 2020). Casos dessa nova enfermidade se espalharam globalmente. O primeiro caso dessa pneumonia fora da China foi detectado nos Estados Unidos da América (EUA) em 20 de janeiro de 2020. Os primeiros casos na Europa foram identificados no dia 24 de janeiro de 2020. No Brasil, a ocorrência do primeiro caso foi identificada em 26 de fevereiro de 2020, no estado de São Paulo, e em 27 de fevereiro do mesmo ano no estado do Rio Grande do Sul (BRASIL, 2022; RIO GRANDE DO SUL, 2021; UNASUS, 2020).

Em 7 de janeiro de 2020, a OMS identificou que essa doença era provocada por um novo tipo de coronavírus (WHO, 2020). O vírus foi identificado como SARS-CoV-2 e a doença como *coronavirus disease 2019*, popularmente chamada de COVID-19 (OPAS, 2020). Em 11 de março de 2020, a OMS declarou estado de pandemia, pela rápida disseminação entre os continentes (UNASUS, 2020a).

Ao ponto que os casos aumentaram, os governos de diferentes países começaram a adotar medidas de restrições para a circulação da população, na tentativa de frear o avanço das contaminações pela COVID-19. As medidas contaram com a suspensão de atividades comerciais e industriais, diminuição da lotação de transportes públicos, suspensão das aulas escolares presenciais, entre outras atividades suspensas (SILICIANO *et al.*, 2020).

Durante a pandemia de COVID-19, com a diminuição da circulação de automóveis e do funcionamento de diversas atividades, jornais e demais meios de comunicação relataram uma melhora na qualidade do ar, devido à diminuição da concentração de material particulado, carbono e outros gases no ar. De acordo com Sicard *et al.* (2020), os níveis de dióxido de nitrogênio (NO₂) chegaram a reduzir em 60% em alguns países em relação a 2019. Além disso, as taxas de PM_{2,5}, onde o diâmetro da partícula é inferior a 2,5 micrômetros, também decresceu 60% em Nova Deli, capital da Índia, no mesmo período.

Entretanto, ao mesmo tempo em que houve a diminuição no fluxo de diversas atividades e os níveis de NO₂, PM e carbono (C) diminuíram, foi observado um aumento de O₃ (KERIMRAY *et al.*, 2020; TOBÍAS *et al.*, 2020; SICARD *et al.*, 2020a; VENTER *et al.*, 2020). Em razão da química complexa existente na atmosfera, e ao que já foi exposto acima, ainda existem muitas questões em aberto sobre a formação de poluição do ar durante essas medidas restritivas em função da pandemia de COVID-19. Para Karl *et al.* (2017), essas observações acerca da formação de O₃ em relação às reduções de emissões de outros poluentes podem fornecer uma visão sobre a eficácia das políticas restritivas.

Em razão de que algumas doenças respiratórias e cardiovasculares podem estar associadas com o aumento nas concentrações de O₃, bem como a COVID-19 sendo uma doença respiratória e seus casos agravados poderem levar a um comprometimento das funções cardiorrespiratórias dos indivíduos acometidos por ela (OPAS, 2020a), julga-se importante a análise de diferentes cenários relacionados aos

temas pandemia e qualidade do ar. Desta forma, o objetivo deste estudo foi analisar a prevalência de COVID-19, em termos de número de casos e hospitalizações, e a concentração de O_3 durante o primeiro ano da pandemia nos municípios de Caxias do Sul e Porto Alegre durante o período de medidas restritivas.

4.2 Revisão bibliográfica

4.2.1 Ozônio: produção e consumo

Os poluentes mais encontrados nos centros urbanos são os materiais particulados do tipo $PM_{2,5}$ e PM_{10} , dióxido de NO_2 e O_3 (troposférico), sendo os poluentes que mais ameaçam a saúde pública por estarem associados a doenças respiratórias e cardiovasculares com mortalidade (WEINMAYR *et al.*, 2010; PASCAL *et al.*, 2013; STAFOGGIA *et al.*, 2013; COHEN *et al.*, 2017; NUVOLONE *et al.*, 2018). Somente em 2015, França, Itália e Espanha associaram 47.300 mortes às altas taxas de $PM_{2,5}$, 84.300 ao NO_2 e 38.600 ao O_3 (EEA, 2018). De acordo com Sicard *et al.* (2020a), em Roma, no ano de 2016, foram atribuídas 1.800 mortes ao O_3 .

O ozônio pode ser uma das espécies químicas mais complicadas da atmosfera, visto que é regionalmente sensível e sua concentração pode depender de vários fatores, simultaneamente, como: disponibilidade de NO_x , configuração rural/urbana da área, disponibilidade de COVs e condições meteorológicas (MENUT, 2020; SILLMAN *et al.*, 2003; SEINFELD *et al.*, 2006). O O_3 possui átomos essenciais para sua formação, como o C e o N, presentes em gases na atmosfera (ROCHA *et al.*, 2009). O nitrogênio se junta ao oxigênio para formar o NO_2 ($NO_x + O_2$), já o carbono se combina com o oxigênio para formar os chamados compostos orgânicos voláteis (COVs).

Os COVs são entendidos como sendo qualquer composto de carbono, exceto o CO (monóxido de carbono), CO_2 (dióxido de carbono), H_2CO_3 (ácido carbônico), $(NH_4)_2CO_3$ (carbonato de amônio) e carbetos metálicos ou carbonatos (ROCHA *et al.*, 2009; KONDO *et al.*, 2015). Os COVs e NO_x são os principais precursores do ozônio troposférico, pois a transformação dos COVs leva a formação de RO_2 (radical peróxido), $\cdot OH$ (hidroxila) e HO_2 (hidroperóxido), reagindo com o NO (monóxido de nitrogênio) para converter em NO_2 , assim as reações para dissociar o NO_2 levam ao surgimento de O_3 (ROCHA *et al.*, 2009).

De acordo com Bolsoni (2017), o ozônio formado na troposfera é explicado através da participação ou não dos COVs. Quando a concentração de COV é baixa no ambiente, sua formação inicia pela dissociação de NO₂, que a partir da luz solar, origina o NO e o oxigênio atômico (equação 1). O átomo de oxigênio reage com o O₂ presente na atmosfera, e consorciada com uma molécula inerte (M), por exemplo N₂, em função da absorção de energia, forma o O₃ (equação 2). O NO advindo da primeira equação reage com o O₃ formado na segunda, regenerando o NO₂ e O₂ (equação 3). Assim, o O₃ é consumido, não sendo acumulado (ASSIS, 2014; CASSIMIRO, 2015). Essa é uma realidade em que se considera a atmosfera em equilíbrio (BOLSONI, 2017).

Rota 1 – Mecanismo de fotólise do NO₂:



Por outro lado, segundo Bolsoni (2017), quando há presença de COV advinda de fontes biogênicas e/ou antrópicas, que em associação com a radiação solar (hν), podem reagir com os radicais de hidroxila (·OH), encontrados no ambiente, para originar o radical peróxido (·RO₂) (equação 4). Esse radical consegue oxidar o NO para NO₂ (equação 5), prejudicando o consumo de O₃, propiciando o seu acúmulo na atmosfera (CASSIMIRO, 2015; FERNANDES, 2015).

Rota 2 – Mecanismo de degradação dos COVs



A formação de O₃ troposférico também é bastante influenciada por condições climáticas e topográficas (NEVES, 2009), como o estudo de Zou *et al.* (2019), que analisa as emissões de O₃ durante o verão e o outono. Diversos estudos já foram realizados de modo a analisar casos específicos de grandes cidades ao redor do mundo (NETTO, 2017).

De acordo com Sicard *et al.* (2020a), estudos identificaram que nos centros urbanos da França, Coreia do Sul e Reino Unido as concentrações de O₃ na superfície são mais elevadas aos finais de semanas, quando comparado com o restante da semana, apesar de existirem menores emissões de NO_x e COVs. Outro estudo com desfecho semelhante foi realizado em quatro municípios do estado do Rio Grande do Sul, no Brasil, por Tavella *et al.* (2023).

4.2.2 Medidas restritivas pelo mundo

Com a rápida disseminação do novo vírus e a declaração do estado de pandemia pela OMS e com o intuito de conter a propagação do vírus e o contágio da população pela COVID-19, os governantes de países, estados e cidades se viram obrigados a adotar medidas de restrições quanto às atividades das localidades que estavam sob seus comandos. Por se tratar de uma doença até então desconhecida, as principais orientações recomendavam evitar aglomerações e promover o distanciamento social, manter uma boa higiene (principalmente das mãos) e evitar ao máximo o contato próximo com pessoas, principalmente em locais fechados (BRASIL, 2021).

Medidas de restrições como o fechamento completo de estabelecimentos, suspensão de atividades industriais e serviços, cancelamento de voos, proibição de circulação das pessoas nas ruas, entre outras medidas restritivas foram adotadas. Wuhan, epicentro da doença, adotou medidas restritivas severas, decretando lockdown semanas após o surgimento de novos casos (SICARD, 2020) e, posteriormente, em todas as províncias da China (CHEN *et al.*, 2020). No Cazaquistão, a cidade de Almaty introduziu uma quarentena em escala de cidade, poucos dias depois de ser declarado estado de emergência, em março de 2020 (KERIMRAY *et al.*, 2020).

Ainda nesse contexto, a Índia decretou um bloqueio total, de três semanas, de atividades fora de casa. Cingapura fechou escolas e comércios não essenciais de abril a junho de 2020. A Tailândia decretou um toque de recolher no período da noite até o amanhecer no mês de abril do mesmo ano. Na Europa, a Itália impôs um bloqueio ao nível nacional no início da pandemia. A Espanha, da mesma forma, decretou quarentena nacional. Outros diversos países, em diferentes continentes, como a França, Alemanha, Rússia, Emirados Árabes, Argentina, Colômbia, Marrocos,

Quênia, também decretaram medidas de restrições similares, a fim de frear a disseminação da COVID-19 (KOH, 2020).

4.2.3 Procedimentos metodológicos

Trata-se de uma análise espacial e comparativa realizada através do Sistema de Informações Geográficas (SIG), a partir de dados secundários obtidos em bases de acesso público. As unidades de análise foram os municípios de Caxias do Sul e Porto Alegre, localizados no estado do Rio Grande do Sul, Brasil (Figura 33). Os dados são referentes à prevalência de casos e hospitalizações por COVID-19, e à concentração de ozônio troposférico. O estudo se deteve em realizar uma análise descritiva dos cenários elucidados nos mapas, acerca dos períodos em que foram impostas medidas restritivas de circulação e funcionamento de estabelecimentos através de decretos dos respectivos municípios. A análise e descrição se limitaram apenas no aumento ou declínio da prevalência e hospitalizações por COVID-19 e das concentrações do poluente, não levando em conta os valores absolutos. O período de análise corresponde aos meses de abril, maio, junho, julho, agosto e setembro de 2020.

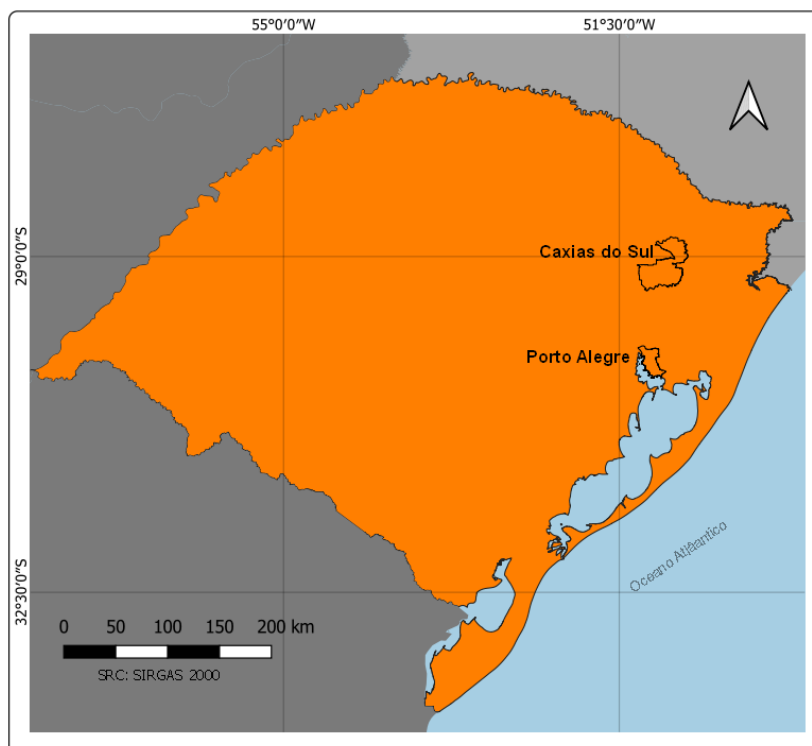


Figura 33 - Localização dos municípios de Caxias do Sul e Porto Alegre no Rio Grande do Sul.
Fonte: Autora, 2022.

Os municípios deste estudo correspondem às duas cidades com maior densidade populacional do estado do Rio Grande do Sul. Além disso, pertencem ao eixo com maior nível de industrialização do estado, de acordo com o levantamento do governo gaúcho publicado no Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul (RIO GRANDE DO SUL, 2021a). Os dados utilizados nesta pesquisa são de livre acesso, assim como o software utilizado para a elaboração dos mapas utilizados nas análises.

Os dados de prevalência e hospitalizações por COVID-19 foram obtidos através do Painel Coronavírus RS, da Secretaria Estadual de Saúde (SES-RS)¹², através de dados agregados, em formato .csv e, posteriormente, convertidos em .xlsx para serem tratados no editor de planilhas Microsoft Excel.

Do arquivo obtido da SES-RS, foram utilizados os seguintes dados: município, data dos sintomas e hospitalização referente ao ano de 2020 e aos municípios de Caxias do Sul e Porto Alegre somente. O código dos municípios foi obtido através do sistema Cidades@, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)¹³.

Os dados referentes à concentração de ozônio nos municípios abordados foram obtidos na plataforma GIOVANNI-NASA¹⁴, para os meses de abril a setembro de 2020, de acordo com a data de publicação dos decretos municipais para restrição das atividades. Com as variáveis selecionadas para a região de estudo, os arquivos foram salvos em formato geoTIFF para posterior aplicação no software QGIS.

O órgão responsável pelo monitoramento dos parâmetros da qualidade do ar no Rio Grande do Sul é a Fundação de Apoio ao Meio Ambiente Luís Roessler, a FEPAM. No entanto, não existem estações de monitoramento dos poluentes do ar em nenhuma das duas cidades deste estudo. Desta forma, não serão confrontados dados de forma direta com os dados obtidos pela plataforma GIOVANNI.

A plataforma da NASA tem fácil usabilidade, pois é simples e dispõe de vários recursos de sensores para as mais diversas observações dos constituintes do ar (BERNARDY *et al.*, 2022; SILVA JÚNIOR *et al.*, 2022). Segundo Bernardy *et al.*, (2022), o serviço não é cobrado pela instituição, fornecendo recursos para cientistas da área a fim de explorar e analisar a atmosfera terrestre.

¹²Disponível em: <https://ti.saude.rs.gov.br/covid19/>

¹³Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>

¹⁴Disponível em: <https://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni/>

Para mapear o O₃, foi utilizado o *Ozone Monitoring Instrument* - OMI, de construção holandesa-finlandesa, operado a bordo da espaçonave NASA EOS Aura desde julho de 2004 (LEVELT *et al.*, 2006). De acordo com Shikwambana, Mhangara e Mbatha (2020) e NASA (2022b), esse sensor consegue distinguir os tipos de aerossóis, como fumaça, poeira e sulfatos, fazendo a medição da pressão e cobertura de nuvem, para fornecer dados de modo a efetuar a derivação do ozônio troposférico. As medições de OMI, juntamente com outros instrumentos a bordo do satélite Aura, podem fornecer medição direta da taxa de mistura de ozônio em coluna vertical, na camada de transição tropical (TTL – *Tropical Transition Layer*) ou tropopausa, que é a zona de transição entre a troposfera e a estratosfera (BHARTIA *et al.*, 2006; GONÇALVES, 2013).

De acordo com a equipe que desenvolveu o equipamento, este emprega imagens hiperespectrais em modo varredura, efetuando a observação da radiação solar de retrodifusão na faixa do visível e do ultravioleta. Isso melhora a exatidão das quantidades totais de ozônio, além de fazer a autocalibração radiométrica e comprimento de onda ao longo do tempo (NASA, 2022b).

Ainda segundo o projeto Aura, o OMI realiza as medições em resolução próxima à escala urbana, possibilitando assim a varredura de poluição advinda de indústrias e queima de biomassa (NASA, 2022b). Outrossim, um estudo realizado por Hu *et al.* (2020), comparou outros mecanismos de medição de ozônio troposférico, como sondas de ozônio com Célula de Concentração Eletroquímica (ECC), demonstrando bom índice de correlação.

A unidade de medida das concentrações de O₃ obtidas pela plataforma é dada em Unidades de Dobson (DU), usada para medir a espessura da camada de ozônio, como se concentrasse todo o gás em uma única camada (NASA, s/d). A OMS estabelece os parâmetros de Ozônio em volume, dado em microgramas por metro cúbico (µg/m³), sendo 100 µg/m³ o limite considerado aceitável em um período de 8 horas (OPAS, 2021). Segundo o portal NASA *Ozone Watch*, “uma coluna de ar com uma concentração de ozônio de 1 Unidade Dobson (DU) conteria cerca de $2,69 \times 10^{16}$ moléculas de ozônio para cada centímetro quadrado de área na base da coluna”.

Vale ressaltar que os dados obtidos na plataforma não foram convertidos, por se tratar de unidades utilizadas para parâmetros diferentes. Desta forma, foi realizada uma análise a partir das concentrações de O₃ em DU, avaliando se houve aumento

ou declínio nas concentrações, de acordo com os valores de espessura do gás obtidos na plataforma GIOVANNI-NASA e não em seu volume.

Para a geração dos mapas, foi utilizado o software QGIS, versão 3.22. Este possui livre acesso e é utilizado para visualizar, editar e analisar dados georreferenciados. Foi empregado o Sistema de Referência de Coordenadas oficial do Brasil, o SIRGAS 2000. Foi utilizado o método de intervalos iguais para a distribuição das classes de casos e hospitalizações por COVID-19 e para as concentrações de ozônio. Os números de classes e as escalas de cores utilizadas foram escolhidos de forma que melhor representassem numérica e esteticamente as variações dos dados e períodos analisados.

4.3 Resultados e discussão

O município de Caxias do Sul, na serra gaúcha, dispôs sobre a suspensão de todas as atividades industriais e estabelecimentos comerciais, além das praticadas ao ar livre, através do Decreto nº 20.855, de 02 de abril de 2020 (CAXIAS DO SUL, 2020). Estabelecimentos como restaurantes, serviços de saúde, saneamento e transporte público, considerados essenciais, puderam seguir em funcionamento com algumas medidas de segurança, como higienização constante dos espaços, uso de equipamentos de proteção individual (EPIs) e distanciamento entre funcionários e clientes. Essas atividades puderam retornar ao funcionamento gradual a partir de 17 de abril. Atividades industriais e de serviços ocorreram a partir do dia 20 de abril. Os estabelecimentos de promoção da saúde, como academias e centros de treinamento, voltaram a funcionar a partir do dia 22 de abril. Os clubes sociais, a partir do dia 7 de maio.

Já na capital, Porto Alegre, os serviços não considerados essenciais tiveram de interromper suas atividades pela primeira vez no dia 31 de março, a partir do Decreto nº 20.534 (PORTO ALEGRE, 2020). Somente poderiam funcionar atividades vinculadas à saúde, transportes, segurança e telecomunicações. O retorno gradual em Porto Alegre se deu a partir do Decreto nº 20.549 (PORTO ALEGRE 2020a), onde as atividades industriais e lojas do comércio em geral tiveram liberação de retorno. Com o número de casos e hospitalizações se elevando, Porto Alegre decretou um segundo bloqueio de atividades em junho do mesmo ano, a partir do Decreto nº 20.623

(PORTO ALEGRE, 2020b), voltando a afrouxar suas medidas em agosto do mesmo ano.

Durante o período de estudo, de abril a setembro de 2020, os municípios de Caxias do Sul e Porto Alegre tiveram seu maior registro para os casos por COVID-19 no mês de agosto, com 3316 e 10877 casos, respectivamente. As hospitalizações por COVID-19, tiveram seu maior registro no mês de agosto, para Caxias do Sul, e no mês de julho, para Porto Alegre; com 201 e 1139 hospitalizações, respectivamente. Já as máximas concentrações de ozônio registradas no período de estudo ocorreram em julho e setembro para Caxias do Sul (272,9 DU) e setembro para Porto Alegre (302,9 DU), conforme o gráfico da Figura 34. No mesmo gráfico, podem ser comparadas as concentrações de O_3 nos anos de 2018 e 2019.

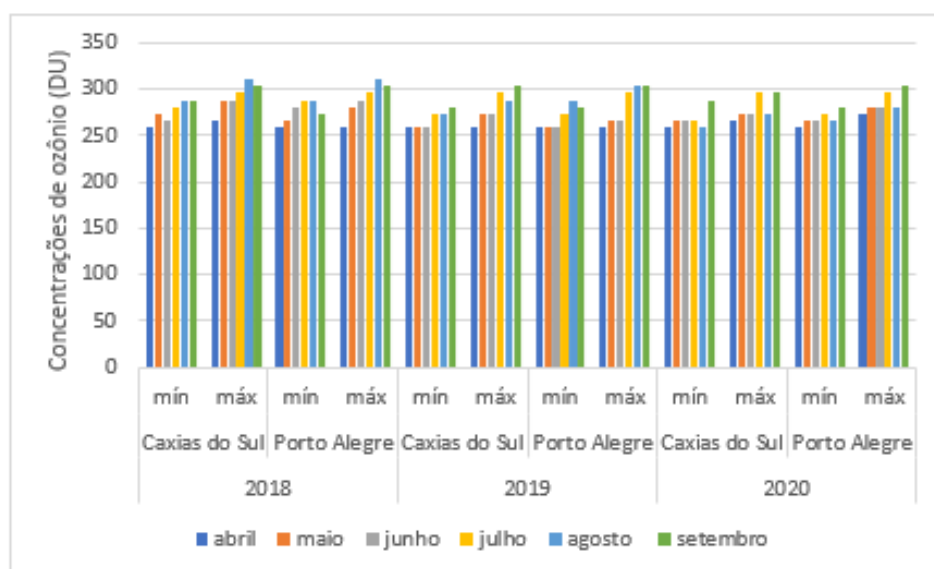


Figura 34 - Gráfico comparativo do período de estudo para os anos de 2018, 2019 e 2020.
Fonte: SES-RS (2021); NASA (2022).

Os casos de COVID-19 em Caxias do Sul, quintuplicaram de abril para maio, se mantendo elevado até agosto. Em setembro, o número de casos começou a declinar, indicando uma possível regressão da pandemia. A evolução dos casos em Porto Alegre se comportou de maneira semelhante, porém com números mais expressivos no mesmo período, visto que a capital gaúcha possui aproximadamente três vezes mais habitantes de Caxias do Sul.

No entanto, em relação às hospitalizações, ambas as cidades mantiveram uma crescente nos números até o mês de agosto, sofrendo leves reduções quando analisado o mês seguinte. Entretanto, a capital obteve novamente números mais elevados, com crescimento mais expressivo quando comparado com a cidade da serra.

Quanto ao O₃, pode-se perceber que nos dois municípios as concentrações do gás se comportaram da mesma forma durante o período analisado: de abril para maio houve um aumento nas concentrações de O₃; de maio para junho os níveis se mantiveram; de junho para julho houve um leve aumento; de julho para agosto houve um leve declínio nas concentrações; e de agosto para setembro houve um aumento considerável.

Por mais que o ozônio seja prejudicial aos seres vivos em altas concentrações e a COVID-19 possa ocasionar um agravamento de enfermidades respiratórias, o número de hospitalizações por COVID-19 aumentou de forma descolada do aumento das concentrações de ozônio. Por outro lado, as concentrações desse gás presumem ter relação com os períodos de bloqueios das atividades em Porto Alegre, visto que, em maio e setembro, os meses de afrouxamento das medidas restritivas impostas pelos decretos, os níveis de ozônio tiveram aumento.

Sendo assim, na Figura 35 é possível visualizar o mapa temático com a incidência de casos, hospitalizações e concentração de ozônio, organizado em formato comparativo para melhor análise.

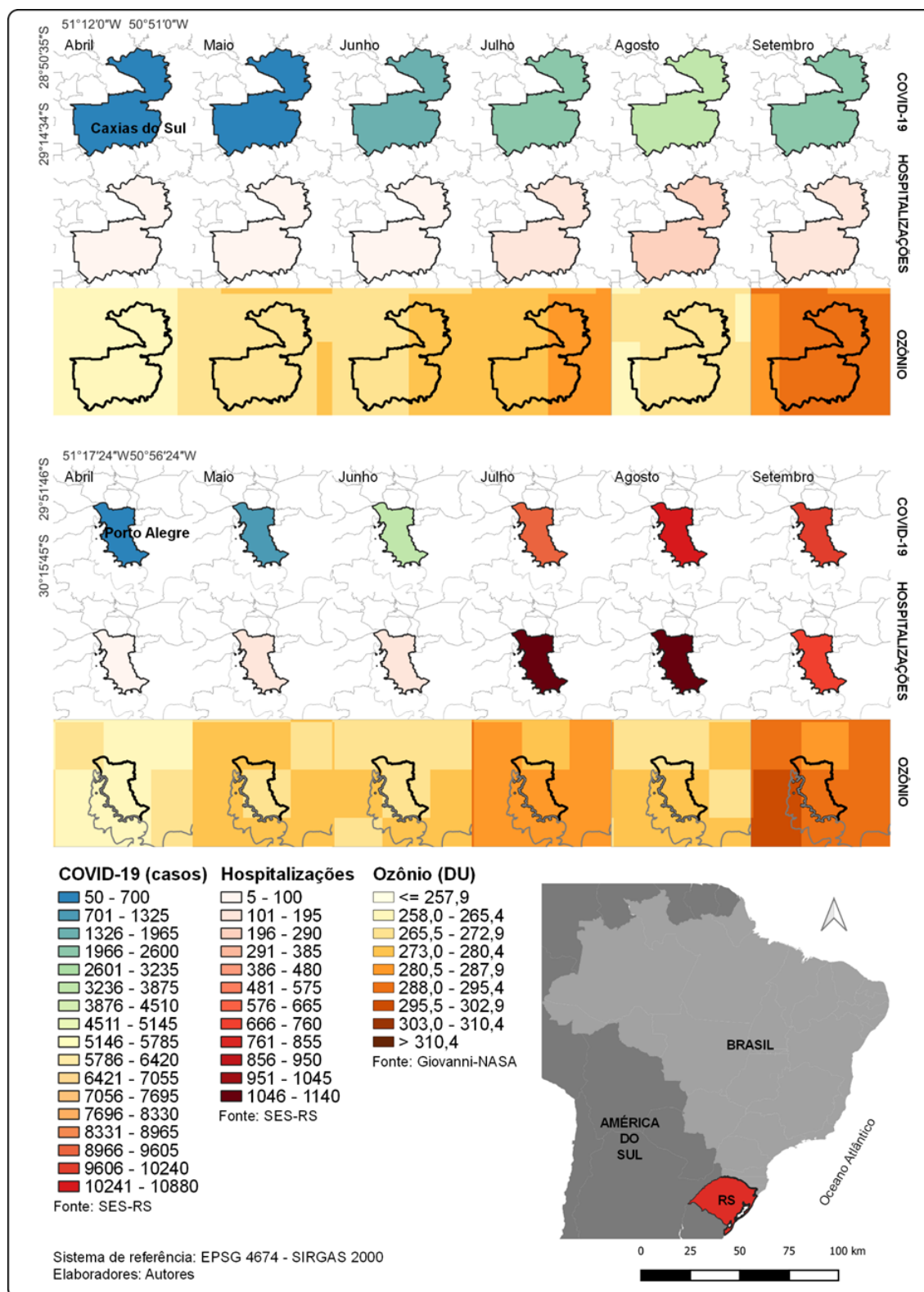


Figura 35 - Mapa temático comparativo de casos, hospitalizações e concentração de ozônio.
 Fonte: Autora, 2022.

Em Caxias do Sul, ao ponto que aumentava o número de casos e hospitalizações, a concentração de O₃ também apresentava elevação. Isso pode ser visto entre os meses de abril e julho. Contudo, quando analisado o mês de agosto na

cidade serrana, os níveis de ozônio sofreram reduções, enquanto o número de contaminações e hospitalizações continuou aumentando. Essa desproporção também foi verificada no mês de setembro, onde a concentração do gás aumentou consideravelmente, enquanto os casos e hospitalizações diminuíram.

Segundo Bernardy *et al.* (2022), diversas vezes o O₃ encontrado na troposfera é confundido com a camada que protege a população dos raios ultravioletas do sol. Porém, o gás tem um efeito contrário, visto que, o O₃ encontrado até 10 quilômetros de altura se comporta como um oxidante, causando danos aos seres vivos em geral (DANTAS *et al.*, 2019, 2020a). Esse gás encontrado no nível do solo é considerado o poluente mais nocivo para a saúde humana (sistema respiratório e cardiovascular) e para o meio ambiente (MILLS *et al.*, 2011; WHO, 2013; SICARD *et al.*, 2016a, 2016b; NUVOLONE *et al.*, 2018; SICARD *et al.*, 2019). Por isso é demandado diversos estudos de modo a avaliar sua concentração no ar e a relação com outras doenças.

Já em Porto Alegre, o aumento foi mais acentuado, para as três avaliações, onde novamente o mês de setembro apresentou os maiores valores. Essa elevação nos números pode ser explicada pela maior densidade populacional verificada na capital gaúcha. Porém, municípios menores, como por exemplo Nova Araçá e Santa Cecília do Sul, apresentaram altas taxas de contaminados e hospitalizados, de acordo com o Painel Coronavírus RS (SES-RS).

As concentrações de O₃ em tempos ditos “normais”, ou seja, sem restrições de movimentações por parte das pessoas, são fortemente relacionadas com poluentes gerados pelo tráfego de automóveis (FROTA E VASCONCELOS, 2019). Kerimray *et al.* (2020), constataram um aumento de 15% nas concentrações de O₃ em Almaty, no Cazaquistão, durante o lockdown realizado na cidade, apesar do tráfego de automóveis ter sido severamente restringido. Esse aumento foi atribuído aos níveis mais altos de atividade solar durante os dias de bloqueio das atividades (19 de março a 14 de abril de 2020). Porém, usinas de calor e energia a carvão mantiveram suas atividades contínuas.

Sicard *et al.* (2020) identificaram um aumento nas concentrações de O₃ nos centros urbanos de sete países (Canadá, França, Itália, Coreia do Sul, Japão, Espanha e Reino Unido) aos finais de semanas, quando comparado com o restante da semana, apesar de existirem menores emissões de NO_x e COVs.

Segundo trabalho realizado por Menut *et al.* (2020) a partir do estudo sobre os impactos das medidas de confinamento na qualidade do ar em função da COVID-19 em países da Europa Ocidental, as concentrações de O₃ tiveram um aumento (menos significativo) no período analisado (março de 2020), enquanto os demais poluentes tiveram um declínio em seus níveis de concentração.

Da mesma forma, Gualtieri *et al.* (2020) constataram um aumento (ou sem alterações) de O₃ ou nas seis das oito cidades mais populosas da Itália (Milão, Bolonha, Florença, Roma, Nápoles e Palermo), justamente pela diminuição do tráfego de veículos e a diminuição nas emissões dos gases poluentes produzidos pelos automóveis, que atuam no processo de consumo do O₃.

Contudo, novamente se verifica uma quebra na proporcionalidade de crescimento já visto em Caxias do Sul. Na capital, o mês de agosto manteve o aumento de incidência de COVID-19, enquanto o ozônio sofre redução. Por outro lado, em setembro, a contaminação por *sars-cov-2* diminuiu e os níveis de ozônio voltaram a subir.

4.4 Considerações finais

Em Caxias do Sul e Porto Alegre, o aumento e o declínio na prevalência de COVID-19 se comportou de maneira parecida. Da mesma forma que as variações nas concentrações de ozônio para o período de estudo nos dois municípios. Embora não tenha sido possível converter os valores das concentrações de O₃, podemos averiguar através do Relatório do Monitoramento da Qualidade do Ar no Rio Grande do Sul 2020, publicado em 2021 pela Fundação de Apoio ao Meio Ambiente - FEPAM-RS (FEPAM, 2021), que as concentrações do ozônio estiveram dentro do índice considerado bom nos parâmetros do Índice de Qualidade do Ar (IQAr) do estado gaúcho, a partir das diretrizes do CONAMA (Resolução 491/2018). Apesar das concentrações estarem dentro dos parâmetros, nenhuma das estações de monitoramento está implementada em Caxias do Sul ou Porto Alegre.

Salienta-se que o estudo foi realizado baseando-se em dados secundários, podendo haver divergência nos resultados obtidos. O aumento na prevalência de COVID-19 e nas concentrações de ozônio ocorreram no mesmo período, porém não se pode afirmar neste estudo que há relação direta sem pesquisas mais aprofundadas. Destaca-se também, a importância da implementação de mais

unidades de monitoramento dos parâmetros da qualidade do ar no estado, de modo que se tenha uma análise mais ampla em termos de território devido a diversidade de condições no ambiente.

Considerando o ozônio um gás de formação complexa e dependente de vários fatores simultâneos, pode existir variáveis que estejam correlacionadas a sua variação no período pandêmico, como: a idade da frota e o fluxo de veículos nos municípios em questão e no estado do RS, as características climáticas no período da análise (ventos, radiação solar, chuvas), a interação do gás com outros poluentes; além da realização de análises estatísticas.

Referências

- ASSIS, P. I. L. S. de. **Fluxo estomático de ozônio e sintomas foliares visíveis em *Psidium guajava* L. 'Paluma'**. 2014. 111 p. Dissertação (Mestrado) - Curso de Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente, Instituto de Botânica de São Paulo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.
- BHARTIA, P. K.; LEVELT, P. F.; TAMMINEN, J.; TORRES, O. Recent results from the Ozone Monitoring Instrument (OMI) on EOS Aura. **Spie Proceedings**, p. 1-12, 1 dez. 2006. SPIE. <http://dx.doi.org/10.1117/12.706521>.
- BERNARDY, R.; DADALT, T. A.; PISKE, A. D.; GADOTTI, G. I.; LEANDRO, D.; BILHALVA, L.; GATTO, D. A.; NADAL, A. Avaliação das consequências da pandemia de covid-19 na qualidade do ar no Rio Grande do Sul com uso da plataforma Giovanni-NASA. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, [s. l.], v. 13, n. 8, p. 1-20, 2022.
- BOLSONI, V. P. **Compostos orgânicos voláteis (COV) emitidos por espécies vegetais da Mata Atlântica sob alto ozônio**. 2017. 76 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente, Área de Concentração de Plantas Vasculares em Análises Ambientais, Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo, 2017.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Coronavírus – Como é transmitido?** Ministério da Saúde: 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/coronavirus/como-e-transmitido>. Acesso em: 02 dez. 2022.
- BRASIL. Coronavírus Brasil. **Covid-19 Painel Coronavírus**. DATASUS, 2022. Disponível em: <https://covid.saude.gov.br/>. Acesso em: 06 nov. 2022.
- CASSIMIRO, J. C. **Avaliação de índice de proteção à vegetação baseado na dose fitotóxica de ozônio**. 2015. 70 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente, Instituto de Botânica de São Paulo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.
- CAXIAS DO SUL. **Decreto nº 20.855, de 02 de abril de 2020**. Município de Caxias do Sul: 2020.
- CHEN, K.; WANG, M.; HUANG, C.; KINNEY, P. L.; ANASTAS, P. T. Air pollution reduction and mortality benefit during the COVID-19 outbreak in China. **The Lancet Planetary Health**, v. 4, n. 6, p. 210-212, jun. 2020. Elsevier BV. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/s2542-5196\(20\)30107-8](http://dx.doi.org/10.1016/s2542-5196(20)30107-8).
- COHEN, A. J.; BRAUER, M.; BURNETT, R.; ANDERSON, H. R.; FROSTAD, J.; ESTEP, K.; BALAKRISHNAN, K.; BRUNEKREEF, B.; DANDONA, L.; DANDONA, R. Estimates and 25-year trends of the global burden of disease attributable to ambient air pollution: an analysis of data from the global burden of diseases study 2015. **The Lancet**, v. 389, n. 10082, p. 1907-1918, maio 2017. Elsevier BV. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/s0140-6736\(17\)30505-6](http://dx.doi.org/10.1016/s0140-6736(17)30505-6).

DANTAS, G.; SICILIANO, B.; FREITAS, L.; SEIXAS, E. G. de; SILVA, C. M. da; ARBILLA, G. Why did ozone levels remain high in Rio de Janeiro during the Brazilian truck driver strike? **Atmospheric Pollution Research**, v. 10, n. 6, p. 2018-2029, nov. 2019. Elsevier BV. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apr.2019.09.010>.

DANTAS, G.; SICILIANO, B.; FRANÇA, B. B.; SILVA, C. M. da; ARBILLA, G. The impact of COVID-19 partial lockdown on the air quality of the city of Rio de Janeiro, Brazil. **Science Of the Total Environment**, v. 729, p. 139085, ago. 2020. Elsevier BV. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139085>.

DANTAS, G.; SICILIANO, B.; SILVA, C. M. da; ARBILLA, G. A reactivity analysis of volatile organic compounds in a Rio de Janeiro urban area impacted by vehicular and industrial emissions. **Atmospheric Pollution Research**, v. 11, n. 5, p. 1018-1027, maio 2020a. Elsevier BV. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apr.2020.02.017>.

EEA; (ETC/ACM)., European Topic Centre on Air Pollution and Climate Change Mitigation. Air quality in Europe: 2018 report. **Eea Report**, p. 1-88, 2018. Publications Office. DOI: <http://dx.doi.org/10.2800/777411>.

FERNANDES, F. F. **Marcadores microscópicos para a validação de sintomas em espécie nativa a ser empregada no biomonitoramento de ozônio**. 2015. 91 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Biodiversidade Ambiental e Meio Ambiente, Instituto de Botânica de São Paulo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

FROTA, E. B.; VASCONCELOS, N. M. S. **QUÍMICA AMBIENTAL**. 2. ed. Fortaleza: EdUECE, 2019.

GUALTIERI, G.; BRILLI, L.; CAROTENUTO, F.; VAGNOLI, C.; ZALDEI, A.; GIOLI, B. Quantifying road traffic impact on air quality in urban areas: a covid19-induced lockdown analysis in Italy. **Environmental Pollution**, v. 267, p. 115682, dez. 2020. Elsevier BV. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envpol.2020.115682>.

GONÇALVES, F. M. A. **Avaliação do ozono troposférico em Portugal – Análise integradora**. 2013. 90 f. Dissertação (Mestrado) – Engenharia do Ambiente. Departamento de Ambiente e Ordenamento. Aveiro, 2013.

HAGENBJÖRK, A.; MALMQVIST, E.; MATTISSON, K.; SOMMAR, N. J.; MODIG, L. The spatial variation of O₃, NO, NO₂ and NO_x and the relation between them in two Swedish cities. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 189, n. 4, p. 1-12, 13 mar. 2017. Springer Science and Business Media LLC. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s10661-017-5872-z>.

HU, Y.; YAN, H.; ZHANG, X.; GAO, Y.; ZHENG, X.; LIU, X. Study on calculation and validation of tropospheric ozone by ozone monitoring instrument – microwave limb sounder over China. **International Journal of Remote Sensing**, v. 41, n. 23, p. 9101-9120, 1 out. 2020. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/01431161.2020.1800124>.

KARL, T.; GRAUS, M.; STRIEDNIG, M.; LAMPRECHT, C.; HAMMERLE, A.; WOHLFAHRT, G.; HELD, A.; HEYDEN, L. von Der; DEVENTER, M. J.; KRISMER,

A. Urban eddy covariance measurements reveal significant missing NO_x emissions in Central Europe. **Scientific Reports**, v. 7, n. 1, p. 1-9, 30 maio 2017. Springer Science and Business Media LLC. DOI: <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-017-02699-9>.

KERIMRAY, A.; BAIMATOVA, N.; IBRAGIMOVA, O. P.; BUKENOV, B.; KENESSOV, B.; PLOTITSYN, P.; KARACA, F. Assessing air quality changes in large cities during COVID-19 lockdowns: the impacts of traffic-free urban conditions in Almaty, Kazakhstan. **Science Of the Total Environment**, v. 730, p. 139179, ago. 2020. Elsevier BV. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139179>.

KOH, D. COVID-19 lockdowns throughout the world. **Occupational Medicine**, v. 70, n. 5, p. 322-322, 2 maio 2020. Oxford University Press (OUP). DOI: <http://dx.doi.org/10.1093/occmed/kqaa073>.

KONDO, M. M.; BARBOSA, A. F.; BARBOSA, V. M. P.; SILVA, M. R. A. da; ANDRADE, S. J. de. EFEITO FITOTÓXICO DO OZÔNIO NA TROPOSFERA: experimento em sala de aula. **Ciência e Natura**, v. 37, n. 1, p. 163-169, 20 jan. 2015. Universidade Federal de Santa Maria. DOI: <http://dx.doi.org/10.5902/2179460x14817>.

LEVELT, P.F.; HILSENATH, E.; LEPPELMEIER, G.W.; OORD, G.H.J. v. D.; BHARTIA, P.K.; TAMMINEN, J.; HAAN, J.F. de; VEEFKIND, J.P. Science objectives of the ozone monitoring instrument. **Ieee Transactions on Geoscience and Remote Sensing**, v. 44, n. 5, p. 1199-1208, maio 2006. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). DOI: <http://dx.doi.org/10.1109/tgrs.2006.872336>.

LIMA, M.; FELIX, E.; CARDOSO, A. APLICAÇÕES E IMPLICAÇÕES DO OZÔNIO NA INDÚSTRIA, AMBIENTE E SAÚDE. **Química Nova**, p. 1-8, 2021. Sociedade Brasileira de Química (SBQ). DOI: <http://dx.doi.org/10.21577/0100-4042.20170759>.

MENUT, L.; BESSAGNET, B.; SIOUR, G.; MAILLER, S.; PENNEL, R.; CHOLAKIAN, A. Impact of lockdown measures to combat Covid-19 on air quality over western Europe. **Science Of the Total Environment**, v. 741, p. 140426, nov. 2020. Elsevier BV. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140426>.

MILLS, G.; HAYES, F.; SIMPSON, D.; EMBERSON, L.; NORRIS, D.; HARMENS, H.; BÜKER, Patrick. Evidence of widespread effects of ozone on crops and (semi-)natural vegetation in Europe (1990-2006) in relation to AOT40- and flux-based risk maps. **Global Change Biology**, v. 17, n. 1, p. 592-613, 1 dez. 2010. Wiley. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2486.2010.02217.x>.

MOTA, M. V. **Correlação da qualidade do ar com a pandemia do covid-19**. 2021. 68 p. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Ambiental, Departamento de Engenharia Ambiental - Deamb, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2021.

NASA. **Ozone Monitoring Instrument (OMI)**. Projeto Aura, 2022 Disponível em: <https://aura.gsfc.nasa.gov/omi.html>. Acesso em: 06 maio 2022.

NASA. **NASA Ozone Watch** - Images, data, and information for atmospheric ozone. s/d. Disponível em: https://ozonewatch.gsfc.nasa.gov/facts/dobson_SH.html. Acesso em: 28 dez. 2022.

NETTO, F. D.; DAEMME, L. C.; PENTEADO, R.; CORRÊA, S. M.; BELTRÃO, V. de C.; SILVA, V. C. B. da. FORMAÇÃO DE OZÔNIO TROPOSFÉRICO: uma revisão da literatura. **Blucher Engineering Proceedings**, p. 1026-1033, set. 2017. Editora Blucher. DOI: <http://dx.doi.org/10.5151/engpro-simea2017-31>.

NEVES, N. M. S. **FORMAÇÃO E DISPERSÃO DE OZÔNIO NA REGIÃO DO RECÔNCAVO BAIANO**. 2009. 158 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Química, Instituto de Química, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2009.

NUVOLONE, D.; PETRI, D.; VOLLER, F. The effects of ozone on human health. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 25, n. 9, p. 8074-8088, 25 maio 2017. Springer Science and Business Media LLC. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s11356-017-9239-3>.

OPAS. Organização Pan-Americana da Saúde. 2020. **Folha informativa sobre COVID-19**. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/covid19>.

OPAS. Organização Pan-Americana de Saúde. **Infográfico - COVID-19 doença causada pelo coronavírus 2019: Informe-se**. OPAS: 2020a.

OPAS. Organização Pan-Americana de Saúde. **Diretrizes globais de qualidade do ar da OMS**: partículas inaláveis ($MP_{2,5}$ e MP_{10}), ozônio, dióxido de nitrogênio, dióxido de enxofre e monóxido de carbono. Resumo executivo. Washington, D.C.: Organização Pan-Americana da Saúde; 2021. Licença: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. DOI: <https://doi.org/10.37774/9789275724613>.

PASCAL, M.; CORSO, M.; CHANEL, O.; DECLERCQ, C.; BADALONI, C.; CESARONI, G.; HENSCHER, S.; MEISTER, K.; HALUZA, D.; MARTIN-OLMEDO, P. Assessing the public health impacts of urban air pollution in 25 European cities: results of the aphekom project. **Science Of the Total Environment**, v. 449, p. 390-400, abr. 2013. Elsevier BV. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.01.077>.

PORTO ALEGRE. **Decreto nº 20.534, de 31 de março de 2020**. Prefeitura Municipal de Porto Alegre: 2020.

PORTO ALEGRE. **Decreto nº 20.549, de 22 de abril de 2022**. Prefeitura Municipal de Porto Alegre: 2020a.

PORTO ALEGRE. **Decreto nº 20.623, de 20 de junho de 2020**. Prefeitura Municipal de Porto Alegre: 2020b.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria da Saúde. **Regiões de Saúde**. SES - RS: 2021. Disponível em: <https://ti.saude.rs.gov.br/covid19/>. Acesso em: 02 dez. 2022.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria de Planejamento, Governança e Gestão. Departamento de Planejamento Governamental. Departamento de Planejamento Governamental. **Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul**. 6. ed. Porto Alegre: 2021a. 205 p.

ROCHA, J.C.; Rosa, A.H., Cardoso, A.A. **Introdução à Química Ambiental**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009. 256 p.

SCHIPA, I.; TANZARELLA, A.; MANGIA, C. Differences between weekend and weekday ozone levels over rural and urban sites in Southern Italy. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 156, n. 1-4, p. 509-523, 2 set. 2008. Springer Science and Business Media LLC. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s10661-008-0501-5>.

SEINFELD, J., PANDIS, S. **Atmospheric Chemistry and Physics: From Air Pollution to Climate Change**. 2nd ed. 1203 p. Wiley-Interscience: Hoboken, 2006.

SHIKWAMBANA, L.; MHANGARA, P.; MBATHA, N. Trend analysis and first-time observations of sulphur dioxide and nitrogen dioxide in South Africa using TROPOMI/Sentinel-5 P data. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**, v. 91, n. 1, p. 1-10, set. 2020. Elsevier BV. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jag.2020.102130>.

SICARD, P.; SERRA, R.; ROSSELLO, P. Spatiotemporal trends in ground-level ozone concentrations and metrics in France over the time period 1999 –2012. **Environmental Research**, v. 149, p. 122-144, ago. 2016. Elsevier BV. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envres.2016.05.014>.

SICARD, P.; AUGUSTAITIS, A.; BELYAZID, S.; CALFAPIETRA, C.; MARCO, A. de; FENN, M.; BYTNEROWICZ, A.; GRULKE, N.; HE, Shang; MATYSSEK, Rainer. Global topics and novel approaches in the study of air pollution, climate change and forest ecosystems. **Environmental Pollution**, v. 213, p. 977-987, jun. 2016a. Elsevier BV. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envpol.2016.01.075>.

SICARD, P.; KHANIABADI, Y. O.; PEREZ, S.; GUALTIERI, M.; MARCO, A. de. Effect of O₃, PM₁₀ and PM_{2.5} on cardiovascular and respiratory diseases in cities of France, Iran and Italy. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 26, n. 31, p. 32645-32665, 12 set. 2019. Springer Science and Business Media LLC. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s11356-019-06445-8>.

SICARD, P.; PAOLETTI, E.; AGATHOKLEOUS, E.; ARAMINIENÈ, V.; PROIETTI, C.; COULIBALY, F.; MARCO, A. de. Ozone weekend effect in cities: deep insights for urban air pollution control. **Environmental Research**, v. 191, p. 110193, dez. 2020. Elsevier BV. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envres.2020.110193>.

SICARD, P.; MARCO, A. de; AGATHOKLEOUS, E.; FENG, Z.; XU, X.; PAOLETTI, E.; RODRIGUEZ, J. J. D.; CALATAYUD, V. Amplified ozone pollution in cities during the COVID-19 lockdown. **Science Of the Total Environment**, v. 735, p. 139542, set. 2020a. Elsevier BV. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139542>.

SILLMAN, S. O₃-NO_x-VOC sensitivity and NO_x-VOC indicators in Paris: results from models and atmospheric pollution over the Paris area (ESQUIF) measurements. **Journal Of Geophysical Research**, v. 108, n. 17, p. 1-12, 2003. American Geophysical Union (AGU). DOI: <http://dx.doi.org/10.1029/2002jd001561>.

SILVA JÚNIOR, F.M.R.; HONSCHA, L.C.; BRUM, R.L.; RAMIRES, P.F.; TAVELLA, R.A.; FERNANDES, C.L.F.; PENTEADO, J.O.; BONIFÁCIO, A.S.; VOLCÃO, L.M.; SANTOS, M. Air quality in cities of the extreme south of Brazil. **Ecotoxicology And Environmental Contamination**, Rio Grande, v. 15, p. 61-67, 10 nov. 2020. Ecotoxicology and Environmental Contamination. DOI: <http://dx.doi.org/10.5132/eec.2020.01.08>.

SPIRO, T.G., STIGLIANI, W.M. **Química Ambiental**. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009. 343 p.

STAFOGGIA, M.; SAMOLI, E.; ALESSANDRINI, E.; CADUM, E.; OSTRO, B.; BERTI, G.; FAUSTINI, A.; JACQUEMIN, B.; LINARES, C.; PASCAL, M. Short-term Associations between Fine and Coarse Particulate Matter and Hospitalizations in Southern Europe: results from the med-particles project. **Environmental Health Perspectives**, v. 121, n. 9, p. 1026-1033, set. 2013. Environmental Health Perspectives. DOI: <http://dx.doi.org/10.1289/ehp.1206151>.

TAVELLA, R. A.; MORAES, N. G. da R.; AICK, C. D. M.; RAMIRES, P. F.; PEREIRA, N.; SOARES, A. G.; SILVA JÚNIOR, F. M. R. da. Weekend effect of air pollutants in small and medium-sized cities: the role of policies stringency to covid-19 containment. **Atmospheric Pollution Research**, v. 14, n. 2, p. 101662, fev. 2023. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apr.2023.101662>.

TOBIÁS, A.; CARNERERO, C.; RECHE, C.; MASSAGUÉ, J.; VIA, M.; MINGUILLÓN, M. C.; ALASTUEY, A.; QUEROL, X. Changes in air quality during the lockdown in Barcelona (Spain) one month into the SARS-CoV-2 epidemic. **Science Of the Total Environment**, v. 726, p. 138540, jul. 2020. Elsevier BV. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138540>.

UNASUS - Universidade Aberta do SUS. **Coronavírus**: Brasil confirma primeiro caso da doença. Ministério da Saúde: 2020. Disponível em: <https://www.unasus.gov.br/noticia/coronavirus-brasil-confirma-primeiro-caso-da-doenca>. Acesso em: 04 nov. 2022.

UNASUS - Universidade Aberta do SUS. **Organização Mundial de Saúde declara pandemia do novo Coronavírus**. Ministério da Saúde: 2020a. Disponível em: <https://www.unasus.gov.br/noticia/organizacao-mundial-de-saude-declara-pandemia-de-coronavirus>. Acesso em: 07 nov. 2022.

VENTER, Z. S.; AUNAN, K.; CHOWDHURY, S.; LELIEVELD, J. COVID-19 lockdowns cause global air pollution declines. **Proceedings Of The National Academy Of Sciences**, v. 117, n. 32, p. 18984-18990, 28 jul. 2020. Proceedings of the National Academy of Sciences. <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.2006853117>.

WEINMAYR, G.; ROMEO, E.; SARIO, M. de; WEILAND, S. K.; FORASTIERE, F. Short-Term Effects of PM 10 and NO 2 on Respiratory Health among Children with Asthma or Asthma-like Symptoms: a systematic review and meta-analysis.

Environmental Health Perspectives, v. 118, n. 4, p. 449-457, abr. 2010.

Environmental Health Perspectives. DOI: <http://dx.doi.org/10.1289/ehp.0900844>.

WHO - World Health Organization. **Review of evidence on health aspects of air pollution – REVIHAAP Project Technical Report**. WHO: 2013. Disponível em: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/341712>. Acesso em: 14 dez. 2022.

WHO - World Health Organization. **Novel coronavirus (2019-nCoV)**. WHO: 2020. Disponível em: https://www.euro.who.int/en/health-topics/health-emergencies/novel-coronavirus-2019-ncov_old. Acesso em: 10 abr. 2022.

ZOU, Y.; CHARLESWORTH, E.; YIN, C.Q.; YAN, X.L.; DENG, X.J.; LI, F. The weekday/weekend ozone differences induced by the emissions change during summer and autumn in Guangzhou, China. **Atmospheric Environment**, v. 199, p. 114-126, fev. 2019. Elsevier BV. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.atmosenv.2018.11.019>

CAPÍTULO 5 – Considerações finais

Ao finalizar este trabalho, os três artigos poderão contribuir com a literatura já existente e com a que está em construção. Embora a pandemia de COVID-19 tenha surgido há poucos anos, a quantidade de trabalhos em todas as áreas é imensa. Por outro lado, mesmo sem ser mais considerada uma Emergência de Saúde Pública de *Importância Internacional (ESPII), são tempos de muitas incertezas, pois os impactos dela ainda podem ser sentidos em diversos âmbitos da sociedade. Com o artigo 1 espera-se trazer um apanhado de aspectos diversos sobre a pandemia a nível global. Já com os Artigos 2 e 3, espera-se contribuir de forma direta no âmbito das questões sociais e ambientais acerca da pandemia no Rio Grande do Sul. O Artigo 2, busca contribuir de forma efetiva com existentes e futuras políticas públicas, através da elaboração de um panorama acerca da população afetada no estado do Rio Grande do Sul e se as regiões em que vivem essas populações apresentam algum padrão que possa ter levado a um maior ou menor número de casos e hospitalizações pela pandemia. Já no artigo 3, espera-se contribuir com o aspecto ambiental, referente à qualidade atmosférica no RS, que necessita de uma demanda de monitoramento mais qualificada e eficiente. Visto que as medidas restritivas durante a pandemia deram luz aos efeitos provocados no ambiente em geral pela diminuição das atividades humanas, este estudo pode servir para repensar e remoldar diversos aspectos e práticas quanto às emissões de poluentes e ao monitoramento.