

Análise da relação entre a dinâmica espacial da COVID-19 em 2021 e estabelecimentos comerciais: contribuições do geoprocessamento

Allan de Lima Araújo^{1*}, Thaís Lima do Amaral², Vitória Marca Santa Lucia³, Júlia Nyland do Amaral Ribeiro^{4*}, Antônio César Corrêa⁵

¹Discente do curso técnico em Geoprocessamento, Instituto Federal do Rio Grande do Sul, Campus Rio Grande, Brasil.

²Discente do curso técnico em Geoprocessamento, Instituto Federal do Rio Grande do Sul, Campus Rio Grande, Brasil.

³Discente do curso técnico em Geoprocessamento, Instituto Federal do Rio Grande do Sul, Campus Rio Grande, Brasil.

⁴Doutorando em Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil. (*Autora correspondente: julianylandar@gmail.com)

⁵Superintendente de Vigilância em Saúde, Secretaria de Município de Saúde do Rio Grande, Brasil.

Histórico do Artigo: Submetido em: 22/07/2022 – Revisado em: 26/08/2022 – Aceito em: 27/09/2022

RESUMO

O novo coronavírus se espalhou rapidamente, logo após seu primeiro caso ser registrado em dezembro de 2019. Demonstrando a necessidade de estudos que auxiliassem nas ações de prevenção feitas por órgãos públicos da saúde. Neste contexto, o Programa de Extensão Geosaúde do Instituto Federal do Rio Grande do Sul, buscando atender a demandas da Secretaria do Município da Saúde do Rio Grande, analisou a relação entre os casos confirmados de Covid-19 e sua proximidade a estabelecimentos comerciais. Utilizou-se, assim, dados da fiscalização realizada em janeiro de 2021 pela Vigilância Sanitária a estabelecimentos da localidade São Miguel, região do município com grande número de contaminados. Os locais que não atendiam aos protocolos de contenção da Covid-19 foram utilizados na análise. Desta forma, aplicou-se a técnica de Densidade de Kernel, para os casos confirmados nos meses de dezembro (2020), janeiro (2021) e fevereiro (2021), correspondendo ao mês anterior, durante e após a fiscalização. Além disso, utilizou-se a ferramenta “distância para o ponto central mais próximo” do QGIS, objetivando medir as distâncias médias entre os casos e os estabelecimentos. Obteve-se como resultado uma redução gradual da densidade de casos confirmados após as visitas da Vigilância Sanitária. Assim como, verificou-se que, ao longo dos três meses os casos ficavam mais próximo dos estabelecimento, podendo inferir que houve uma redução na disseminação de contaminados. Portanto, entende-se que as ações foram eficientes, pois podem ter auxiliado na redução da densidade de casos, bem como influenciado na diminuição da transmissão do vírus pelos estabelecimentos comerciais.

Palavras-Chaves: Mapa de Calor, Gestão Municipal, Pandemia.

ABSTRACT

The new coronavirus spread quickly, after its first case was reported in December 2019. Demonstrating need for studies to assist in prevention actions carried out by public health agencies. In this context, Geosaúde Extension Program of Federal Institute of Rio Grande do Sul, seeking to meet the demands of Secretary of the Municipality of Health of Rio Grande, analyzed the relationship between confirmed cases of Covid-19 and their proximity to commercial establishments. Thus, data from the inspection carried out in January 2021 by Sanitary Surveillance of establishments in São Miguel, a region of the municipality with a large number of contaminated people, were used. Sites that did not meet Covid-19 containment protocols were used in analysis. In this way, Kernel Density technique was applied to cases confirmed in december (2020), january (2021) and february (2021), corresponding to previous month, during and after inspection. In addition, the “distance to the nearest central point” tool of QGIS was used, aiming to measure average distances between cases and establishments. The result was a gradual reduction in density of confirmed cases after visits by Health Surveillance. As well, it was found that, over three months, the cases were closer to establishment, which can infer that there was a reduction in spread of contaminated. Therefore, it is understood that actions were efficient, as they may have helped to reduce density of cases, as well as influenced reduction of transmission of virus by commercial establishments.

Keywords: Heat Map, Municipal Management, Pandemic.

Araújo, A. de L., Do Amaral, T. L., Santa Lucia, V. M., Ribeiro, J. N. do A., Corrêa, A. C. (2022). Análise da relação entre a dinâmica espacial da Covid-19 em 2021 e estabelecimentos comerciais: contribuições do geoprocessamento. *Revista Brasileira de Sensoriamento Remoto*, v.3, n.3, p.01-19.



1. Introdução

O novo coronavírus teve seu primeiro caso oficial confirmado em dezembro de 2019 na China e fez com que o mundo se deparasse com uma grave crise sanitária. Apesar de, atualmente, os números de casos terem diminuído, devido à alta da vacinação (Vilella et al., 2021), o vírus SARS-CoV-2 se propagou rapidamente, sendo decretada a pandemia no primeiro trimestre de 2020 (Cruz et al., 2020).

O vírus chegou ao Brasil, de acordo com registros oficiais, em fevereiro de 2020 (UMA-SUS, 2020). Até maio de 2022, o país apresentava, aproximadamente, 30,7 milhões de casos confirmados e um pouco mais de 665 mil óbitos, de acordo com o Painel do Coronavírus (Governo Federal, 2022). Infelizmente, o número de casos e óbitos cresce, mesmo que 77,7% da população já esteja vacinada, cerca de 165 milhões de pessoas, como pode ser visto no mesmo painel (Governo Federal, 2022).

A manifestação da doença Covid-19 se dá, predominantemente, através de sintomas similares a uma gripe. Já a transmissão do vírus é por via respiratória, ou seja, através de gotículas de saliva, espirros, superfícies contaminadas ou contato com alguém que esteja infectado (Ministério da Saúde, 2021). Dessa forma, para auxiliar na contenção do vírus, a Organização Mundial da Saúde (OMS) produziu e divulgou protocolos de segurança e recomendações. Dentre eles estão a higienização constante das mãos com água e sabão ou álcool 70%, o uso de máscaras, o distanciamento físico de outras pessoas e a permanência em casa, tratado como *lockdown* (Aquino et al., 2020).

Locais que, por sua natureza, recebem o público ou possuem fluxo de pessoas, bem como ambientes com ventilação reduzida e baixa higienização colaboram com transmissão do vírus (Agência Brasília, 2020; Sebrae, 2020). Demonstrando-se, assim, a necessidade de analisar o grau de risco desses locais, bem como identificar a relação com a alta de casos de Covid-19 na comunidade adjacente para uma adequada fiscalização.

Para tanto, buscando-se compreender a dinâmica espacial do vírus próximo a estabelecimentos comerciais, aplicou-se tal análise ao município do Rio Grande. A escolha se deu, devido a parceria firmada entre o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS), *campus* Rio Grande e a Secretaria de Município de Saúde (SMS). Dentre as ações desenvolvidas por esta parceria está a elaboração de produtos que traçam o perfil epidemiológico dos casos confirmados de Covid-19 no município desde 2020, através do Programa Geosaúde, ação extensionista do IFRS. Os produtos entregues a SMS e elaborados pela equipe do curso técnico em Geoprocessamento são gráficos e mapas referentes ao número e ao perfil dos casos confirmados em cada semana epidemiológica nas localidades do município, assim como informações espaciais relativas as fiscalizações da Vigilância Sanitária.

A produção de produtos com o uso de geoprocessamento é essencial para tomada de decisão da gestão pública, a respeito disso Cardoso et al. (2020) destacam que somente os números não respondem a perguntas que determinam ações governamentais e institucionais, sendo o espaço geográfico e a escala de atuação elementos necessários no estudo do fenômeno espacial. Da mesma forma, Rizzatti et al. (2020) demonstram que por meio da aplicação de procedimentos de geoprocessamento, como a construção de mapas de densidade Kernel, é possível obter informações espaciais da Covid-19. Já em Silva & Da Costa (2021), o geoprocessamento é utilizado para representar a distribuição espaço-temporal do coronavírus, tendo como referência o uso de um Banco de Dados Geográficos (BDG).

Portanto, tendo em vista a relevância de ferramentas e técnicas de geoprocessamento que auxiliam na compreensão da pandemia (Jornal USP, 2021), objetivou-se analisar o espaço-temporal dos casos confirmados de Covid-19 na localidade São Miguel. Assim como, analisar a proximidade a estabelecimentos comerciais fiscalizados pela Vigilância Sanitária durante o período de 28/01/2021 a 01/02/2021 na localidade em questão. A fim de demonstrar a contribuição do geoprocessamento na tomada de decisão por parte da gestão pública, neste caso, voltada a saúde.

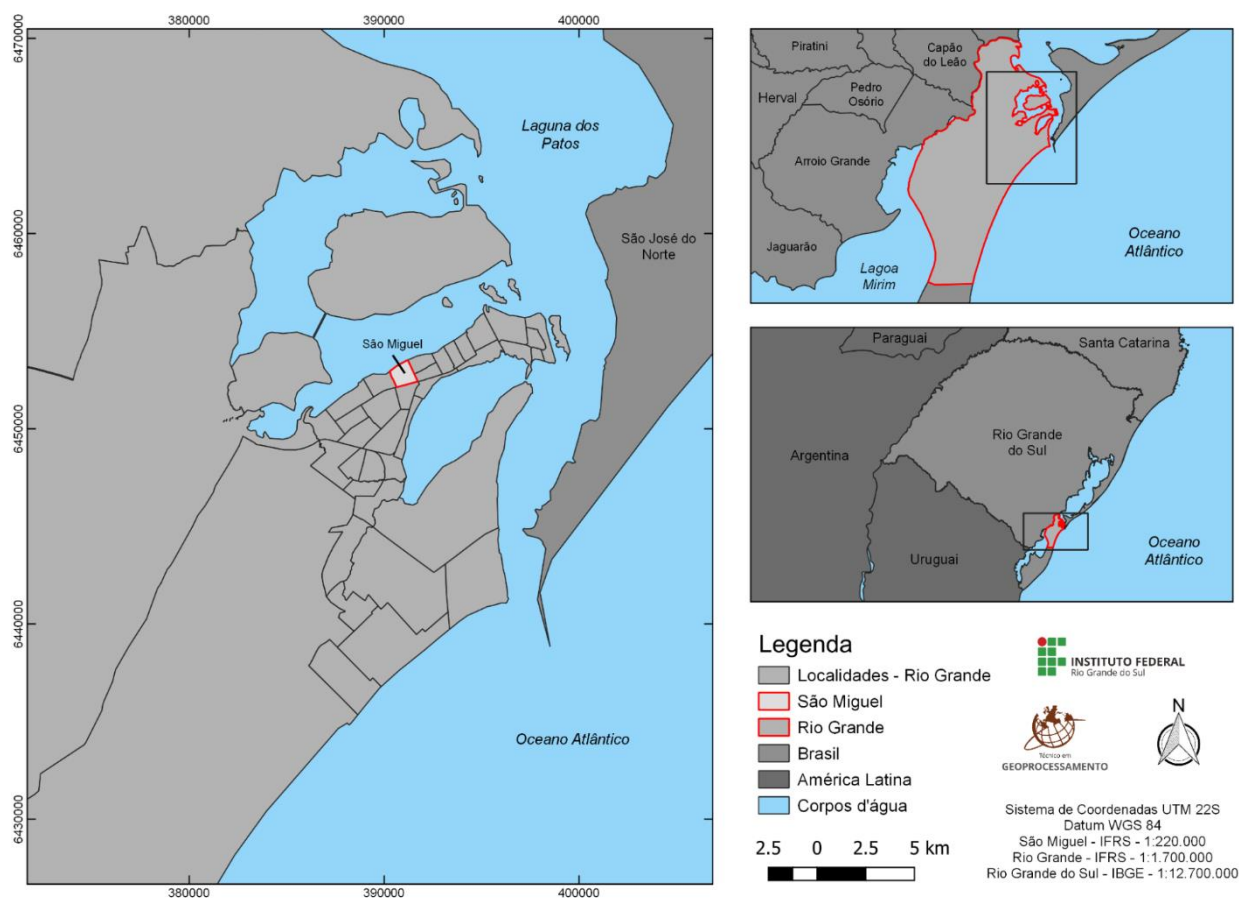
2. Material e Métodos

2.1. Área de Estudo

Foi a partir dos dados de fiscalização que o estudo se embasou. Assim, buscando-se atender a uma demanda da SMS, foi selecionada para análise a localidade São Miguel. A escolha se dá devido a permanência do alto número de casos durante grande período da pandemia e o relevante número de descumprimentos de decretos municipais que exigiam o uso de máscaras e a disponibilização de álcool em gel nos estabelecimentos comerciais (Agência Brasil, 2020).

A localidade São Miguel está estabelecida próximo a área central do município do Rio Grande (Figura 1), o qual se situado no estado do Rio Grande do Sul. Apresentando uma extensão de 2.709,391 km² e densidade demográfica de 72,79 hab/km², segundo o Panorama das Cidades do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

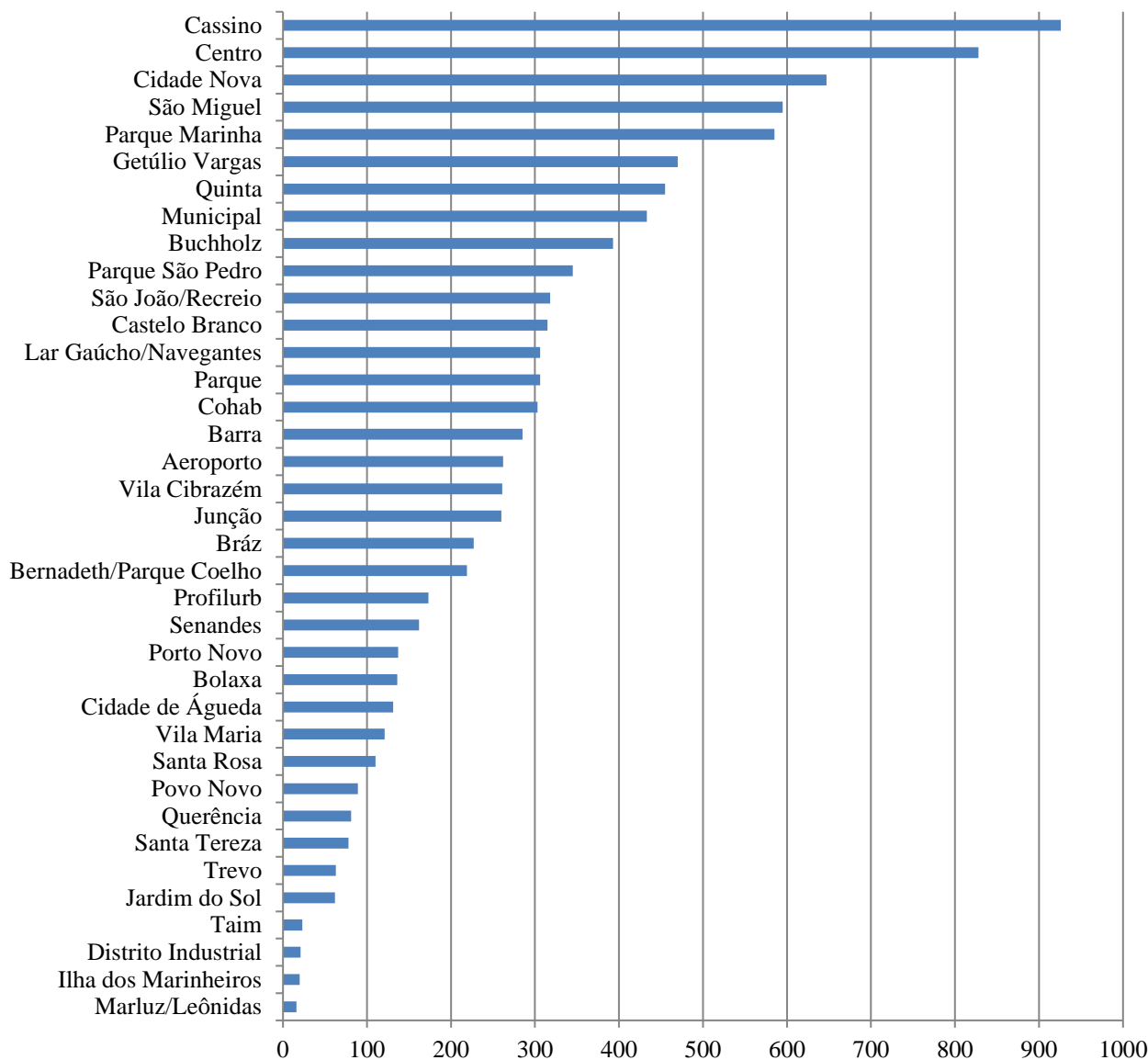
Figura 1 – Localização do Município do Rio Grande e da Localidade São Miguel



De acordo com a Secretaria de Assistência Social do Município do Rio Grande, São Miguel é uma localidade de vulnerabilidade socioeconômica, o que pode ser responsável pela característica da disseminação maior de casos em relação a outras localidades (Estrela et al., 2020; Torres et al., 2020), número representado pelo Gráfico 1. Essa situação ocorre em outras cidades, em que se constata que “os bairros com a renda per

capita média de um salário-mínimo apresentam um maior número de casos da COVID-19, revelando uma maior vulnerabilidade sanitária e dificuldade ao acesso no sistema público de saúde” (Nunes et al., 2020).

Gráfico 1 - Número de casos confirmados por SARS-CoV-2 por localidades até a Semana Epidemiológica 02 de 2021



Fonte: PMRG (2021).

Pode-se notar que a São Miguel está em 4º lugar de 36 localidades no número total de casos confirmados de Covid-19. Contabilizando 595 desde o início do primeiro caso confirmado no município até a Semana Epidemiológica 2 de 2021, ficando atrás, apenas, das localidades Cassino, Centro e Cidade Nova com 926, 828, 647 casos para o mesmo período, respectivamente.

Da mesma forma que se observa em outros municípios (Rizzatti et al., 2020; Ribeiro & Longaray, 2021),

o número elevado de contaminação está associado a área central da cidade e dos bairros adjacentes, em que há fluxo intenso de pessoas. No entanto, também, há tendência da população de bairros com maior vulnerabilidade social ser “mais impactada pelos seus efeitos, dada a ausência e/ou insuficiência de recursos, estratégias de prevenção e/ou tratamento da doença [...] e de realizar o isolamento social” (Cestari et al., 2021). Porém, o perfil socioeconômico da população é indicado de acordo com o local da residência do indivíduo contaminado, pois muitos dados sobre renda e emprego inexistem ou são incompletos, dificultando monitoramento de doenças no país (IPEA, 2021, p. 13).

2.2. Organização da Informação Espacial

As informações referente aos casos confirmados de Covid-19 foram enviadas, através de planilhas eletrônicas, pela SMS para a equipe do Programa Geosaúde. Já as informações da fiscalização de estabelecimentos comerciais foram coletadas e enviadas pela superintendência de Vigilância Sanitária também na forma de planilha eletrônica.

A partir disso, para identificar a localização dos casos confirmados, ou seja, longitudes e latitudes, foi utilizado o *software* Google Earth, em que os endereços autodeclarados pelos casos positivos de Covid-19 foram georreferenciados. Tendo-se como parâmetros cartográficos o Sistema Universal Transversa de Mercator (UTM) e o Datum WGS84.

Sendo assim, todos os dados foram transferidos para um ambiente *web*, especificamente o Google Planilhas, a fim de coletivizar a manipulação do banco de dados e a visualização conjunta das informações, sendo a estrutura da planilha organizada de forma similar, como a que está representada na Tabela 1.

Tabela 1 – Modelo de planilha de casos de SARS-COV-2 do município do Rio Grande na plataforma Google Planilhas (dados hipotéticos)

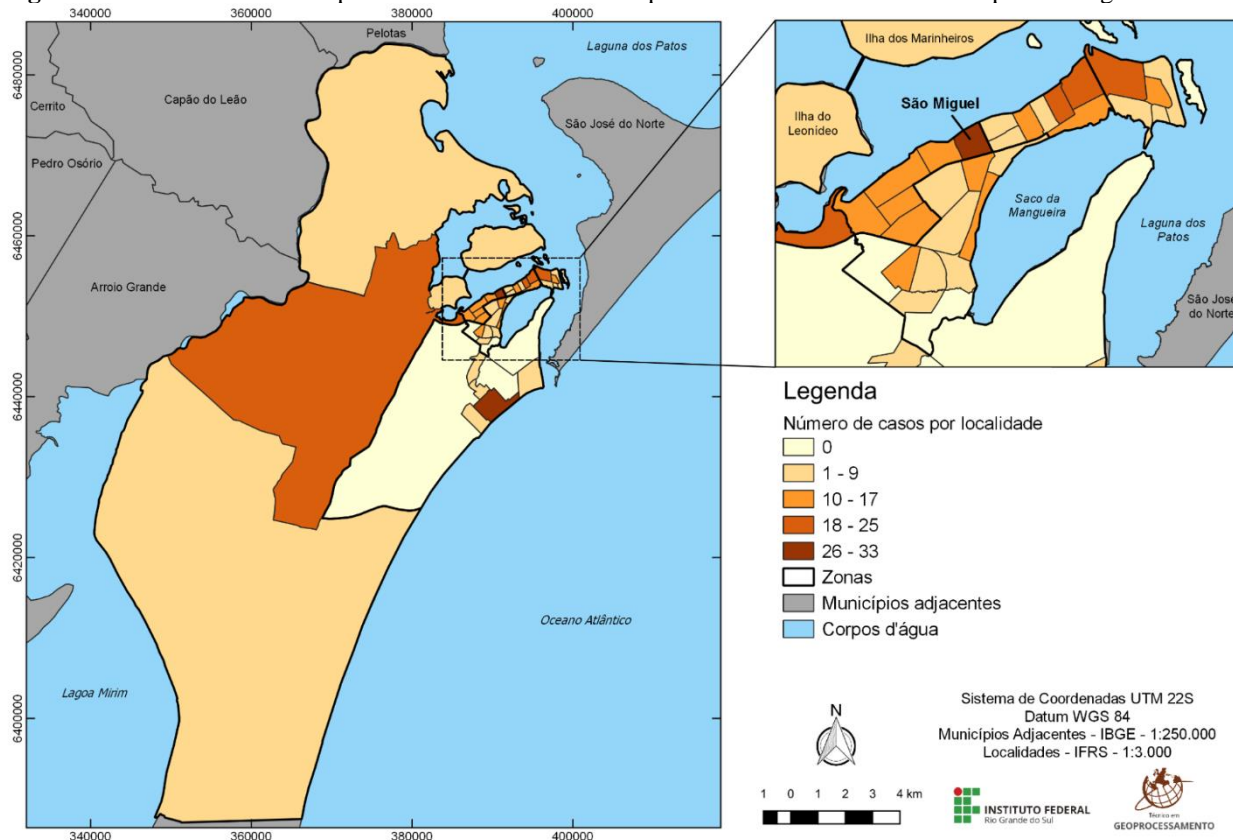
Longitude	Latitude	Localidade	Mês	Ano	Resultado	Sexo	Idade	Cor	Endereço
666666	3939393	São Miguel	Janeiro	2021	03/01/2021	M	65	Branca	Rua X, nº
666666	3939393	Parque	Fevereiro	2021	16/02/2021	F	38	Preta	Rua Y, nº

Para equívocos na declaração do local de residência, foi necessário ajustar inconsistências, que se relacionavam com erros de digitação ou nomenclatura de logradouros. Apesar do município não possuir um limite oficial de bairros e estabelecido por lei, utilizou-se um limite não oficial, determinado academicamente e reconhecido pela sociedade, tratado como divisão de localidades.

Portanto, os casos confirmados de Covid-19 georreferenciados que estariam incorporados em um limite de localidade, eram reconhecidos como pertencentes a tal. Isto permitiu, distinguir as ocorrências de pessoas contaminadas por coronavírus somente na localidade São Miguel.

A partir disso, constatou-se que na Semana Epidemiológica 02 de 2021 (de 10 a 16 de janeiro), houve um aumento do índice de incidência de casos de Covid-19 na São Miguel, como pode ser observado na Figura 2. O produto cartográfico representa o número de casos confirmados durante tal período para cada localidade do município, dando-se destaque à sua região central.

Figura 2 - Incidência de casos por SARS-COV-2 no município do Rio Grande na Semana Epidemiológica 02 de 2021



Foi a partir dessa verificação que a Vigilância Sanitária executou a fiscalização em todos os estabelecimentos comerciais da localidade São Miguel. A ação compreendeu o período de 28 de janeiro e 02 de fevereiro de 2021. Possibilitando identificar os tipos de descumprimentos, como a indisponibilidade de álcool 70% e a não utilização de máscara, bem como os endereços dos estabelecimentos comerciais. Sendo estes, posteriormente georreferenciados no *software* Google Earth e pela equipe do Programa Geosaúde.

Durante esse período, 149 estabelecimentos foram fiscalizados, os quais, para a análise sobre sua situação, foram classificados em quatro categorias: (1) estabelecimento sem nenhum descumprimento; (2) estabelecimentos sem álcool 70% disponível para os consumidores e colaboradores; (3) estabelecimentos com colaboradores que não utilizam máscaras de proteção e (4) estabelecimentos com colaboradores que não utilizam máscaras de proteção e a indisponibilidade de álcool 70%. Posteriormente, para verificar as relações de proximidade entre os casos confirmados por Covid-19 e os estabelecimentos fiscalizados, utilizou-se técnicas de geoprocessamento no QGIS 3.10, *software* de Sistema de Informação Geográfica (SIG). Dessa maneira, foram aplicadas as seguintes técnicas de Geoprocessamento para a análise da relação entre a dinâmica espacial de Covid-19 e estabelecimentos comerciais: densidade de Kernel e distância para o ponto central mais próximo.

2.3. Densidade de Kernel

A análise de densidade de pontos por meio da interpolação pode ser feita pela estimativa de Kernel, ou densidade de Kernel, que tem a capacidade de representar espacialmente as regiões do território que

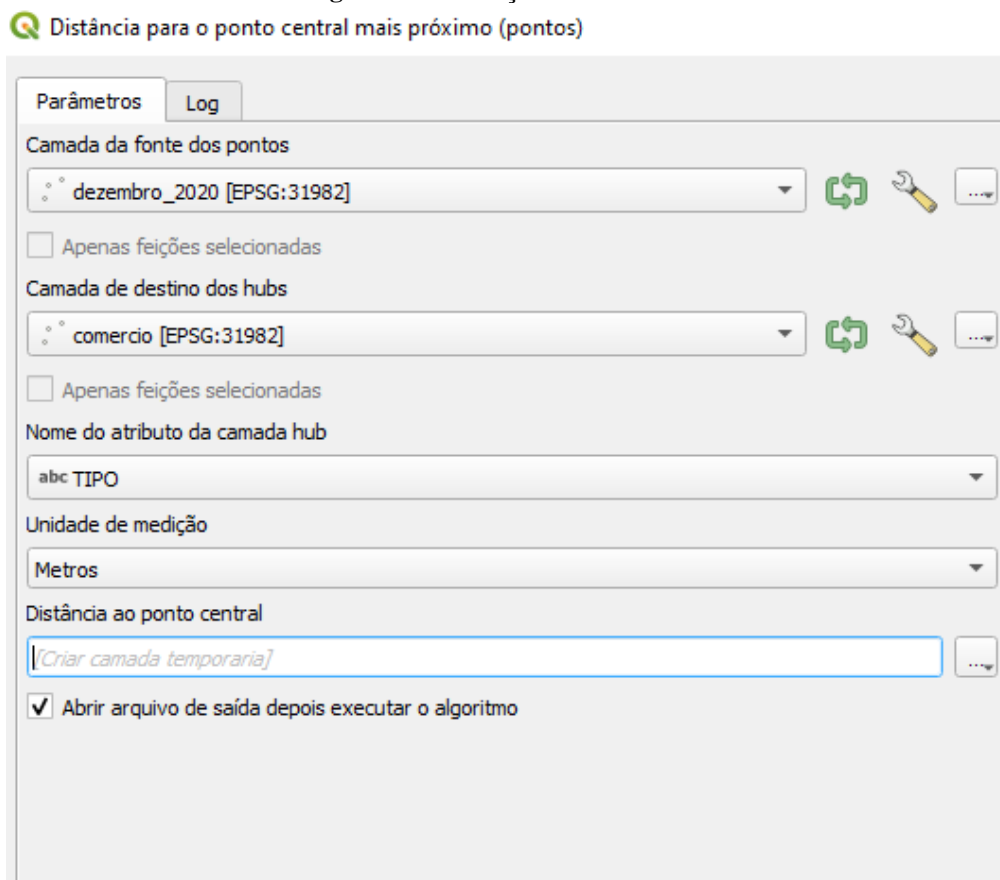
apresentam maior densidade de ocorrência de um determinado fenômeno (Brasil, 2007, p. 44). Sendo assim, no *software* QGIS 3.10 aplicou-se técnica aos casos de Covid-19 confirmados nos meses de Dezembro de 2020, Janeiro e Fevereiro de 2021, permitindo a elaboração dos mapas de calor. A operação foi configurada para um raio de 75 metros a partir de cada caso e resolução espacial (tamanho do *pixel*) de 10m, em representará um ponto quente com as informações descritas, sendo lido da seguinte maneira: as áreas “mais quentes” são os lugares com maior densidade de casos de Covid-19 no período e as áreas “mais frias”, o contrário.

Já a informação dos estabelecimentos visitados pela Vigilância Sanitária com irregularidades graves serviu para visualizar a relação da disposição das áreas comerciais com os casos confirmados de Covid-19. Dessa forma, produtos cartográficos produzidos para análise compreendem os períodos que antecedem, acontecem e sucedem as visitas aos estabelecimentos.

2.4. Distância para o ponto central mais próximo

Com o objetivo de compreender se locais que descumprem medidas de prevenção de contaminação são risco a comunidade que frequenta ou reside no entorno dos estabelecimentos, utilizou-se a ferramenta de análise vetorial “distância para o ponto central mais próximo (pontos)”. Ela tem a capacidade de determinar a distância de um ponto de origem a um ponto de destino mais próximo. Assim, para cada caso confirmado de Covid-19 registrados nas respectivas semanas epidemiológicas foi calculado a distância mais próxima de um determinado estabelecimento, como pode ser visualizado na Figura 3.

Figura 3 - Utilização da ferramenta



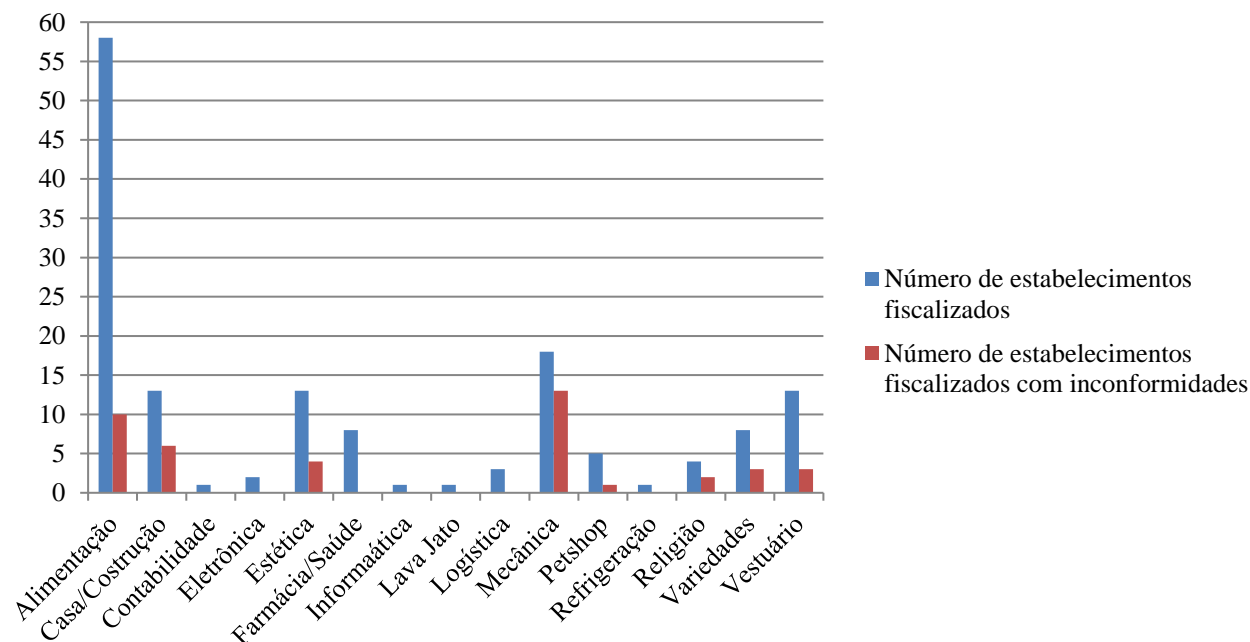
Assim, selecionou-se para camada de fonte de dados os casos confirmados entre o período definido e na camada de destino os estabelecimentos fiscalizados, especificamente os que não cumpriam os protocolos de proteção. Tal operação foi executada três vezes, para os respectivos meses analisados (dezembro de 2020, janeiro e fevereiro de 2021). Em nome do atributo, selecionou-se a coluna comum em ambas camadas, neste caso, a coluna Tipo (destinada a descrição do tipo de estabelecimento). Para finalizar este processo, foi feita, a partir do resultado da aplicação da ferramenta mencionada, uma análise dos percentuais de casos de Covid-19 em relação aos estabelecimentos comerciais. Tanto analisando o percentual de pessoas em relação a distâncias específicas do estabelecimento mais próximo, quanto a taxa percentual de tipo de estabelecimento e sua proximidade com o caso mais próximo em cada um dos três meses.

3. Resultados e Discussão

3.1. Análise dos estabelecimentos fiscalizados

Como resultados dos estabelecimentos comerciais fiscalizados, constatou-se que de 149 visitados, 44, aproximadamente 30%, apresentaram alguma inconformidade às medidas de proteção (Gráfico 2). Possibilitando, inferir, que os mesmo podem ser ambientes com risco a contaminação de clientes e colaboradores.

Gráfico 2 - Número de estabelecimentos fiscalizados segundo a área de atividade econômica e estabelecimentos que apresentaram inconformidades



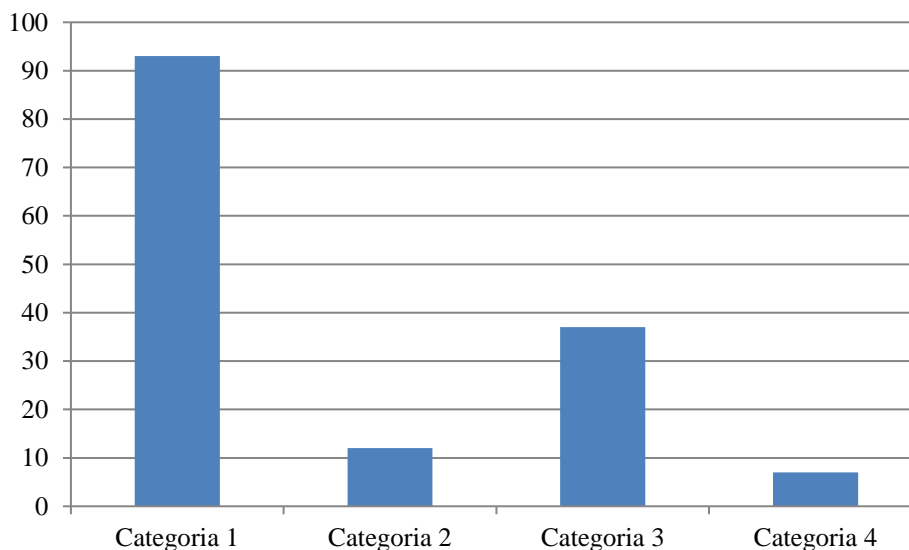
Ainda, verificou-se que destes 44 estabelecimentos 52,2%, isto significa 24, não seguiam nenhum dos protocolos de proteção, ou seja, colaboradores não utilizam máscaras de proteção e/ou não havia disponibilidade de álcool 70%. Contabilizando-se, para esta categoria de estabelecimento, 13 no ramo da mecânica, 10 de alimentação, 4 estética de, respectivamente, 18, 58 e 13 visitados.

Estabelecimentos comerciais que possuem, pelo menos, 5% dos colaboradores contaminados são

ambientes de risco, como analisado por Li & Tang (2022). Em comparação com supermercados, pequenos comércios possuem risco médio menor de contaminação, no entanto se o consumidor visitar cinco deles em um mesmo dia, o risco de contaminação aumenta em mais de 20%, caso existam funcionários contaminados (Li & Tang, 2022).

Para tanto, o que se verificou foi que, em relação à todas as categorias de descumprimentos (Gráfico 4), 93 estabelecimentos não violavam as medidas de proteção (categoria 1). Para a categoria 2, 12 não disponibilizavam álcool em gel na entrada e 37 possuíam colaboradores que não utilizam máscaras de proteção, isto é, pertencem a categoria 3. Já para os estabelecimentos que pertencem a categoria 4, foram constados, apenas, 7.

Gráfico 4 - Número de estabelecimentos fiscalizados segundo categorias de inconformidades



Logo, em relação ao total de estabelecimento visitados (149), 62,4% pertencem a categoria 1, 8,1% a categoria 2, 24,8% a categoria 3 e, apenas 4,7%, a categoria 4. Ainda, é válido ressaltar que apenas as últimas duas categorias serviram como ferramenta para as análises espaciais, observadas na seqüência.

Outras medidas seriam relevantes a serem consideradas, caso fossem registrados pelos agentes fiscalizadores, como as condições de ventilação do local. Já que a melhor forma de controlar a transmissão é um eficiente sistema de ventilação (Wang et al., 2021), reduzido tempo permanência e o uso de máscara por clientes e colaboradores (Li & Tang, 2022).

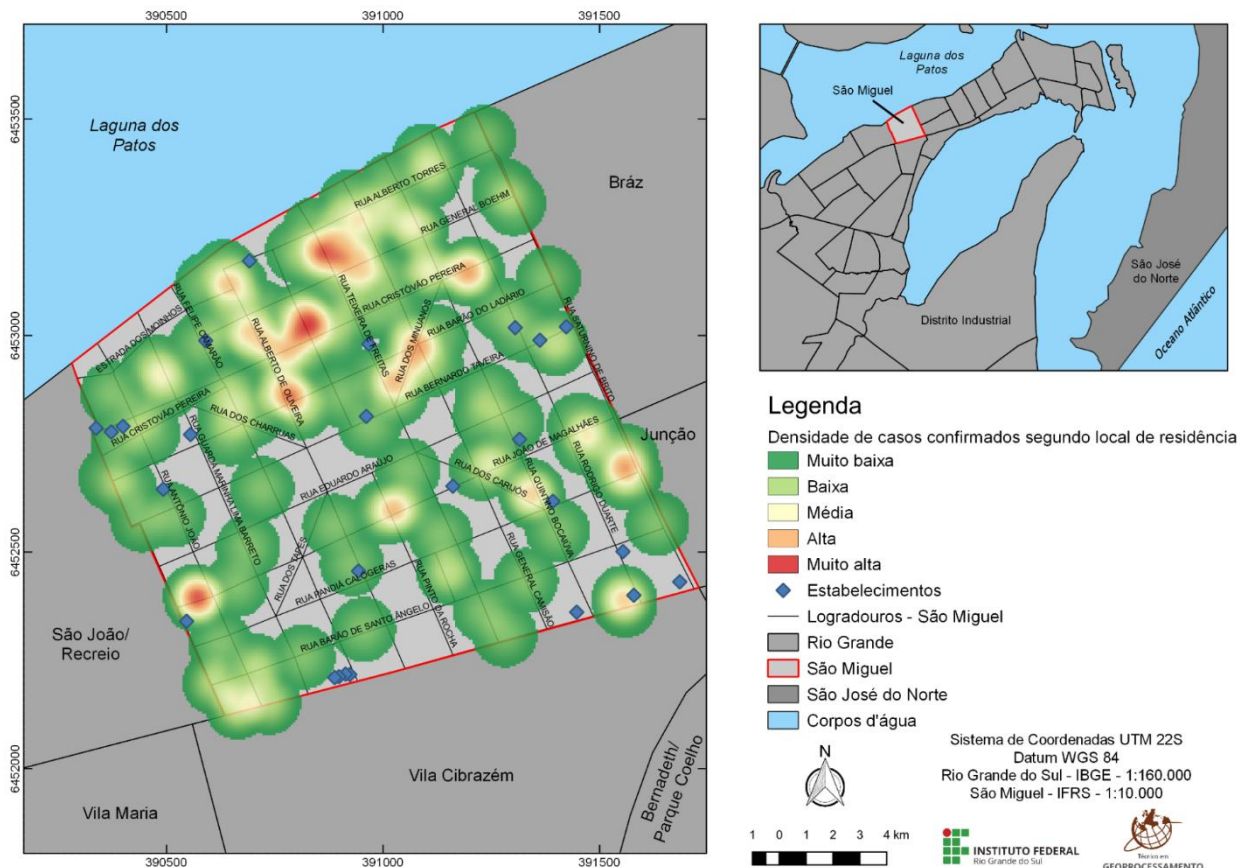
3.2. Análise da relação espacial

A aplicação do estimador de intensidade Kernel, produz resultados importantes quando se busca verificar a relevância da distribuição de determinado evento. Neste sentido, vê-se seu uso em estudos que buscam associar áreas de maior ocorrência de casos confirmados de Covid-19 a variáveis socioeconômicas, permitindo inferir áreas vulneráveis para direcionar ações de fiscalização e de saúde (Matsumoto et. al, 2020).

Portanto, como resultados da correlação espaço-temporal, temos a análise de três produtos cartográficos, onde podemos observar a diminuição da densidade de casos confirmados de Covid-19. Sendo, assim a Figura 5 representa a densidade de casos de Covid-19 na localidade São Miguel em dezembro de 2020, em que as áreas “quentes”, referem-se à maior densidade de casos confirmados. Outro elemento presente nos produtos

são os 24 estabelecimentos comerciais que não seguiam nenhum dos protocolos de proteção, os quais foram utilizados como referência para as análises seguintes.

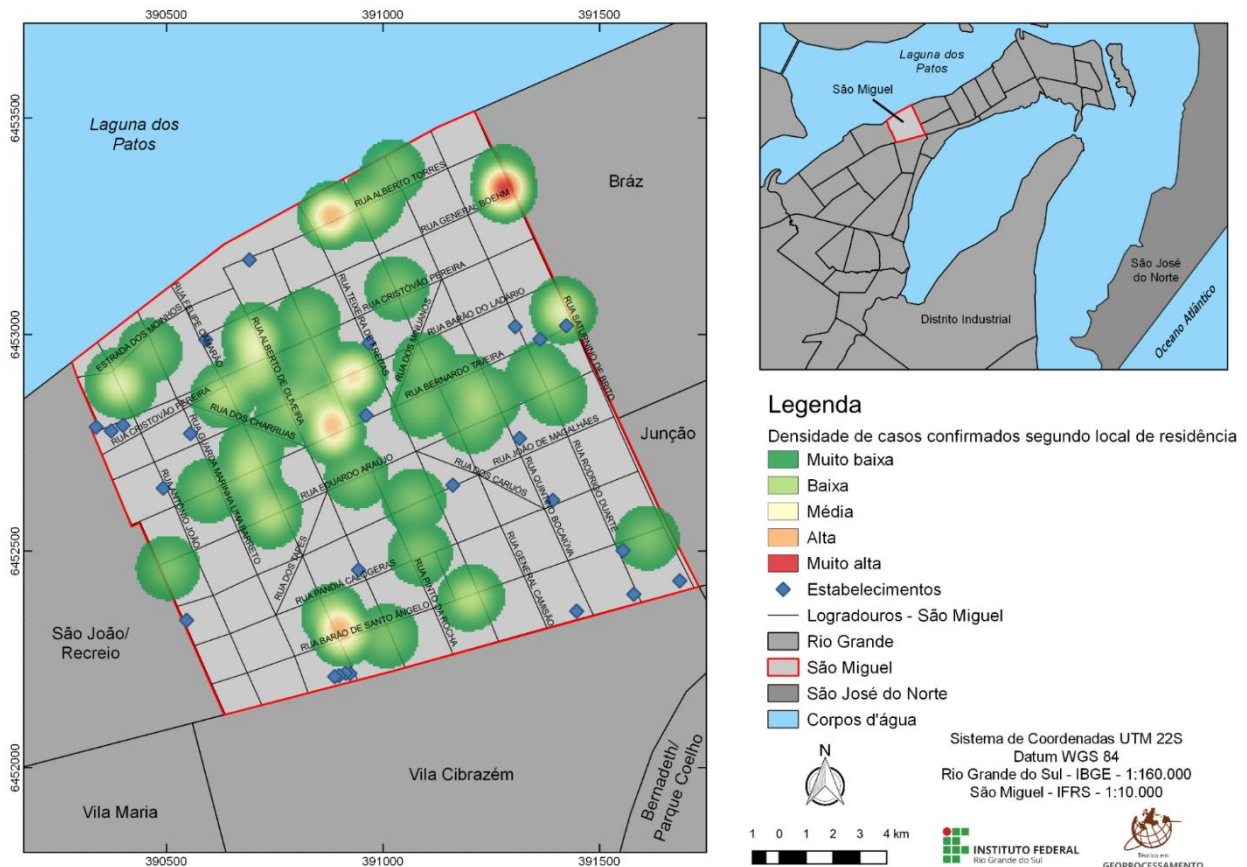
Figura 5 - Densidade de casos confirmados por SARS-COV-2 na localidade São Miguel em dezembro de 2020



Ainda, levando em consideração que a Figura 5 representa o mês em que as vistorias da Vigilância Sanitária aos estabelecimentos não tinham sido realizadas, nota-se que a região norte da localidade apresenta uma significativa densidade. Nesse período foi registrado um número elevado de novos casos, especificamente 179, permitindo inferir que há predominância dos mesmos na região mencionada.

Já a Figura 6, representa a densidade de Covid-19 durante janeiro de 2021 na localidade São Miguel. Durante os dias 28/01/2021 a 01/02/2021, foram feitas as visitas da Vigilância Sanitária. Nota-se, no produto cartográfico em questão, uma diminuição na densidade de casos, sendo que a área de maior densidade de casos é a leste, a qual pode ter influência da localidade adjacente, o Bráz. Situação como essa também ocorre em municípios menores localizados em fronteiras, os quais, mesmo com pequeno número de habitantes, devido ao fluxo de mobilidade urbana intenso e por ser local de trânsito de pessoas, são influenciados pelos municípios do entorno (Ribeiro & Longaray, 2022).

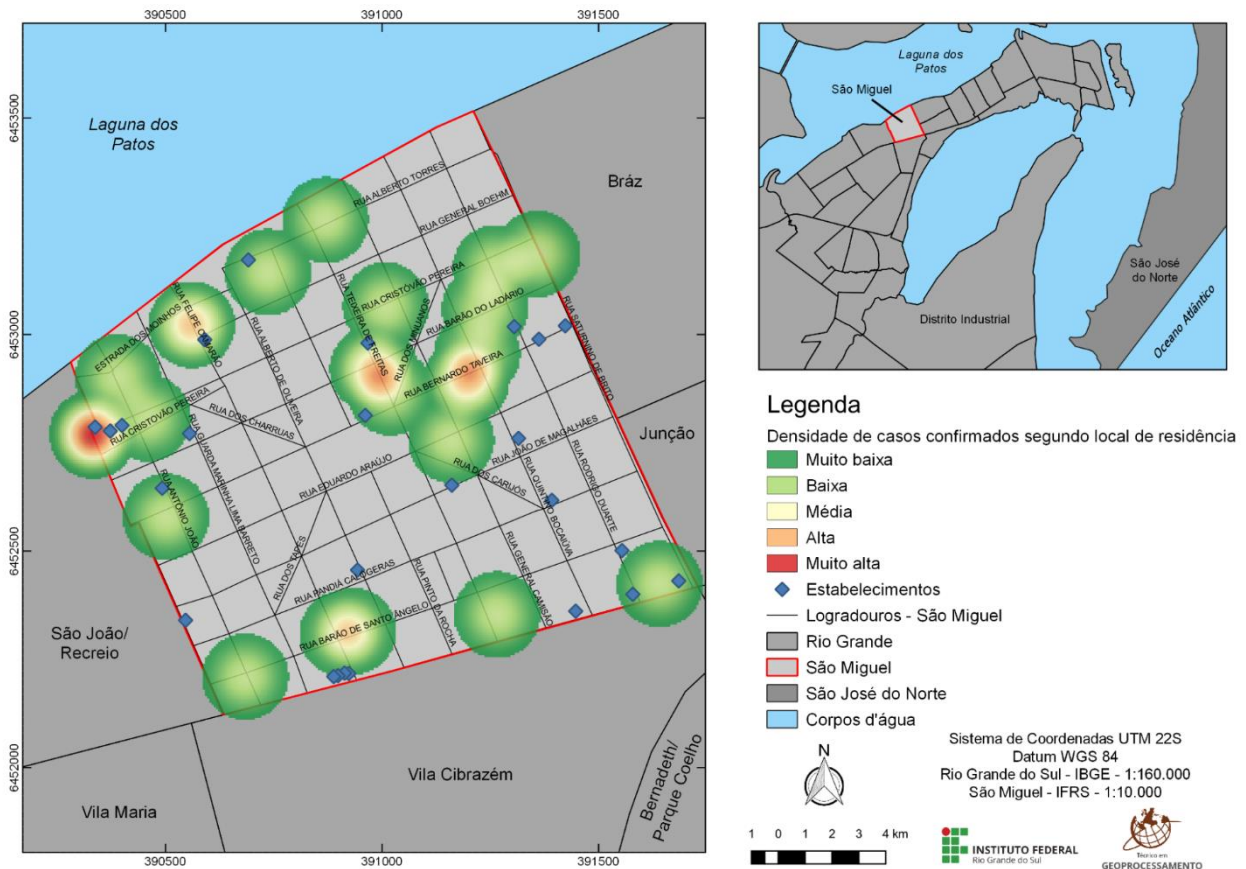
Figura 6 – Densidade de casos confirmados por SARS-COV-2 na localidade São Miguel em janeiro de 2021



Há uma série de considerações que podem estar associadas a densidade de casos apresentada na Figura 6. É possível, que a redução de casos, tenha ocorrido devido ao período de tempo percorrido entre um mês e outro (dezembro e janeiro), que possibilita a redução da contaminação, já que naquele momento o protocolo de isolamento era de 14 dias. No entanto, ainda não é possível associar a visita da Vigilância Sanitária na região, tendo em vista que a mesma ocorreu no final do mês de janeiro e a análise do mapas de calor é feita com o somatório de todos os casos confirmados no mês.

Já a Figura 7, refere-se aos casos que tiveram registros em fevereiro de 2021, sendo assim, aqueles registrados no mês após a fiscalização. Nota-se, a partir deste produto cartográfico, que há menor densidade de casos na localidade São Miguel nesse período. No entanto, assim como na Figura 6 há maior densidade na adjacência da localidade, neste caso a oeste, demonstrando que pode existir influência do São João/Recreio, localidade vizinha.

Figura 7 - Densidade de casos confirmados por SARS-CoV-2 na localidade São Miguel em fevereiro de 2021

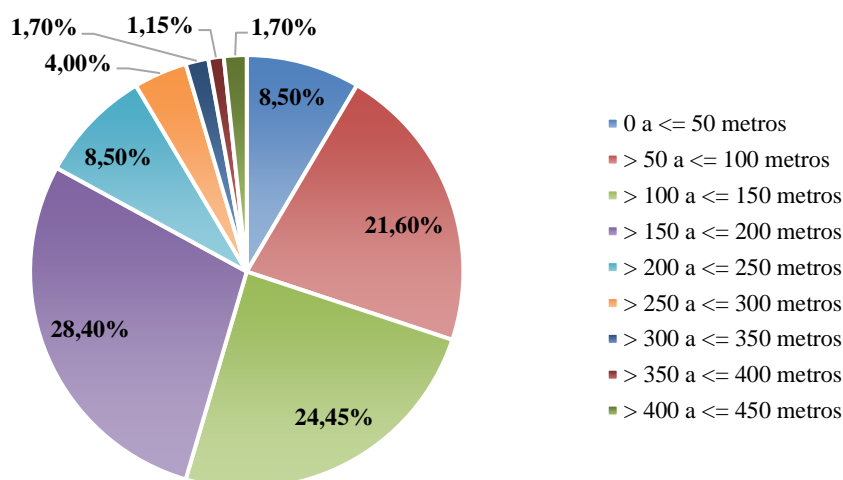


Percebe-se que em dezembro de 2020 a densidade de casos de Covid-19 foi maior do que nos outros dois meses, uma tendência de crescimento vista em todo o Rio Grande nos meses de 2020 como pode ser verificado em Duarte e Schuman (2022). E em janeiro de 2021, mês que as visitas começaram, ainda havia uma incidência maior do que em fevereiro do mesmo ano, por exemplo.

Assim, permite-se associar a presença da Vigilância Sanitária, a qual pode ter estimulado o uso de máscaras e álcool 70% pelos estabelecimento que não os faziam nos meses anteriores. Porém, não é possível confirmar que a ação da Vigilância Sanitária foi a única responsável pela redução da densidade dos casos. No entanto, há indícios que levam a crer que a fiscalização pode ter gerado resultados positivos para a contenção da disseminação do vírus na localidade São Miguel.

Através da aplicação da ferramenta de análise vetorial “distância para o ponto central mais próximo (pontos)” e a partir dos 24 estabelecimentos visitados que não cumpriam os protocolos de proteção foi possível gerar análises de estatística descritiva. Neste caso, o Gráfico 5 representa o percentual de casos confirmados para a menor distância do estabelecimento mais próximo.

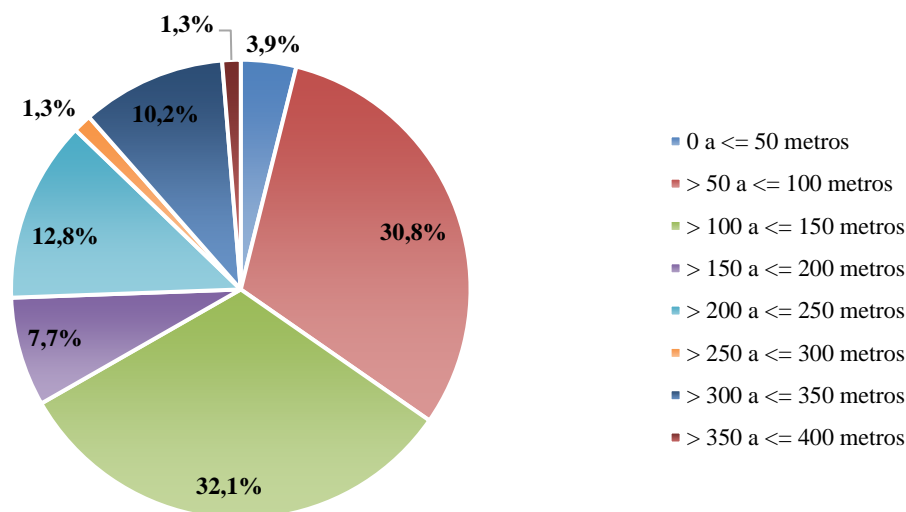
Gráfico 5 – Relação das distâncias dos estabelecimentos e os casos confirmados de Covid-19 em dezembro de 2020



É a partir do Gráfico 5 que se pode notar que há uma significativa parcela de casos confirmados por Covid-19 que se encontram em locais mais distantes, o que permite inferir que naquele período (dezembro de 2020) havia um alto grau de disseminação do vírus pela área da localidade São Miguel. Já que casos acima de 150 metros de distância dos estabelecimentos, compreendem um pouco menos de 50%. Como os estabelecimentos eram do ramo da mecânica, alimentação e estética, típicos comércios de bairro, pode-se inferir que estes tiveram influência no aumento do número de casos devido o não cumprimento dos protocolos.

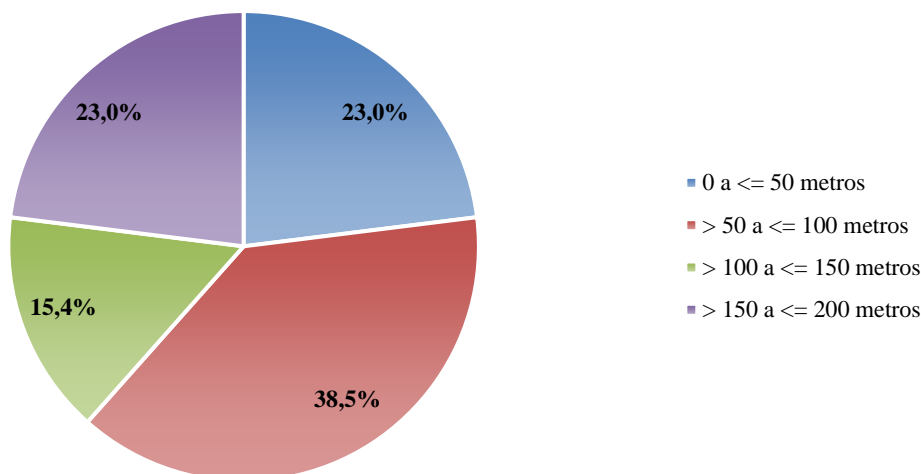
No Gráfico 6, a representação é referente ao período de janeiro de 2021. Verifica-se que os casos confirmados estão mais próximos dos estabelecimentos, ou seja, 62% das pessoas contaminadas se encontram a menos de 150 metros dos estabelecimentos.

Gráfico 6 – Relação das distâncias dos estabelecimentos e os casos confirmados de Covid-19 em janeiro de 2021



Uma das observações possíveis de se fazer a respeito do Gráfico 6, é que a redução da contaminação não é imediata, tendo em vista que o grande número de casos no mês anterior (dezembro), o que pode refletir no resultado de contaminados no mês subsequente. No mais, como a ação da Vigilância Sanitária ocorreu no final do mês de janeiro (entre 28/01/2021 a 01/02/2021), o resultado dessa fiscalização não é possível visualizar exatamente em janeiro, mas sim no mês seguinte representado pelo Gráfico 7.

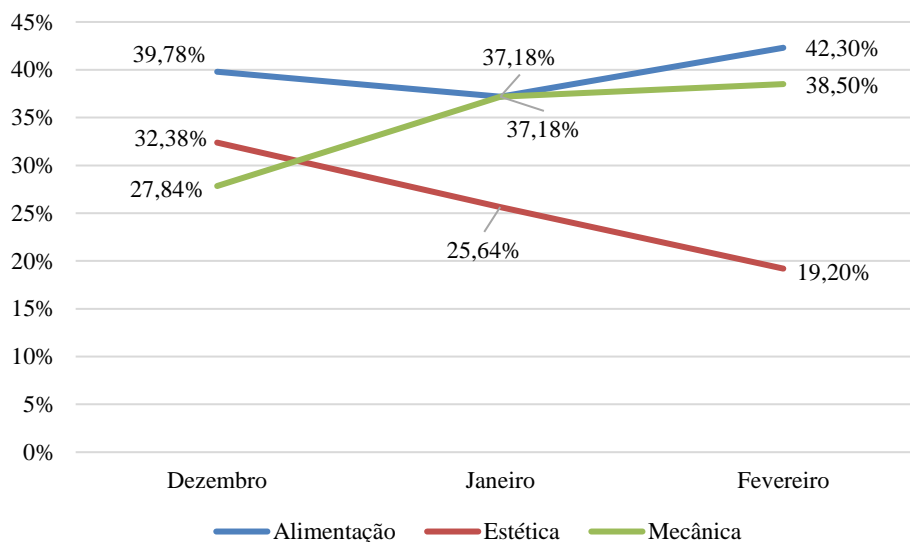
Gráfico 7 – Relação das distâncias dos estabelecimentos e os casos confirmados de Covid-19 em fevereiro de 2021



Percebe-se, a partir do Gráfico 7 que, além da redução no número de contaminados, houve uma significativa redução na disseminação do vírus para locais mais distantes. Concentrando-se em áreas específicas da localidade São Miguel, assim como já visualizado na Figura 7, o que possibilita indicar que, possivelmente, os casos confirmados estavam relacionados a moradores de uma mesma residência ou pessoas residentes em uma mesma rua.

O Gráfico 8 foi elaborado para possibilitar a verificação dos ramos que, em percentual, se encontravam mais próximos dos casos confirmados. Nota-se, portanto, que em dezembro de 2020 cerca de 40%, estavam próximos a estabelecimentos comerciais do ramo alimentação.

Já para o mês de janeiro, houve uma mudança dessa relação, em que há um crescimento da proximidade dos casos a estabelecimentos do ramo mecânica e uma mudança significativa da proximidade do ramo estética em relação ao mês anterior. No mês de fevereiro, o ramo da mecânica passa a ter maior percentual de casos confirmados à sua proximidade, ou seja, 42% e os estabelecimentos alimentação se mantém quase igual em relação a janeiro. No que desrespeito ao ramo da estética, nota-se que há uma grande mudança de valor percentual em relação aos meses anteriores.

Gráfico 8 – Relação das distâncias dos tipos de estabelecimentos e os casos confirmados de Covid-19 para os três meses

Não se pode estabelecer uma relação direta entre os resultados da análise e a ação da Vigilância Sanitária, porém ao notar que há uma redução no número de casos no mês seguinte, após a ação de fiscalização é possível indicar que há uma relação, mesmo que indireta. Também, é importante destacar que como a fiscalização ocorreu em um determinado período, não se pode definir que o estabelecimento nunca cumprisse as normas de proteção, bem como ao contrário, de sempre cumprir.

No mais, cabe destacar que tais análises, além de demonstrarem as possibilidades do geoprocessamento para verificação da eficiência de ações da gestão pública, indicam que tal método pode ser relevante para promover a prevenção de doenças como, por exemplo, a proposição do Índice de Privação Social (IPS), desenvolvido no início da pandemia por Faria et al. (2020) “para compreender a difusão da COVID-19 [...] conforme as diferentes condições sociais”. Da mesma forma, tecnologias de mapeamento e monitoramento, como o Painel Coronavírus Brasil (covid.saude.gov.br) e o Observatório COVID-19 BR (covid19br.github.io) (Santos Júnior et al., 2020), que permitiram planejar e conduzir ações adequadas para a redução da contaminação por SARS-CoV-2.

4. Conclusão

Com isso, é possível considerar que há uma relação espaço-temporal, mesmo que indireta, entre os casos de Covid-19 e os estabelecimentos comerciais, visto que o número de casos, de forma geral diminuiu, bem como a densidade dos mesmos na localidade São Miguel. Também, como há uma redução do número de casos e da disseminação de contaminados após a fiscalização da Vigilância Sanitária, pode-se estabelecer que tal ação gerou um resultado positivo. Para tanto, conclui-se que a intervenção da Vigilância Sanitária se mostrou eficiente, reduzindo o risco de contaminação da comunidade.

Cabe destacar a necessidade de uma análise que considere a influência das localidades adjacentes, sendo relevante verificar se houve um aumento de número casos nas mesmas, ou se redução também ocorreu após a fiscalização da Vigilância Sanitária. Tendo em vista que os estabelecimentos comerciais atendem não somente a população residente na mesma localidade, mas a comunidade próxima situada em localidades do entorno.

Por fim, tal estudo demonstra a relevância da contribuição das instituições de ensino à gestão municipal, por meio de parcerias firmadas através de programas de extensão. Sendo assim, espera-se que o trabalho

executado, por meio de usos de técnicas e ferramentas de geoprocessamento, ao longo dos dois anos de pandemia, auxilie a Secretária de Município da Saúde do Rio Grande e seus órgãos responsáveis na tomada de decisão, como a proposição decretos e campanhas a fim de diminuir da disseminação do vírus SARS-CoV-2 e outras doenças.

5. Agradecimentos

Agradecimento as contribuições da Carolina Larrosa de Oliveira Claro do curso de Geoprocessamento do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS), campus Rio Grande, assim como a Secretária Municipal da Saúde do município do Rio Grande e a Vigilância Sanitária pela disponibilização dos dados referentes ao trabalho realizado e o fornecimento de vagas de estágio vinculado a SMS.

6. Referências

AGÊNCIA BRASIL (2020). **Saiba em quais lugares o contágio pelo novo coronavírus pode ser maior**. Brasil, junho. Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/saude/noticia/2020-06/saiba-em-quais-lugares-o-contagio-de-Covid-19-pode-ser-maior>> Acesso em: 17/05/2022.

AGÊNCIA BRASÍLIA (2020). **Estabelecimentos devem ter cuidados para evitar coronavírus**. Brasil, março. Disponível em: <<https://www.agenciabrasilia.df.gov.br/2020/03/13/estabelecimentos-devem-ter-cuidados-para-evitar-coronavirus/>>. Acesso em: 17/05/2022.

Aquino, E. M. L., Silveira, I. H., Pescarini, J., Aquino R., & Souza-Filho, J. A. (2020). Medidas de distanciamento social no controle da pandemia de COVID-19: potenciais impactos e desafios no Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, 25 (1), 2423-2446.

Brasil (2007). **Introdução à Estatística Espacial para a Saúde Pública** (1a ed.). Brasília: Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Fundação Oswaldo Cruz.

Cardoso, P. V., Seabra, V. da S., Bastos, I. B., & Costa, E. de C. P. (2020). A importância da análise espacial para tomada de decisão: um olhar sobre a pandemia de COVID-19. **Revista Tamoios**, 16(1), 125-137.

Cruz, R. M., Borges-Andrade, J. E., Moscon, D. C. B., Micheletto, M. R D., Esteves, G. G. L., Delben, P. B., Queiroga, F., & Carlotto, P. A. C. (2020). COVID-19: emergência e impactos na saúde e no trabalho. **Revista Psicologia Organizações e Trabalho**, 20 (2), I-III.

Duarte, T. S., Schumann E. (2022). As redes urbanas e a difusão do SARS-COV2: Uma análise da Região de Saúde Sul do Rio Grande do Sul. **Revista Metodologias e Aprendizado**, 4, 139-150.

Estrela, F. M., Soares, C. F. S., Da Cruz, M. A., Da Silva, A. F., Santo, J. R. L., Moreira, T. M. De O., Lima, A. B., & Silva, M. G. (2020). Pandemia da Covid 19: refletindo as vulnerabilidades a luz do gênero, raça e classe. **Ciência & Saúde Coletiva**, 25(9), 3431-3436.

Faria, R.; Erthal, D. B.; Costa, T. C.; Rizzatt, M.; & Spode, P. L. C. (2020). Difusão da Covid-19 nas grandes estruturas territoriais do estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Hygea**, Edição Especial: Covid-19, 426-435.

GOVERNO FEDERAL (2022). **Painel Coronavírus**. Disponível em: <<https://covid.saude.gov.br/>> Acesso em: 18/05/2022.

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Aspectos Socioeconômicos da Covid-19: O que dizem os dados do município do Rio de Janeiro?** Brasília: IPEA, 2021.

JORNAL USP (2020). **Como mapas e dados espaciais ajudam a entender a pandemia e o mundo?**. São Paulo, abril. Disponível em: <<https://jornal.usp.br/universidade/como-mapas-e-dados-espaciais-ajudam-a-entender-a-pandemia-e-o-mundo/>> Acesso em: 17/05/2022.

Li, C. & Tang, H. (2022). Comparison of COVID-19 infection risks through aerosol transmission in supermarkets and small shops. **Sustainable Cities and Society**, 76, 103424.

Matsumoto, P. S. S.; Crepaldi, M. T.; Avanzi Júnior, P. S.; de Oliveira, M. B.; Regala, R. M. de S.; Rosseal, T. V.; & de Lima, J. P. P. C. (2020). Mapeamento de Covid-19 e Isolamento Social: Ferramentas de Monitoramento e Vigilância em Saúde Pública. **Hygea**, Edição Especial: Covid-19, 298-311.

MINISTÉRIO DA SAÚDE (2021). **Coronavírus: Como é transmitido?** Disponível em: <<https://www.gov.br/saude/pt-br/coronavirus/como-e-transmitido>> Acesso em: 18/05/2022.

Nunes, E. de P.; Leite, E. S.; & Carvalho, W. R. G. de. (2020). Rastreamento Geográfico da COVID-19 Segundo Fatores Socioeconômicos e Demográficos no Município de Uberlândia, Minas Gerais. **Journal of Health & Biological Sciences**, 8(1), 1-6.

PREFEITURA MUNICIPAL DO RIO GRANDE - PMRG (2021). **Boletim Epidemiológico – Semana Epidemiológica 02 de 2021**. Disponível em: <<https://www.riogrande.rs.gov.br/pagina/boletim-epidemiologico/>> Acesso em: 18/05/2022.

Ribeiro, D. L.; & Longaray, A. A. (2021). Dinâmica espaço-temporal da disseminação da COVID-19 em cidade localizada na fronteira Brasil-Uruguai. **Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics**, 8(1), 1-7.

Rizzatti, M.; Batista, N. L.; Spode, P. L. C.; Erthal, D. B.; De Faria, R. M.; Scotti, A. A. V.; Trentin, R.; Petsch, C.; Costa, I. T.; & Quoos, J. H. (2020). Mapeamento Covid-19 por meio da Densidade de Kernel. **Metodologias e Aprendizado**, 3, 44-53.

SABRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (2020). **Como donos de negócios podem proteger seus colaboradores do COVID-19**. Brasil, julho. Disponível em: <<https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/como-os-donos-de-negocio-podem-protoger-seus-colaboradores-do-Covid-19,96aee55858311710VgnVCM1000004c00210aRCRD>>. Acesso em: 17/05/2022.

Santos Júnior, C. J. dos; Costa, P. J. M. de S.; Silva, J. V. dos S.; Souza, A. K. P.; & Silva, J. P. (2020). **Hygea**, Edição Especial: Covid-19, 1-10.

Silva, J. L. B.; & Da Costa, F. R. (2021). Geotecnologias aplicadas no mapeamento da COVID-19 na Região Nordeste do Brasil. **Revista Tecnologia e Sociedade**, 17(46), 275-296.

Torres, C. C.; Villea, D.; Coelho, F. C.; Bastos, L. S.; Carvalho, L. M.; Gomes, M. F. C.; Cruz, O. G.; Lana,

R. M.; Vespignani, A.; Pastore y Piontti, A.; & Davis, J. T. (2020). 2º Relatório - Estimativa de risco de espalhamento da COVID-19 no Brasil e avaliação da vulnerabilidade socioeconômica nas microrregiões brasileiras. Disponível em: <<https://hdl.handle.net/10438/28942>>. Acesso em: 10/09/2022.

UNA-SUS (2020). **Coronavírus: Brasil confirma primeiro caso da doença**. Brasil, fevereiro. Disponível em: <<https://www.unasus.gov.br/noticia/coronavirus-brasil-confirma-primeiro-caso-da-doenca>> Acesso em: 17/05/2022.

Villela, D. A. M.; De Noronha, T. G.; Bastos, L. S.; Pacheco, A. G.; Cruz, O. G.; Carvalho, L. M.; Codeço, C. T.; Gomes, M. F. Da C.; Coelho, F. C.; Freitas, L. P.; Lana, R. M.; Porto, V. B. G.; Camacho, L. A. B.; & Struchiner, C. J. (2021). Effectiveness of Mass Vaccination in Brazil against Severe COVID-19 Cases. **medRxiv**, 15, 1-25.

Wang, J.; Huang, J.; Feng, Z.; Cao, S.; & Haghghat, F. (2021). Occupant-density-detection based energy efficient ventilation system: Prevention of infection transmission. **Energy and Buildings**, 204, 110883.