

ARTIGO ORIGINAL

**Geotecnologias aplicadas em estudos epidemiológicos sobre os casos de covid-19:
revisão narrativa**

*Geotechnologies applied in epidemiological studies on cases of covid-19: a narrative
review*

*Geotecnologías aplicadas en estudios epidemiológicos sobre casos de covid-19:
revisión narrativa*

Janiel Conceição da Silva¹ ORCID 0000-0001-9810-0322

Ana Cristina Pereira de Jesus Costa¹ ORCID 0000-0002-7845-307

Adriana Gomes Nogueira Ferreira¹ ORCID 0000-0002-7107-1151

Janaína Miranda Bezerra³ ORCID 0000-0002-4799-9638

Lívia Maia Pascoal² ORCID 0000-0003-0876-3996

Floriacy Stabnow Santos² ORCID 0000-0001-7840-7642

Marcelino Santos Neto² ORCID 0000-0002-6105-1886

¹Universidade Federal do Maranhão - Imperatriz, Maranhão, Brasil.

Endereço: Rua Bom Futuro, 32A, Vila Redenção I, Imperatriz, MA, Brasil.

Email: janiel.cs@discente.ufma.br

Submetido: 21/05/2022

Aceito: 16/07/2022

RESUMO

Justificativa e objetivos: a aplicação de geotecnologias é importante no auxílio do desenvolvimento de estudos epidemiológicos que visam identificar e distribuir eventos de saúde em populações e territórios específicos, além de verificar os fatores que influenciam na ocorrência desses eventos, com vistas à aplicação das evidências nas estratégias de planejamento e controle de doenças, como na pandemia de covid-19. Assim, o estudo objetivou apresentar as evidências científicas que vêm sendo produzidas sobre as geotecnologias aplicadas em estudos epidemiológicos sobre os casos de covid-19. **Métodos:** trata-se de uma revisão narrativa da literatura (RNL) de cunho descritivo. Para nortear o estudo, foi elaborada a seguinte pergunta de pesquisa: o que tem sido produzido sobre as geotecnologias aplicadas em estudos epidemiológicos sobre os casos de covid-19? A busca foi realizada em outubro de 2021, com emprego dos descritores *Geographic Information Systems AND Covid-19 OR SARS-CoV-2 AND Epidemiology*

AND Spatial Analysis na Biblioteca Virtual de Saúde, Scopus, Web of Science, Portal CAPES. De forma complementar, foi realizada busca por boletins epidemiológicos e cartilhas no site do Ministério da Saúde do Brasil. **Resultados:** foram selecionadas 19 fontes de informação que se enquadravam nos objetivos para construção da discussão, sendo elencadas três categorias de análise: *Aplicação das geotecnologias; Gestão da informação; Desafios dos estudos epidemiológicos que utilizam dados secundários.* **Conclusão:** evidenciou-se o uso das geotecnologias em estudos epidemiológicos sobre a covid-19 na identificação de áreas de risco para a disseminação da infecção. **Descritores:** Covid-19. Epidemiologia. Análise Espacial.

ABSTRACT

Background and objectives: the applied geotechnologies are essential in helping the development of epidemiological studies that aim to identify and distribute health events in specific populations and territories, in addition to verifying the factors that influence the occurrence of these events, intending to apply the evidence in strategies of disease planning and control as in the covid-19 pandemic. This study aimed to present the scientific evidence that has been produced on geotechnologies applied in epidemiological studies on cases of covid-19. **Methods:** this is a descriptive narrative literature review (NLR). To guide the study, the following research question was elaborated: what has been studied about applied geotechnologies in epidemiological research on covid-19 cases? The search was carried out in October 2021, using the descriptors Geographic Information Systems AND Covid-19 OR SARS-CoV-2 AND Epidemiology AND Spatial Analysis, in Virtual Health Library, Scopus, Web of Science, Portal CAPES. Complementarily, a search was carried out for epidemiological bulletins and booklets on the Brazilian Ministry of Health website. **Results:** nineteen sources of information were selected that fit the objectives for the discussion construction, with three categories of analysis being listed: *Geotechnology application; Information management; Challenges of epidemiological studies that use secondary data.* **Conclusion:** geotechnology use in epidemiological studies on covid-19 in identifying areas at risk for the infection spread was such remarkable.

Keywords: covid-19. Epidemiology. Spatial Analysis.

RESUMEN

Justificación y objetivos: la aplicación de geotecnologías es importante para ayudar al desarrollo de estudios epidemiológicos que tengan como objetivo identificar y distribuir eventos de salud en poblaciones y territorios específicos, además de verificar los factores que influyen en la ocurrencia de estos eventos, buscando aplicar evidencia en estrategias de planificación y control de enfermedades como la pandemia de covid-19. El objetivo de este estudio es presentar la evidencia científica que se ha estudiado sobre geotecnologías aplicadas en estudios epidemiológicos sobre casos de covid-19. **Métodos:** se trata de una revisión de literatura narrativa (RLN) de carácter descriptivo. Para orientar el estudio se elaboró la pregunta de investigación: ¿qué se ha producido sobre las geotecnologías aplicadas en estudios epidemiológicos sobre casos de covid-19? La búsqueda se realizó en octubre de 2021, utilizando los descriptores *Geographic Information Systems AND Covid-19 OR SARS-CoV-2 AND Epidemiology AND Spatial Analysis*, en la Biblioteca Virtual en Salud, Scopus, Web of Science, Portal CAPES. Complementariamente, se realizó una búsqueda de boletines y folletos epidemiológicos en el sitio web del Ministerio de Salud de Brasil. **Resultados:** fueron seleccionadas 19 fuentes de información que se ajustan a los objetivos para la construcción de la discusión,

siendo enumeradas tres categorías de análisis: *Aplicación de geotecnologías; Gestión de la información; Desafíos de los estudios epidemiológicos utilizando datos secundarios.*

Conclusión: se destacó el uso de geotecnologías en estudios epidemiológicos sobre covid-19 en la identificación de áreas de riesgo para la propagación de la infección.

Palabras clave: *Covid-19. Epidemiología. Análisis Espacial.*

INTRODUÇÃO

O avanço tecnológico e científico na atualidade tem sido marcado pelo progresso contínuo de métodos que buscam construir conhecimento com base na investigação de fenômenos espaciais. Assim, as ferramentas tecnológicas contribuem no levantamento, análise e interpretação das informações espaciais, visando auxiliar no processo de planejamento e gestão em saúde com a caracterização dos territórios.¹

O geoprocessamento surge como um instrumento válido na realização de pesquisas na área da saúde, pois seleciona características de dados sobre doenças e/ou agravos, com a finalidade de distribuí-las em um espaço geográfico. Trata-se de um processo que resulta na representação gráfica de relações ambientais e sociais que podem ser determinantes do processo saúde-doença.²

Ademais, é um método que representa de maneira quantitativa a distribuição de agravos em áreas incidentes e está disponível em sistema de informação geográfica (SIG), tornando possível a coleta, o processamento e a análise dos dados, por tratar-se de um recurso tecnológico que atua frente a uma base de dados gráfica, auxiliando na distribuição do evento com um conjunto de *softwares*, metodologias e dados de investigação.^{3,4}

Diante disso, as geotecnologias contribuem no desenvolvimento de estudos epidemiológicos que visam identificar e distribuir eventos de saúde em populações e territórios específicos, além de verificar os fatores que influenciam a ocorrência desses eventos, com vistas à aplicação das evidências nas estratégias de planejamento e controle de doenças.⁵

A exemplo da pandemia de covid-19, que emergiu de forma acelerada, novos problemas de saúde pública necessitam de investigação para identificar como esses eventos se distribuem no espaço e quais os fatores associados à sua evolução.⁶ Globalmente, registraram-se, até 18 de maio de 2022, 520.372.492 casos confirmados de covid-19, incluindo 6.270.232 óbitos.⁷

A covid-19 pode apresentar-se como Síndrome Gripal (SG) ou como Síndrome Respiratória Aguda Grave (SRAG), que apresenta sintomas respiratórios mais graves.⁸

Sendo assim, a emergência causada pela pandemia demanda empenho dos sistemas de saúde pelo mundo para suprir as necessidades dos pacientes de maneira rápida e eficaz.⁹ Acrescenta-se ainda que a produção de conhecimento sobre a doença com o uso de geotecnologias ajuda na compreensão da dinâmica espaço-temporal e pode contribuir para o planejamento e tomada de decisão para mitigação da doença.

Desse modo, estudos mais recorrentes perfazem as análises espaço-temporais e mapeamento de doenças, saúde e geografia social, variáveis ambientais, mineração de dados e *web*-mapeamento.¹⁰

Globalmente, os SIG são utilizados como fontes de dados em tempo real, permitindo o monitoramento da epidemiologia da morbimortalidade pela covid-19 nos territórios acometidos.¹⁰ Destarte, objetivou-se apresentar as evidências científicas que vêm sendo produzidas sobre as geotecnologias aplicadas em estudos epidemiológicos sobre os casos de covid-19.

MÉTODO

Trata-se de uma revisão narrativa da literatura (RNL) de cunho descritivo, tendo como tema a aplicação das geotecnologias em estudos epidemiológicos sobre a covid-19. Por meio da produção de discussão sobre o material levantado em forma de ensaio teórico, a investigação do tema permite a fundamentação teórica para fomentar trabalhos científicos.¹¹

Seguiram-se as seguintes etapas para elaboração da RNL: elaboração da pergunta de pesquisa; definição das estratégias de busca; escolha das bases de dados; emprego dos critérios de inclusão e exclusão; definição do recorte temporal; extração de dados; análise dos dados; e apresentação da RNL.¹¹

Para nortear o estudo, foi elaborada a pergunta de pesquisa: o que tem sido produzido sobre as geotecnologias aplicadas em estudos epidemiológicos sobre os casos de COVID-19? Foram observados o tema, a temática e o refinador, a partir da pergunta de pesquisa para nortear a escolha dos descritores. Assim, “geotecnologias” refere-se ao tema, “COVID-19”, à temática, e “estudos epidemiológicos”, ao refinador remete ao contexto.

Foi realizada a busca pelos descritores presentes em Descritores em Ciências e Saúde (DeCS) e *Medical Subject Headings* (MeSH), usando apenas os descritores em inglês do MeSH e os operadores booleanos *AND* e *OR*. Assim, a busca foi realizada

utilizando a combinação (*Geographic Information Systems AND Covid-19 OR SARS-CoV-2 AND Epidemiology AND Spatial Analysis*).

A coleta de dados ocorreu em outubro de 2021 nas bases de dados *Medical Literature Analysis and Retrieval System Online* (MEDLINE) e Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS), via Biblioteca Virtual de Saúde (BVS), além das bases de dados Scopus e *Web Of Science* e no Acervo da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) de dissertações, livros/capítulo de livros e documentos governamentais. De forma complementar, foi realizada busca por boletins epidemiológicos e cartilhas no *site* do Ministério da Saúde do Brasil.

Após a realização de pesquisa nas fontes de dados, foram exportados os arquivos na extensão RIS, que contêm informações salvas em formato de texto. Em seguida, as extensões foram importadas no Rayyan, um aplicativo *web* gratuito que auxilia na seleção de estudos para revisões e metanálises,

Foram incluídos artigos publicados até outubro de 2021 nos idiomas português, inglês ou espanhol, que abordassem a aplicação das geotecnologias em estudos epidemiológicos sobre os casos de covid-19 em diferentes contextos do mundo. Foram excluídos estudos que abordassem questões sobre mobilidade, luto, mortalidade, desenvolvimento de sistemas de vigilância geoespacial e estudos que não tivessem como amostra dados de morbidade da covid-19.

Conforme os critérios de elegibilidade definidos, seguiram-se os seguintes passos: leitura do título e resumo no Rayyan; seleção dos estudos que contemplassem a pergunta de pesquisa; análise na íntegra dos textos que responderam à pergunta de pesquisa; extração dos dados por meio de um roteiro de coleta; e a realização da leitura interpretativa e a redação da revisão narrativa.

Foi elaborado um instrumento de coleta de dados delineado para responder à questão de pesquisa, utilizando a planilha Excel[®], disponível com Microsoft 365[®], com os seguintes tópicos: identificação dos autores e ano de publicação; objetivo(s); cenário da pesquisa; fonte de dados; análise; modelo e/ou técnica utilizada; ferramenta/*software* utilizado; e limitações.

Como as produções se referem à autoria de um pesquisador, a revisão seguiu os preceitos de Lei 9.610/98, onde as informações das produções analisadas foram descritas e citadas fidedignamente, conforme apresentadas pelos autores.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a seleção dos estudos, foi realizada a leitura do título e resumo no Rayyan, sendo selecionados os que respondessem à pergunta de pesquisa. Posteriormente, foi realizada a leitura dos textos selecionados, excluindo-se estudos que abordavam questões sobre mobilidade, luto, mortalidade e desenvolvimento de sistemas de vigilância geoespacial. Os artigos que permaneceram na amostra final passaram por extração dos dados, por meio de um roteiro de coleta. O esquema de seleção do artigo está apresentado na Figura 1.

Na Figura 1, consta o esquema para seleção dos artigos, detalhando o caminho percorrido.

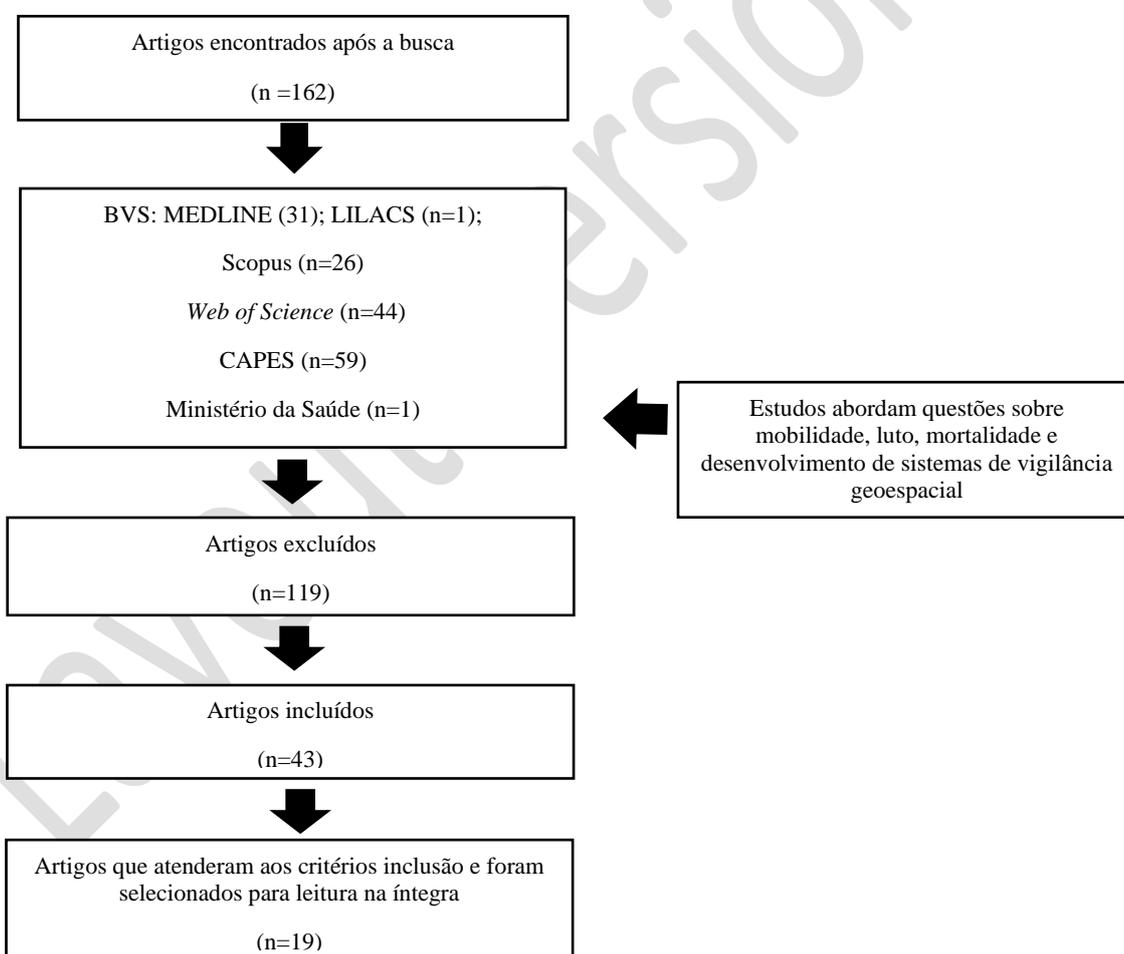


Figura 1. Esquema da seleção dos materiais incluídos na revisão narrativa

Dos dezenove materiais analisados, constatou-se que (18) 95,0% são referentes a artigos e (1) 5,0% são referentes a boletim epidemiológico. Dentre as obras, apenas uma foi realizada no território nacional e publicada em língua portuguesa, enquanto dezoito foram publicações em língua inglesa. Verificou-se volume inexpressivo de publicações,

como cartilhas, *checklists*, recomendações técnicas sobre as geotecnologias e sua aplicação em estudos epidemiológicos, destacando a importância do desenvolvimento de outros materiais para o direcionamento e auxílio no desenvolvimento desse tipo de pesquisa. Os principais cenários de publicação foram Estados Unidos, com (5) 27,0%, China, com (4) 22,0%, Irã e Continente Africano, com (2) 11,0% do total de materiais incluídos.

A maioria dos estudos utilizou como fonte dados secundários provenientes de sistemas nacionais de vigilância de doenças, repositórios e dados públicos de relatórios diários de institutos governamentais e tiveram como principal aplicação o uso de técnicas de mapeamento com aplicação, principalmente, da análise de autocorrelação espacial e análise de mapas de calor.

No Quadro 1, destacam-se autores, objetivo(s), cenário de pesquisa, fonte de dados análise, modelo e/ou técnica utilizada, ferramentas/*softwares* utilizados e limitações.

Quadro 1. Distribuição dos materiais incluídos na revisão. Imperatriz, Maranhão, Brasil 2022

Autores	Objetivo(s)	Cenário	Fonte de dados	Análise, modelo e/ou técnica utilizada	Ferramentas/software's utilizados	Limitações
OROSZI <i>et al.</i> , 2021	Descrever a morbidade, mortalidade, letalidade e aumento da mortalidade do covid-19 em um estudo nacional de municípios da Hungria, explorando a associação com o nível socioeconômico.	Hungria	Sistema de Vigilância de Doenças Notificáveis da Hungria, operado pelo Centro Nacional de Saúde Pública (NPHC).	Distribuição espacial com técnica bayesiana suavizada.	<i>Scan Statistic - SaTScan; The Rapid Inquiry Facility (RIF)</i> .	A subnotificação dos casos e o não acesso aos dados sobre as testagens que fragilizam a inferência de que as áreas com menor incidência (áreas carentes) apresentam deficiência no sistema de saúde com menores testagens.
HASSAAN, et al., 2021	Identificar o melhor modelo baseado em SIG que pode explorar, quantificar e modelar os determinantes da incidência e fatalidade da covid-19.	Continente Africano	Portal da Organização Mundial da Saúde (OMS), Grupo Banco Mundial e Observatório de Saúde Global.	Análise de autocorrelação espacial (Índice de Moran), <i>Ordinary Least Squares (OLS)</i> e <i>Geographically Weighted Regression (GWR)</i> .	ArcGIS.	Dados ausentes ou incompletos. Precisão dos relatórios de incidência foi o principal obstáculo.
OZDENEROL, E.; SEBOLY, J. et al, 2021	Associar as características do estilo de vida à infecção por covid-19 e às taxas de mortalidade em nível de condado dos Estados Unidos e mapear sequencialmente o impacto da covid-19 em diferentes segmentos do estilo de vida.	Estados Unidos	Dados de Localização da Esri, dados de morbidade da <i>USAFacts</i> .	Técnica de mapeamento, análise de autocorrelação espacial.	SIG.	Trata-se de um estudo populacional, sujeito a viés de subnotificação, além dos estilos de vida de um condado não representar todas as famílias daquele condado. Os resultados inferidos para um grupo não podem ser levados em consideração para o nível individual.
HENNING et al., 2021	Identificar os fatores sociais, geográficos e econômicos que contribuíram para uma maior prevalência de covid-19.	Pensilvânia, Estados Unidos	Dados de testes positivos para covid-19, prontuário eletrônico e banco de mapas do Google.	Técnicas de mapeamento, distribuição espacial da prevalência, dependência espacial.	ArcGIS Desktop 10.7.	Subnotificação dos casos e os resultados podem ser subestimados se um número significativo de pessoas testado como positivo estiverem em códigos postais diferentes do observado no estudo.

Quadro 1. Distribuição dos materiais incluídos na revisão. Imperatriz, Maranhão, Brasil 2022

GANGWAR, H. S; RAY, P. K. C., <i>et al</i> 2021	Identificar os fatores sociais, geográficos e econômicos que contribuíram para uma maior prevalência de covid-19.	Índia	Site COVIDÍndia e Escritório do Registrador Geral, Comissário do Censo da Índia e Painel de Doenças Coronavírus da OMS.	Técnicas de mapeamento, distribuição espacial e temporal.	SIG.	Subnotificação, inconsistência de dados e falácia ecológica.
QI et al., 2021	Analisar os dados de casos confirmados em laboratório na província de Shandong e descrever as características epidemiológicas e cadeias de transmissão de covid-19, para explicar os detalhes da transmissão entre contatos próximos.	Shandong, China	Registros laboratoriais, anuário estatístico de Shandong e censo na Província de Shandong.	Distribuição espacial, varredura espacial e espaço-temporal com uso do modelo de Poison.	Software R 3.6.0, SaTScan v9.6 e ArcGIS 10.5	Subnotificação e falácia ecológica.
POURGHASEMI, et al 2020	Analisar os fatores de risco de surto de coronavírus para identificar as áreas de alto risco de infecção e avaliar o comportamento da infecção na província de Fars, Irã.	Província de Fars, Irã	Ministério da Saúde e Educação Médica do Irã.	Análise de séries temporais, modelo autorregressivo.	Algoritmo de aprendizado de máquina baseado em SIG.	Subnotificação e inferências para grupos não podem ser consideradas para o nível individual.
MOHAMMADEBRAHIMI, et al., 2021	Investigar as características epidemiológicas dos casos de covid-19 no nordeste do Irã por meio do mapeamento da tendência espaço-temporal da doença.	Irã	Universidade de Ciências Médicas de Mashhad (MUMS).	Estimativa do kernel da densidade e autocorrelação espacial (Índice de Moran).	Software R versão 4.0.5 (<i>R Foundation for Statistical Computing</i>) e <i>Microsoft Excel</i> 2016.	Ausência de dados sobre pacientes que ainda estavam hospitalizados no momento da notificação. A dinâmica espacial e espaço-temporal precisa ser estudada por um período mais longo, a fim de fornecer soluções mais eficazes.
LIU et al., 2021	Analisar a propagação espaço-temporal de covid-19 em Wuhan e seus fatores de influência.	Wuhan, China	Sistema nacional de vigilância de doenças infecciosas, dados populacionais dos anuários estatísticos publicados por Wuhan em	Tendência da distribuição do número de casos, Índice de Moran.	Software R (versão 3.6.2), ArcGIS 10.2 e GeoDa 1.14.0.0.	O desenho do estudo observacional retrospectivo impede a inferência causal. Em segundo lugar, devido à data, foram extraídos do

			2018 e número de espaços públicos do <i>Google Maps</i> .			sistema nacional de vigilância de doenças infecciosas. Outros fatores, como período de incubação, estratégias de tratamento médico e estado vital, não estavam disponíveis.
LADOY, et al 2021	Caracterizar a dinâmica espacial e temporal da primeira onda de infecções por SARS-CoV-2 no estado de Vaud (oeste da Suíça) por meio da detecção e localização de <i>clusters</i> .	Vaud, Suíça	Resultados dos testes para SARS-CoV-2 RT-PCR realizados pelo Laboratório de Microbiologia do Hospital Universitário de Lausanne (CHUV).	MST-DBSCAN (Agrupamento Espacial Baseada em Densidade de Aplicações com Ruído).	<i>Software SaTScan</i> (versão 9.6.1).	Os resultados remetem a aglomerados, e as inferências podem não se manter no nível individual
WU, J.; SHA, S. et al 2021	Identificar os padrões dos casos covid-19 nos EUA.	Estados Unidos	Universidade Johns Hopkins acessados publicamente no <i>site</i> do GitHub.	Índice de Moran, componente de tendência, componente sazonal e residual, Análise de agrupamento <i>K-means</i> .	<i>Spatial autocorrelation (Global Moran's I)</i> no ArcGIS 10.1, pacote " <i>scikit learn</i> " do Python 3.7.	Dados de covid-19 apenas em nível de condado, não podendo explorar <i>clusters</i> em unidades espaciais menores. O agrupamento <i>K-means</i> tem sua própria fragilidade, e a separabilidade linear de dados e a seleção do valor K provavelmente influenciam os resultados do agrupamento. Não houve investigação de fatores de risco ou covariáveis para covid-19.
OLUYOMI et al., 2021	Avaliar as associações entre 29 características de nível de bairro e a incidência de covid-19 do Condado de Harris, Texas.	Condado de Harris, Texas (EUA)	Pesquisa da Comunidade Americana (ACS), dados de 2014-2018.	Técnica de regressão binomial negativa (NBR), regressão de Poisson geograficamente ponderada (GWPR).	<i>Geostatistics Wizard</i> no ArcGIS Pro 2.6, <i>Stata</i> 16.0.	Uso de dados secundários disponibilizados pelas autoridades de saúde pública, não podendo garantir se são precisos e oportunos. Acesso inadequado a testes e resultados de testes atrasados podem

						comprometer a amostra, e as variáveis independentes utilizadas no estudo podem não abranger todos os fatores que influenciam a transmissão da covid-19.
FASONA et al., 2021	Identificar áreas de vulnerabilidade para a ocorrência de casos de covid-19.	Nigéria, África Ocidental	Centro de Controle de Doenças da Nigéria (NCDC).	Distribuição e autocorrelação espacial, análise de regressão múltipla.	Banco de dados foi carregado do ArcGIS para o <i>software</i> IBM SPSS <i>Statistics</i> 20.	Incompletude dos dados acessados, subnotificação.
BUSEMA et al., 2020	Identificar a distribuição dos casos de iniciais de covid-19 utilizando <i>Topological Weighted Centroid</i> (TWC).	Itália	Repositório oficial de proteção civil italiano.	Técnicas de mapeamento, análise de mapas de calor.	Algoritmo evolutivo TWC.	Poucos dados, como latitude e longitude de cidades onde foi detectado pelo menos um caso de covid-19.
LIAO et al., 2020	Analisar a epidemia de covid-19 em área empobrecida, avaliar o efeito de controle e explorar estratégias de controle futuras.	Liangshan, China	Dados coletados da Província de Liangshan do Sistema de Informação de Notificação de Doenças Infecciosas de Notificação (NIDRIS) e Infraestrutura de Compartilhamento de Dados da Ciência do Sistema Terrestre.	Técnicas de mapeamento, análise espacial e temporal.	<i>Softwares</i> Excel 2010, e SPSS 17.0 e ArcGIS10.2	Poucos casos, não sendo possível calcular a incidência ou analisar a tendência da epidemia, dificuldade de compartilhamento de informações entre as regiões, não podendo rastrear a fonte de infecção dos oito casos importados.
RAMÍREZ, I.; LEE, J. 2020	Investigar os padrões espaciais de emergência de covid-19 em condados do Colorado.	Colorado, Estados Unidos	Dados públicos de relatórios diários e informações geoespaciais do CDPHE* e seu portal de dados abertos.	Técnicas de mapeamento, distribuição da incidência, análise de mapas de calor.	ArcGIS Pro, IBM-SPSS, algoritmo de distância ponderada inversa (IDW).	Curto período de tempo e o contexto de rápida evolução da pandemia, que incluíram mudanças nas contagens de novos casos e mortes à medida que novas informações atualizam resumos diários anteriores publicados online.
FAN et al., 2020	Determinar a epidemiologia da doença coronavírus (covid-19) em uma região remota da China.	Província de Gansu, China	<i>Site</i> oficial do Centro Provincial de Gansu para Controle e Prevenção de Doenças.	Indicadores locais de associação espacial (LISA) (Índice de Moran local), Teste Exato de Fisher, testes não	<i>Software</i> ArcGIS 10.2.2.	Dificuldade de calcular a incidência em nível de condado ou estimar os fatores de risco que afetam a transmissão de SARS-

				paramétricos de Brown-Mood.		CoV-2 na Província de Gansu, devido ao número relativamente pequeno de casos e ao curto período de estudo.
ROHLEDER, S.; BOZORGMEHR, K. et al 2021	Analisar a epidemiologia espaço-temporal da incidência de SARS-CoV-2 e mortes associadas a nível distrital desde o início da pandemia na Alemanha.	Alemanha	Instituto Robert-Koch, sistema de relatórios sociais em estatísticas e agência federal de cartografia e geodésia.	Modelo espaço-temporal Bayesiano.	<i>Software R (V. 3.6.3)</i> , pacote R-INLA e pacote tmap.	As limitações dos dados de notificações não podem ser resolvidas com as análises propostas. As variações locais e adaptações da diretriz de teste nacional podem afetar as variações de incidência.
BRASIL, 2021	Apresentar a análise referente à semana epidemiológica 38 de 2021.	Brasil	Diários informados pelas Secretarias Estaduais de Saúde (SES) ao Ministério da Saúde.	Técnica de mapeamento, análise espaço temporal.	SIG.	Subnotificação de casos e sujeito a erros nos processos de extração, tratamento e limpeza na base de dados.

*Departamento de Saúde Pública e Meio Ambiente do Colorado.

Após a leitura dos documentos, buscou-se compreender como têm sido realizados os estudos epidemiológicos sobre os casos de covid-19 com a utilização de geotecnologias. Assim, a discussão dos conteúdos foi dividida nas seguintes categorias de análise: *Aplicação das geotecnologias; Gestão da informação; Desafios dos estudos epidemiológicos que utilizam dados secundários.*

Aplicação das geotecnologias

As geotecnologias são utilizadas no mapeamento de áreas de risco, buscando respostas frente ao agravamento em diversos cenários no mundo, com destaque aos Estados Unidos e China, para identificação da distribuição da doença no espaço, assim como os fatores associados.¹⁰ Estudos evidenciam características sociais, como baixa alfabetização e áreas empobrecidas, como fatores que contribuem para maior ocorrência da covid-19, por serem fatores associados às áreas com sistema de saúde fragilizados e vulneráveis a surtos.¹²

Entre os fatores geográficos que contribuem para a maior ocorrência, estavam áreas com grandes aglomerados populacionais, que são polos turísticos e atraem visitantes de diversas áreas, proporcionando maior probabilidade de infecção.¹³ Quanto aos fatores econômicos, estudo apontou que grupos socioeconômicos em situações econômicas desfavoráveis apresentam maior risco de propagação da pandemia de covid-19.¹⁴ Assim, a identificação de fatores sociais, geográficos e econômicos pode contribuir com informações que irão auxiliar a gestão dos serviços de saúde.

Diversas estratégias para o mapeamento dos dados foram utilizadas na abordagem dos casos de covid-19 no mundo, como a estatística bayesiana. Esse método pode ser utilizado como inferência estatística de dados espaciais, estimando parâmetros da população acometida, testando hipóteses e estabelecendo a correlação presente nos dados.¹⁵ Tal método foi utilizado em estudos realizados na Hungria¹⁶ e na Alemanha¹⁷ e buscaram, respectivamente, identificar a associação dos casos de covid-19 com os fatores socioeconômicos e com o nível distrital, sendo identificados distritos com alto risco para a disseminação da doença e a privação social como fator de risco para um pior prognóstico.

O Índice de Moran foi outra tecnologia frequentemente empregada na realização de estudos epidemiológicos, sendo utilizada como medida para identificar a autocorrelação espacial e averiguar a existência ou não de condicionantes e o padrão espacial com uso de indicadores de morbimortalidade, que podem ser associados com

indicadores socioeconômicos e sociodemográficos, de condições sanitárias e segregação espacial.¹⁸

O Índice de Moran Global tem como objetivo identificar padrões de distribuição espacial dos indicadores. Em estudos sobre a covid-19, o uso dessa tecnologia visa à determinação dos fatores de influência da incidência.¹⁹⁻²¹ Enquanto isso, o Indicador Local de Associação Espacial (LISA) é utilizado com vistas à identificação de aglomerados localmente e suas significâncias estatísticas.

Estudo realizado na Província de Gansu, China, utilizou aplicação de técnicas mistas e identificou o tipo e grau de aglomeração espacial com o uso do Índice de Moran Global e pontos quentes estatisticamente significativo por meio da estimativa do kernel da densidade.²²

Nos Estados Unidos, estudos utilizaram técnicas geoestatísticas para identificação da autocorrelação espacial entre variáveis econômicas, sociais e ambientes com a ocorrência da doença e para identificação de fatores que proporcionam o aumento no número de casos de covid-19.^{23,24} Em uma comunidade na Pensilvânia, foi observada autocorrelação espacial da ocorrência de casos com o número de superlojas (grande área de venda, superior a de um supermercado tradicional com cerca de 25 a 36 *checkouts*), por Código de Endereçamento Postal (CEP), durante as primeiras quatro semanas e entre as primeiras seis semanas de propagação.²³

A técnica de varredura espacial é aplicada comumente para identificação de prováveis *clusters* relacionados a doenças que atingem a população. Como resultado, identifica como determinada doença está distribuída no território – uniformemente ou heterogeneamente – detectando *clusters* de proteção ou risco com significância estatística para determinada doença e/ou agravo.²⁵

A aplicação da técnica de varredura espacial revelou a dinâmica de evolução da covid-19 em estudo realizado na China, destacando questões sobre transmissão entre contatos próximos.¹³ O estudo teve o objetivo de auxiliar os sistemas de vigilância da doença quanto ao direcionamento de intervenção aos locais que demandam mais atenção, contribuindo com a agilidade do processo de combate à pandemia.²⁵

Os modelos de regressão de Poisson são comumente usados para modelar a contagem de dados em resposta a uma variável dependente. Esses modelos auxiliam na determinação de efeito preditor da ocorrência de eventos no espaço ou em variáveis dependentes na resposta a uma variável independente. Na Costa Rica, a aplicação do

modelo com uso de dados sobre covid-19 permitiu por meio de gráficos visualizar o comportamento dos casos ativos.²⁶

Na Nigéria, um estudo com aplicação da análise de regressão múltipla evidenciou o panorama espacial de vulnerabilidade para a disseminação da infecção por covid-19 usando 12 condutores espaciais referentes à proximidade de aeroportos, tráfego rodoviário e fluxo de pessoas de fora do país, identificando que entre 96,6 e 99,0% da variação total nas infecções covid-19 pode ser explicada pelos preditores aplicados.²⁷

O mapeamento da covid-19 por meio do kernel da densidade consiste em quantificar as relações dos pontos dentro de um raio (R) de influência e analisar os padrões de um conjunto de dados. A técnica de kernel suaviza a superfície, calculando a densidade para cada área sob investigação.²⁸ Sua aplicação técnica foi evidenciada em um estudo realizado no Irã,²⁹ com padrões espaço-temporais dos casos de covid-19 confirmados, ao longo de oito períodos de tempo, sendo observadas áreas de risco suburbanas, locais em que a doença se espalhou rapidamente para o centro da cidade.

No estado do Colorado (Estados Unidos), a identificação de áreas quentes para a ocorrência da doença identificou que os determinantes sociais relacionados aos casos graves de covid-19 foram densidade populacional, pobreza e desemprego, sugestivos de áreas rurais.²⁴

Além das técnicas até aqui citadas, outras foram utilizadas, como o modelo autorregressivo na análise de séries temporais, que busca prever a ocorrência de futuros casos e identificar áreas de risco para evolução da infecção, empregado em um estudo realizado na Província de Fars, Irã.³⁰

A aplicação das geotecnologias também foi observada nos boletins epidemiológicos emitidos pelo Ministério da Saúde do Brasil, com registro da dinâmica de redução, estabilização e incremento do registro de novos casos de covid-19 e representação da distribuição espacial das taxas de incidência entre as unidades federativas. Sua aplicação traz informações importantes de forma didática, facilitando a visualização e a compreensão de como a covid-19 tem se distribuído.³¹

No entanto, é evidente, nesta investigação, a escassez de outros materiais que não sejam artigos científicos e que auxiliariam em uma ampla elucidação dos conhecimentos que estão sendo produzidos sobre a temática, como cartilhas e manuais.

Gestão da informação

Esta fundamentação se refere às diversas estratégias sobre a gestão de informação, aspecto fundamental na realização do armazenamento, tratamento e análise dos dados para o desenvolvimento de produtos e serviços de saúde.³²

Estudos que trabalham com séries de casos têm como intenção conhecer o comportamento da doença, distribuindo os eventos por variáveis categóricas com aspectos clínico-epidemiológicos e sociodemográficos e realizando análises em função do tempo e espaço. A dimensão mais ampla desses estudos se refere à representação de um conjunto de casos que são notificados nos sistemas de informação para doenças ou agravos de notificação compulsória.⁵

Assim, as estratégias para realização desses estudos demandam uma série de procedimentos para viabilizar a coleta de dados para caracterização de um evento. Existem diferentes estratégias para aquisição de informações, como o aproveitamento de dados existentes, que já se encontram registrados, ou o uso de dados coletados via exames laboratoriais ou entrevistas que ainda não foram registrados, além de dados não existentes que são gerados mediante aplicação de uma intervenção.⁵

Com a aplicação das geotecnologias na análise dos casos de covid-19, foi possível observar que a maioria das obras tem como fonte dados secundários provenientes principalmente de sistemas nacionais de vigilância de doenças, repositórios, dados públicos de relatórios diários de institutos governamentais,^{16,17,20,22,24,27,30,31,33} prontuários eletrônicos,²³ dados laboratoriais^{13,29,34} e coleta de dados do portal da OMS.^{14,19}

Além disso, estudos utilizam o Observatório de Saúde Global da OMS para identificar fatores associados à doença, uma vez que o portal disponibiliza análises e relatórios sobre a saúde global com dados estatísticos por países e mapas dos padrões das doenças investigadas.^{19,35}

Para associação de determinantes de saúde com a ocorrência da covid-19, estudos utilizam dados de portais de acesso livre para coleta de dados sobre densidade populacional, pobreza, desemprego e área de concentração dos casos, além de sistemas e programas com relatórios sociais, demográficos e de cartografia utilizados na determinação da incidência e associação de casos em nível de bairro e distrito.^{17,24}

Desafios dos estudos epidemiológicos que utilizam dados secundários

A análise epidemiológica de doenças, principalmente as doenças emergentes, merece atenção sobre a questão da subnotificação de casos, que está intimamente relacionada com a realização incipiente dos testes. Um estudo realizado no estado de

Santa Catarina, que levou em consideração as primeiras 16 semanas epidemiológicas e teve como base o número de hospitalizações por SRAG em 2020, estimou que a subnotificação de registros de casos de covid-19 tenha se aproximado de 82%.³⁶

A subnotificação é um viés usualmente descrito em estudos epidemiológicos, aplicável também para os que trazem abordagens sobre os casos de covid-19.^{13,14,16,23,30,31,37,38} Esse viés cria subespaços de silêncios epidemiológicos e ocorre principalmente diante da ausência de recursos físicos e humanos nos estabelecimentos de saúde, com testagens insuficientes e com incompletude nos dados notificados.^{13,14,16,23,30,31,37,38}

A subnotificação pode estar associada como número reduzido de profissionais especializados no atendimento a pacientes críticos, assim como à dinâmica das redes de atenção à saúde, com sistemas de vigilância epidemiológica limitados ou inexistentes, fator relatado em estudo realizado sobre a subnotificação e desigualdades regionais no Brasil.⁴⁰

O acesso inadequado aos testes e seus resultados foi apontado como fator limitador na realização de estudos sobre a covid-19, pois compromete as análises utilizadas,³⁸ assim como as adaptações de diretrizes nacionais sobre testagem que podem afetar as variações de incidência.¹⁷ Além disso, a ausência de dados que enfraquecem a inferência de que as áreas que apresentam menor incidência possui sistemas de saúde fragilizados com menores índices de testagem.¹⁶

Outro viés foi a falácia ecológica, sendo necessário ponderar a validade das associações referidas. Em tese, existe uma correlação ecológica, uma vez que os indicadores estão agrupados; no entanto, a relação identificada em um nível agregado não necessariamente se mantém no nível individual.⁴¹

CONCLUSÃO

Com a realização desta revisão, evidenciou-se o uso das geotecnologias em estudos epidemiológicos sobre a covid-19 na identificação de áreas de risco para a disseminação da infecção, assim como fatores associados à sua evolução. Tais evidências são fundamentais para guiar as estratégias dos gestores no combate e controle da doença, visando, não somente à ocorrência dos casos, mas também à identificação e cuidado com os fatores sociais, demográficos e econômicos que são determinantes do processo saúde-doença. Além disso, os estudos analisados fizeram a incorporação de ferramentas estatísticas que valorizaram os achados sobre distribuição, comportamento de casos ativos e formação de aglomerados.

Como limitação desta revisão, tem-se a escassez de outros tipos de materiais para análise, visto que a maioria se tratou de artigos científicos. Isso suscita a necessidade de maior atenção voltada à elaboração de cartilhas, fluxogramas, recomendações e *checklists* que abordem as geotecnologias aplicadas aos estudos epidemiológicos, que serviriam no auxílio da construção de conhecimentos sobre a temática.

REFERÊNCIAS

1. Talaska A, Talaska C. Incidência de covid-19 (Sars-Cov-2) e fluxos de deslocamentos para serviços de saúde na Região AMAUC: Geotecnologias aplicadas aos estudos demográficos. *Metodologias e Aprendizado*. 2020; 3:2-7. <https://doi.org/10.21166/metapre.v3i0.1261>.
2. Lima KP, Neves DC, Santos NM, *et al*. Uso de geotecnologias aplicadas em serviços de saúde: revisão Integrativa. *Revista Eletrônica Acervo Saúde*. 2020; 12(6):3072. <https://doi.org/10.25248/reas.e3072.2020>.
3. Pimentel BRN, Santana TSS, Joia LC. O uso do geoprocessamento para análise de acidentes de trabalho na microrregião do Oeste da Bahia. *Hígia-revista de ciências da saúde e sociais aplicados do oeste baiano*. 2020; 5(1): 164-179. <http://noar.fasb.edu.br/revista/index.php/higia/article/view/539>.
4. Ibiapina E, Bernardes A. O mapa da saúde e o regime de visibilidade contemporâneo. *Saúde e Sociedade*. 2019; 28: 322-336. <https://doi.org/10.1590/S0104-12902019170982>.
5. Merchán-Hamann E, Tauil PL. Proposta de classificação dos diferentes tipos de estudos epidemiológicos descritivos. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, 2021; 30(1):e2018126. <http://doi.org/10.1590/S1679-49742021000100026>.
6. Pinheiro JMF, Tinôco LS, Xavier AMSF, *et al*. covid-19: Desafios para assistência maternoinfantil e amamentação exclusiva no período neonatal. *Revista Ciência Plural*. 2022, 8(1)e24776. <http://doi.org/10.21680/2446-7286.2022v8n1ID24776>.
7. World Health Organization - WHO. WHO Coronavirus (covid-19) Dashboard. 2022. <https://covid19.who.int/>.
8. Baggio JAO, Exel AL, Calles ACN, *et al*. Síndrome Respiratória Aguda Grave (SRAG) Causada por covid-19: Um Fator Regional. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*. 2021; 117(5):976-977. <https://doi.org/10.36660/abc.20210803>.
9. Seto IC, Koury GVH, Gomes VCA, *et al*. Aspectos epidemiológicos, clínicos e olfatórios de pacientes com covid-19. *Revista Eletrônica Acervo Saúde*, 2021; 13(2), e6348. <https://doi.org/10.25248/reas.e6348.2021>.
10. Fatima M, O'Keefe KJ, Wei W, *et al*. Geospatial Analysis of covid-19: A Scoping Review. *Int. J. Environ. Res Public Health* 2021, 18, 2336. <https://doi.org/10.3390/ijerph18052336>.
11. Brum CN, Zuge SS, Rangel RF, Freitas HMB, Pieszak GM. Revisão Narrativa da Literatura: aspectos conceituais e metodológicos na construção do conhecimento de

enfermagem. In: Lacerda MR, Costenaro, RGS (editors). Metodologias de pesquisa para enfermagem e saúde: da teoria à prática. Porto Alegre: Moriá, 2016. p.123-42.

12. Liao R, Ji-Ke C, Zhang T, *et al.* Coronavirus disease 2019 epidemic in impoverished area: Liangshan Yi autonomous prefecture as an example. *Infectious Diseases of Poverty*. 2020; 9:112. <https://doi.org/10.1186/s40249-020-00706-2>.

13. Qi C, Zhun YC, Li CY, *et al.* Epidemiological characteristics and spatial– temporal analysis of covid-19 in Shandong Province, China. *Epidemiology & Infection*. 2020; 148, e141, 1–8. <https://doi.org/10.1017/S095026882000151X>.

14. Gangwar HS, Ray PKC. Geographic information system-based analysis of covid-19 cases in India during pre-lockdown, lockdown, and unlock phases. *International Journal of Infectious Diseases*. 2021; (105): 424–435. <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2021.02.070>.

15. Garcêz ACA. Modelos para análise de dados espaciais binários: uma abordagem Bayesiana [tese]. 2021. Piracicaba(SP): Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.

16. Oroszi B, Juhász A, Nagy C, *et al.* Unequal burden of covid-19 in Hungary: a geographical and socioeconomic analysis of the second wave of the pandemic. *BMJ global health*. 2021;6:e006427. <https://doi.org/10.1136/bmjgh-2021-006427>.

17. Rohleder S, Bozorgmehr K. Monitoring the spatiotemporal epidemiology of Covid-19 incidence and mortality: a small-area analysis in Germany. *Spatial and Spatio-Temporal Epidemiology*. 2021; (38): 100433. <https://doi.org/10.1016/j.sste.2021.100433>.

18. Sanhueza-Sanzana C. Desigualdades sociais associadas com a letalidade por covid-19 na cidade de Fortaleza, Ceará, 2020. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*. 2021; 30(3):e2020743. <https://doi.org/10.1590/S1679-49742021000300022>.

19. Hassaan MA, Abdelwahab RG, Elbarky TA, *et al.* GIS-based analysis framework to identify the determinants of covid-19 incidence and fatality in Africa. *Journal of Primary Care & Community Health*. 2021; 12:1-12. <https://doi.org/10.1177%2F21501327211041208>.

20. Liu W, Wang D, Hua S, *et al.* Spatiotemporal analysis of covid-19 outbreaks in Wuhan, China. *Scientific reports*. 2021; 11, 13648. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-93020-2>.

21. Wu, J, Sha S. Pattern Recognition of the covid-19 Pandemic in the United States: Implications for Disease Mitigation. *International journal of environmental research and public health*, 2021. 18, 2493. <https://doi.org/10.3390/ijerph18052493>.

22. Fan J, Liu X, Pan W, *et al.* Epidemiology of coronavirus disease in Gansu Province, China, 2020. *Emerging Infectious Diseases*. 2020, 26(6): 1257–1265. <https://doi.org/10.3201/eid2606.200251>.

23. Henning A, McLaughlin C, Armen S, *et al.* Socio-spatial influences on the prevalence of covid-19 in central Pennsylvania. *Spatial and Spatio-temporal Epidemiology*. 2021, 37:100411. <https://doi.org/10.1016/j.sste.2021.100411>.

24. Ramírez IJ, Jieun L. covid-19 emergence and social and health determinants in Colorado: a rapid spatial analysis. *Int J Environ Res Public Health*. 2020 ; 17(11), 3856. <https://doi.org/10.3390/ijerph17113856>.

25. Ferreira LM, Sáfadi T, Lima RR. Técnicas da estatística espacial na análise de dados de áreas no estudo da dengue. *Rev Univap*. 2018; 24(44), 13–27. <https://doi.org/10.18066/revistaunivap.v24i44.1920>.
26. Aguilar CDL. Modelo de regressão Poisson para a predição de mortes por covid-19 em Costa Rica em los meses de agosto y setiembre del año 2020. In: Valerio E, García S, Vargas A, Salazar J, Venegas M, Nelson T (editors). Serengueti, 2020; (26).
27. Fasona MJ; Okolie CJ, Otitoloju AA. Spatial drivers of covid-19 vulnerability in Nigeria. *PAMJ* – 2021 ; 39(19). 07. <https://dx.doi.org/10.11604/2Fpamj.2021.39.19.25791>.
28. Rizzatti M, Batista NL, Spode PLC, *et al*. Mapeamento da covid-19 por meio da densidade de Kernel. *Metodologia e Aprendizado*. 2022; 3,44. <https://doi.org/10.21166/metapre.v3i0.1312>.
29. Mohammadebrahimi S, Mohammadi A, Bergquist R, *et al*. Epidemiological characteristics and initial spatiotemporal visualisation of covid-19 in a major city in the Middle East. *BMC Public Health*. 2021; 21:1373. <https://doi.org/10.1186/s12889-021-11326-2>.
30. Pourghasemi HR, Pouyan S, Farajzadeh Z. Assessment of the outbreak risk, mapping and infection behavior of covid-19: Application of the autoregressive integrated-moving average (ARIMA) and polynomial models. *Plos one*. 2020; 15(7): e0236238. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0236238>.
31. Ministério da Saúde (BR). Ministério da Saúde. Boletim Epidemiológico Especial. Doença pelo novo coronavírus- covid-19. *Semana Epidemiológica* 38. 2021.
32. Rodrigues C, Blattmann U. Gestão da informação e a importância do uso de fontes de informação para geração de conhecimento. *Perspectivas em Ciência da Informação*, 19(4-29); 2014. <https://doi.org/10.1590/1981-5344/1515>.
33. Buscema PM, Torre FD, Breda M, *et al*. covid-19 in Italy and extreme data mining. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 2020; (557): 124991. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2020.124991>.
34. Ladoy A, Opota O, Carron PN, *et al*. Size and duration of covid-19 clusters go along with a high SARS-CoV-2 viral load: A spatio-temporal investigation in Vaud state, Switzerland. *Science of The Total Environment, Science of the Total Environment* 2021; (787): 147483. <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0048969721025547>.
35. Matta GC, Moreno AB. Saúde global: uma análise sobre as relações entre os processos de globalização e o uso dos indicadores de saúde. *Interface-Comunicação, Saúde, Educação*, 2014; 18(48):9-22. <https://doi.org/10.1590/1807-57622014.0230>.
36. Nogueira AL, Nogueira CL, Zibetti AW, et al. Estimativa da subnotificação de casos da covid-19 no estado de Santa Catarina. *Florianópolis-SC:[sn]*, 2020.
37. Ozdenerol E, Seboly, J. Lifestyle Effects on the Risk of Transmission of covid-19 in the United States: Evaluation of Market Segmentation Systems. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 2021, 18, 4826. <https://www.mdpi.com/1660-4601/18/9/4826>.
38. Oluyomi AO, Gunter SM, Leining LM, et al. covid-19 Community Incidence and Associated Neighborhood-Level Characteristics in Houston, Texas, USA. *Int J Environ Res Public Health*. 2021; (18): 1495. <https://www.mdpi.com/1660-4601/18/4/1495>.

39. Orellana JDY, Cunha, GM, Marrero L, *et al.* Excesso de mortes durante a pandemia de covid-19: subnotificação e desigualdades regionais no Brasil. Cadernos de Saúde Pública. 2020; 36(1):e00259120. <https://doi.org/10.1590/0102-311X00259120>.

40. Filho, DBF. Desigualdade de renda e vulnerabilidade social em Pernambuco: uma análise exploratória. Ciência & Trópico. 2019; 43(1). [https://doi.org/10.33148/CeTropico-v.43n.1\(2019\)_1829](https://doi.org/10.33148/CeTropico-v.43n.1(2019)_1829).

Contribuições dos autores:

Janiel Conceição da Silva, Ana Cristina Pereira de Jesus Costa, Adriana Gomes Nogueira Ferreira e Marcelino Santos Neto contribuíram para a concepção, delineamento do artigo, análise e redação do artigo;

Janaína Miranda Bezerra, Lívia Maia Pascoal e Floriacy Stabnow Santos contribuíram para o planejamento e delineamento do artigo, revisão e aprovação final do artigo;

Todos os autores aprovaram a versão final a ser publicada e são responsáveis por todos os aspectos do trabalho, incluindo a garantia de sua precisão e integridade.