

# ESPAÇO E COVID-19: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

*Space and COVID-19: a systematic review of the literature*

**Alexandre M. A. Diniz**

PhD em Geografia. Departamento de Geografia da PUC Minas. Brasil  
[alexandrediniz@pucminas.br](mailto:alexandrediniz@pucminas.br)

**Ana M. M. Alvim**

PhD em Geografia. Departamento de Geografia da PUC Minas. Brasil  
[ammalvin@gmail.com](mailto:ammalvin@gmail.com)

**Erick V. P. Lopes**

Mestrando em Geografia. Departamento de Geografia da PUC Minas. Brasil  
[erick.viniciuspl@gmail.com](mailto:erick.viniciuspl@gmail.com)

**Gabriela L. Diniz**

Doutoranda em Geografia. Departamento de Geografia da PUC Minas. Brasil  
[gabriela.lima.diniz@gmail.com](mailto:gabriela.lima.diniz@gmail.com)

**Giovanna R. Souto.**

Doutora em Odontologia. Departamento de Odontologia da PUC Minas. Brasil  
[grsouto@pucminas.br](mailto:grsouto@pucminas.br)

**Gláycion S. A. Silva**

Doutorando em Geografia. Departamento de Geografia da PUC Minas. Brasil  
[andradegláycion@gmail.com](mailto:andradegláycion@gmail.com)

**Paulo F. B. Carvalho**

Doutor em Geografia. Departamento de Geografia da PUC Minas. Brasil  
[paulomatematica@gmail.com](mailto:paulomatematica@gmail.com)

**Silvio Jamil Ferzoli Guimarães**

Doutor em Ciências da Computação. Departamento de Ciências da Computação da PUC Minas. Brasil  
[sjamil@pucminas.br](mailto:sjamil@pucminas.br)

Recebido: 03.05.2022

Aceito: 30.06.2022

## Resumo

Esta pesquisa resulta de uma análise abrangente da literatura recente sobre a pandemia de COVID-19 e suas interações com aspectos espaciais. São objetivos deste artigo i) demonstrar os primeiros resultados da pesquisa de sistematização de bibliografias que constituem interlocuções entre a Geografia e as áreas da Saúde, tendo como foco investigações acerca da pandemia de COVID-19 em diferentes escalas geográficas; ii) destacar os principais periódicos e origens dos artigos que apresentam tal interlocução; iii) evidenciar eixos temáticos estruturantes do debate sobre a dispersão do patógeno em questão; e iv) apontar lacunas de pesquisa que sejam úteis à formulação de pesquisas futuras. Para tanto, realizou-se uma revisão sistemática da literatura baseada na seleção

de 28 palavras-chave comumente presentes em estudos geográficos, às quais somaram-se termos relativos à COVID-19. O Portal de Periódicos da CAPES foi a principal fonte de pesquisa, tendo sido identificadas 8.319 publicações revisadas por pares entre janeiro de 2020 até o presente momento. Com as filtragens baseadas em critérios de relevância, e concordância com a pergunta inicial da pesquisa “o que sabemos sobre a dimensão espacial da COVID-19?”, reduziu-se a 173 o montante de artigos analisados. Os resultados evidenciam expressivo número de produções associado ao Norte Global, embora no Sul Global pesquisadores brasileiros se destaquem nos estudos que associam a abordagem espacial à pandemia de COVID-19. Também concluímos que há um consenso entre pesquisadores do mundo, devido ao significativo volume de produções que aspectos como a identificação de cluster e padrões espaciais; a mobilidade; o comportamento humano; o meio ambiente; o ambiente construído; a dimensão social e a integração entre dimensão social e ambiental; são extremamente relevantes para a compreensão e análise sobre a pandemia de COVID-19.

**Palavras-chave:** Pandemia; COVID-19; Espaço; Geografia

### **Abstract**

This recent research results from a comprehensive review of the literature on the COVID pandemic. The objectives are: i) demonstrate the first results of the bibliography system research that article dialogues between geography and health areas, focusing on research on the COVID19 pandemic at different geographic scales; ii) highlight the main journals and origins of articles that present such interlocution; iii) highlight the structuring thematic axes of the debate on the dispersion of the pathogen in question; and iv) point out research gaps that are useful to reflect on future research. To this end, a systematic literature review was carried out based on the selection of 28 keywords commonly present in geographic studies, to which terms related to COVID-19 were added. The CAPES Periodicals Portal was the main source of research, with 8,319 peer-reviewed publications identified between January 2020 to date. With the filters in question at the beginning of the research, and agreement with the initial research question and agreement with the spatial dimension of COVID-19? The results are an expressive number of productions associated with the Global North, although in the Global South Brazilian researchers stand out in studies that associate the spatial approach to the COVID-19 pandemic. We conclude that there is a consensus among the world's research, due to the significant volume of aspects such as cluster identification and spatial patterns; a mobility; human behavior; the environment; the built environment; the social dimension and integration between the social and environmental dimensions; are extremely important for understanding and about the COVID-19 pandemic

**Keywords:** Pandemic; COVID-19; Space; Geography

---

## 1. INTRODUÇÃO

Passados dois anos desde que a Organização Mundial da Saúde (OMS) reconheceu, em 11 de março de 2020, o surto do novo coronavírus (COVID-19) como uma pandemia global, o mundo passou por profundas transformações, cujos impactos ainda estão sendo dimensionados.

Nesses dois anos mais de cinco milhões de pessoas em todo o mundo perderam a vida em decorrência de complicações provocadas pelo vírus SARS-CoV-2; e expressões como “lockdown”, “teletrabalho”, “ensino remoto” tornaram-se parte integrante do vocabulário comum, compondo aquilo que se convencionou a denominar de “novo normal”. As consequências advindas de infecções pelo vírus também evidenciaram desigualdades sociais internas e externas, expondo à vitimização de maneira desproporcional os indivíduos socialmente mais vulneráveis.

Do ponto de vista espacial, a pandemia de COVID-19 não se espalhou pelo planeta no mesmo ritmo e intensidade. Partindo de Wuhan, na China, o coronavírus atingiu inicialmente os grandes centros urbanos mais bem conectados ao sistema global, passando num segundo momento para cidades menores e, finalmente, para as áreas rurais, num claro processo de difusão hierárquica.

Consequentemente, não se pode dizer que o mundo esteja vivenciando uma grande e uniforme pandemia, mas uma série contínua de surtos interconectados, porém espacialmente diferenciados. A sucessão de novas variantes do vírus aos quais estão expostas as diversas nações do mundo e o ritmo desequilibrado de vacinação têm encetado novas ondas de contágio, introduzindo ainda mais complexidade ao fenômeno.

A análise espacial traz contribuições para a compreensão da propagação espacial de infecções e sua associação com a sociedade e o meio ambiente (KANG *et al.*, 2020). A compreensão desses processos não pode prescindir dos conceitos de proximidade espacial e espaço-temporal, que se encontram profundamente ligados à transmissão de doenças infecciosas, uma vez que as taxas de transmissão tendem a ser mais elevadas quando as pessoas interagem de forma mais intensa e concentrada no espaço (PFEIFFER *et al.*, 2008).

Destaque-se, ainda, que os padrões espaciais de determinadas enfermidades muitas vezes sugerem ligações entre a doença e o risco potencial associado aos fatores presentes no contexto geográfico (WALLER, 2002). Historicamente, o exame da distribuição e difusão de doenças ao longo do tempo e do espaço é um tema central entre os profissionais vinculados à Geografia da Saúde e à Epidemiologia Espacial (GLASS,

2000), principalmente das doenças infecciosas e infectocontagiosas. Kuznetsov et al. (2020), por exemplo, desenvolveram um Web-GIS a partir dos dados de tuberculose, HIV e hepatite na cidade de São Petersburgo (Rússia), para fins de planejamento médico local.

Por todos esses aspectos, passados dois anos desde o início da pandemia, este estudo oferece uma síntese da literatura que explora a dimensão espacial da pandemia do novo coronavírus, identificando as principais linhas de investigação, os achados mais consistentes e as lacunas presentes em relação aos aspectos espaciais da pandemia de COVID-19.

## **2. METODOLOGIA**

A construção desta síntese foi baseada em uma revisão sistemática da literatura (DONATO; DONATO, 2019), que partiu da pergunta inicial “o que sabemos sobre a dimensão espacial da COVID-19?” e do estabelecimento de critérios que orientaram as buscas e a seleção de resultados, cujos procedimentos serão detalhados nesta seção. Note-se que o levantamento inicial retornou mais de 8.000 trabalhos científicos, que passaram por sucessivas e criteriosas filtrações até formar um banco de dados com 173 artigos, que foram, posteriormente, objeto de minuciosa análise.

Esta pesquisa foi realizada em dois grandes módulos compostos por um conjunto de tarefas de seleção, classificação e análise de trabalhos científicos. O primeiro módulo teve natureza estruturante, promovendo a contabilização dos resultados das buscas empreendidas e a classificação dos artigos encontrados, gerando uma síntese bibliométrica. No segundo módulo, promoveu-se um refinamento das análises até então realizadas, transcendendo a mera mensuração dos resultados das buscas e das combinações das palavras-chave, com o objetivo de selecionar qualitativamente os artigos que efetivamente oferecessem respostas à pergunta que orientou esta revisão.

O primeiro módulo de revisão bibliométrica foi composto por quatro etapas descritas a seguir. A primeira consistiu na consulta a especialistas da área da saúde que integram o Observatório da Saúde da PUC Minas, para compor o quadro de terminologias análogas à COVID-19, que seriam empregadas no levantamento da literatura. Como resultado desta consulta, foram escolhidas cinco terminologias: “Coronavírus”, “2019-NCoV 2”, “COVID”, “SARS-CoV-2” e “Pandemia”. Na segunda etapa, os pesquisadores da área da geociências reuniram-se e compilaram um total de 28 palavras-chave, com termos em português e em inglês, incluindo terminologias relacionadas aos métodos de

pesquisa em Geografia, para compor o quadro de palavras-chave que seriam adotadas como referência nas buscas: “ambiente construído”, “análise de agrupamento”, “análise espacial”, “análise espaço-temporal”, “análise geoespacial”, “análise têmporo-espacial”, “associação espacial”, “Belo Horizonte”, “cartografia”, “contexto espacial”, “correlação espacial”, “determinantes espaciais”, “difusão espacial”, “dispersão espacial”, “distribuição espacial”, “ecologia humana”, “ecologia social”, “espaço”, “estatística espacial”, “Geografia”, “geoprocessamento”, “mapeamento geográfico”, “mobilidade”, “região metropolitana”, “reinfecção”, “SIG”, “surto” e “urbano”.

Combinações entre os grupos de palavras-chave da área da Saúde e da Geografia direcionaram as buscas no Portal da Comunidade Acadêmica Federada (CAFe) da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) de Periódicos. Na busca, utilizou-se ";" entre os termos escolhidos, que possui função semelhante ao termo “OR” utilizado na lógica booleana, ou seja, reportando resultados que refletem a presença no título dos artigos de todas as palavras empregadas nas buscas.

O levantamento bibliográfico seguiu os seguintes critérios: a) ordenamento da busca por relevância segundo o portal CAPES de Periódicos - CAFe; b) filtro da data de publicação, incluindo os anos de 2020 e 2021; c) filtro da tipologia de documento, escolhendo-se apenas os artigos publicados em periódicos científicos; d) periódicos científicos revisados por pares; e) seleção dos 30 artigos mais relevantes, segundo o portal de periódicos da CAPES.

Os trabalhos encontrados a partir da utilização dos critérios de busca descritos acima foram armazenados no software EndNote® e organizados em pastas nomeadas segundo a combinação de palavras-chave identificadas previamente. Posteriormente, as pastas foram compartilhadas entre os pesquisadores envolvidos nesta análise, sendo as duplicatas removidas. Para melhor visualização e análise preliminar do universo de publicações relacionadas às terminologias de interesse para as pesquisas em Geografia, optou-se por criar uma tabela contendo métricas de publicação, com as palavras-chave arroladas acima. Para tanto, a tabela apresentou os seguintes campos: a) palavras-chave; b) número de resultados; c) revisados pelos pares; d) idiomas (restringindo-se ao Inglês, Português, Espanhol e Chinês); e) título do periódico com mais publicações; e f) abas com a palavra-chave relacionada à COVID.

O levantamento da bibliografia realizado com o auxílio das 28 palavras-chave retornou mais de 8.000 trabalhos científicos, dos quais 5.309 representam artigos publicados em periódicos revisados por pares (Tabela 1). Dentre as palavras-chave mais

presentes nesse conjunto de estudos figura, de forma destacada, “SIG”, com alguns milhares de trabalhos, seguida de “Espaço” e “Geografia”, com algumas centenas de artigos, e, em um patamar mais tímido, mas não menos importante, “Surto” e “Ecologia Social”. Esses primeiros resultados são indicativos da centralidade do uso das geotecnologias no estudo da pandemia de COVID-19, bem como do protagonismo exercido pela ciência geográfica e a análise da categoria “espaço” nessa literatura.

O segundo módulo foi estruturado em seis etapas, das quais a primeira foi dedicada à eliminação das duplicidades nos resultados das buscas<sup>1</sup> e a posterior seleção dos artigos que passariam por uma análise mais minuciosa do seu conteúdo. Os critérios empregados nessa seleção privilegiaram artigos com abordagens preferencialmente empíricas, o que inclui a produção de gráficos, tabelas e mapas capazes de oferecer a partir de suas análises respostas à pergunta que suscitou a elaboração deste artigo: “o que sabemos sobre a dimensão espacial da COVID-19?”. Em outras palavras, selecionou-se os trabalhos que faziam uso de métodos de análise espacial e tinham o aspecto geográfico mais evidente em sua composição analítica, totalizando 173 publicações.

Posteriormente, elaborou-se uma tabela de fichamento dos textos selecionados com 28 abas, na qual cada aba corresponde a uma palavra-chave dentre os termos geográficos pré-selecionados. O fichamento dos 173 artigos científicos levou em consideração os seguintes elementos: referência; resumo; problema da pesquisa; objetivo; recorte espacial; unidades de análise; técnicas de análise; e principais resultados.

Após a compilação, os 173 trabalhos foram organizados e contabilizados segundo as palavras-chave utilizadas na busca (Tabela 1); os periódicos científicos onde foram publicados (Tabela 2); os países onde os estudos empíricos foram desenvolvidos (Mapa 1), e, por último, as escalas espaciais – unidades de análise predominantes – empregadas nos estudos empíricos (Tabela 3). Esses resultados quantitativos são discutidos na próxima seção.

Note-se que apesar de não compor o universo dos 173 trabalhos utilizados na análise, outros nove artigos foram citados ao longo do texto. Esses artigos ofereceram suporte à contextualização do estudo, trazendo informações gerais sobre a pandemia de COVID-19.

---

<sup>1</sup> Alguns artigos apareceram mais de uma vez nos resultados das buscas, por apresentarem conexões com mais de uma das 29 palavras-chave utilizadas no levantamento da literatura.

### 3. ASPECTOS QUANTITATIVOS DA REVISÃO SISTEMÁTICA

Um aspecto digno de nota em relação aos veículos nos quais os 173 artigos foram publicados é a sua natureza pulverizada. Os artigos foram publicados em 92 periódicos distintos, perfazendo uma média de 1,88 artigos por periódico (Tabela 2). Não se pode, no entanto, desprezar uma pequena concentração de publicações na revista PLoS One (18). Trata-se de revista científica de acesso livre, disponível exclusivamente online, e publicada pela *Public Library of Science*, com fator de impacto 3.24. A revista tem forte apelo entre os pesquisadores, por contemplar artigos de pesquisa em várias áreas do conhecimento. Também vale destacar outra pequena concentração de publicações na *International Journal of Environmental Research and Public Health (IJERPH)* (15). A revista publica artigos originais, revisões críticas, notas de pesquisa e comunicações curtas na área interdisciplinar das ciências ambientais e da saúde, contando com fator de impacto de 3.36, sendo por isso bastante demandada pela comunidade científica.

**Tabela 1** - Relação de artigos por palavras-chave, total de resultados, artigos revisados pelos pares e artigos selecionados

Palavras-chave	Total de resultados	Revisados pelos pares	Número de artigos selecionados
Ambiente Construído	106	104	3
Análise Espaço-temporal	19	15	9
Análise de Agrupamento	132	95	10
Análise Espacial	17	12	13
Análise Geoespacial	2	1	10
Análise têmporo-espacial	0	0	0
Associação Espacial	42	31	13
Belo Horizonte	318	234	0
Cartografia	104	86	12
Contexto Espacial	158	137	2
Correlação espacial	25	23	4
Determinantes espaciais	64	63	11
Difusão Espacial	17	19	5
Dispersão Espacial	17	20	4
Distribuição Espacial	75	67	13
Ecologia humana	214	161	3
Ecologia social	330	256	10
Espaço	761	554	7
Estatística Espacial	93	64	6
Geografia	755	541	13
Geoprocessamento	20	14	4
Mapeamento Geográfico	9	3	7
Mobilidade	197	150	9
Região Metropolitana	269	161	2
Reinfecção	39	34	8
SIG	3.773	2.042	13
Surto	446	242	2
Urbano	317	180	6
Total de resultados	8.319	5.309	199
Duplicados	-	-	26
Total final	-	-	173

Fonte: Elaboração própria.

A pandemia de COVID-19 mobilizou pesquisadores de diferentes áreas do conhecimento em função do amplo escopo dos seus impactos e a natureza multifacetada dos seus condicionantes. A Tabela 2 confirma a dimensão multidisciplinar dos esforços para a compreensão da pandemia e seus efeitos, com publicações predominantemente relacionadas aos campos de estudo da Epidemiologia, Medicina e Geografia, mas também com inserções na Criminologia, Economia, Ciências Ambientais, Computação, por exemplo.

**Tabela 2 - Relação entre periódicos e quantidade de artigos selecionados**

<b>Periódico</b>	<b>Número de artigos</b>
PloS one	18
International Journal of Environmental Research and Public Health	15
Metodologias e Aprendizado	7
The Science of the total environment	7
Ciência & Saúde Coletiva	4
International Journal of Health Geographics	4
International journal of infectious diseases	4
ISPRS International Journal of Geo-Information	5
Epidemiology & Infection	3
Frontiers in public health	3
Infectious Diseases of Poverty	3
JMIR Public Health and Surveillance	3
Nature Communications	3
Spatial and Spatio-temporal Epidemiology	3
Travel Medicine and Infectious Disease	3
BMC Public Health,	2
Cities	2
Environment, Development and Sustainability	2
Environmental and Resource Economics	2
Environmental Science and Pollution Research	2
Health & place	2
IEEE Access	2
New microbes and new infections	2
PeerJ	2
Regional Science Policy & Practice	2
Public health	2
Amb Express	1
American Journal of Epidemiology	1
Annals of epidemiology	1
Applied Geography	1
Applied Sciences	1
Archives of academic emergency medicine	1
Big data	1
BMC health services research	1
BMC infectious diseases	1
BMC Medicine	1
BMJ Open	1
Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles	1
Chaos, solitons and fractals	1
Children and youth services review	1
Clinical Infectious Diseases: An Official Publication of the Infectious Diseases Society of America	1
Crime science	1
Data	1
EClinicalMedicine	1
Ecological Modelling	1
Energies	1
Environmental monitoring and assessment	1
Environmental Scienceand Pollution Research International	1
Epidemiol Infect,	1
Finisterra	1
Geography and Sustainability	1
Geojournal	1
Geospatial health	1
Global Journal of Environmental Science and Management,	1
Global transitions	1

---

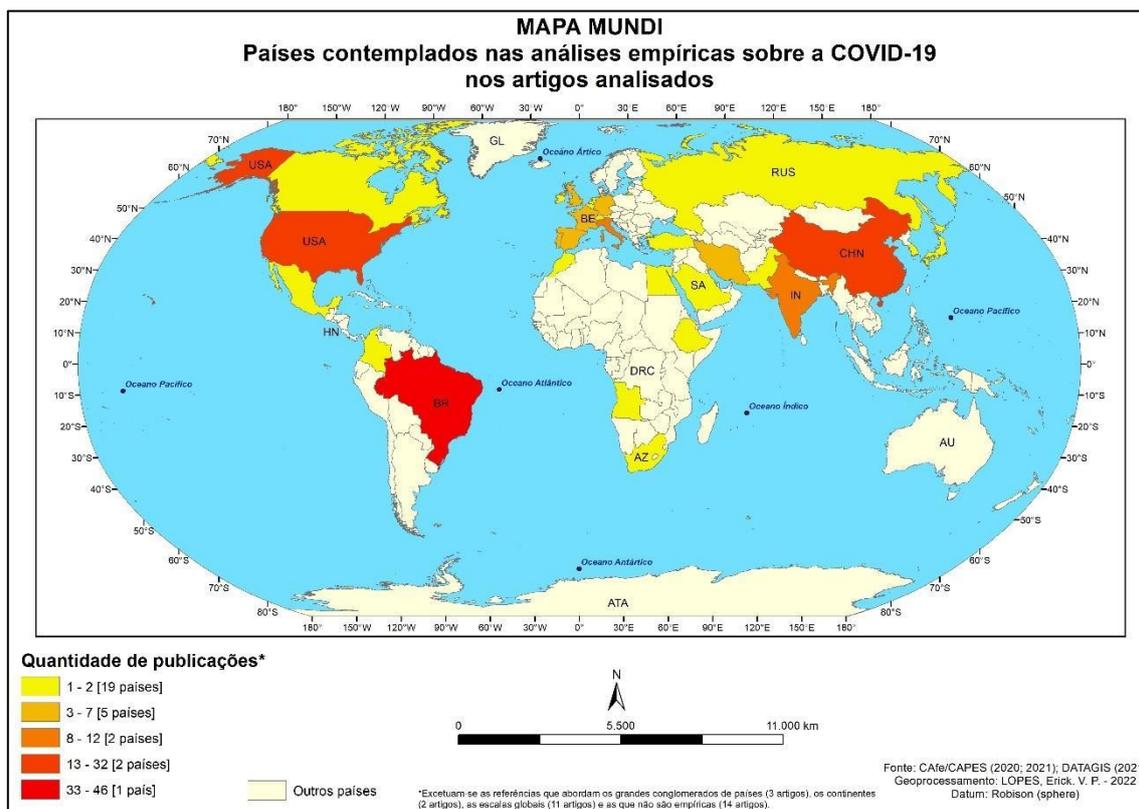
Healthcare	1
Indian Journal of Clinical Biochemistry	1
Infectious disease modelling	1
Informatics in medicine unlocked	1
International journal of environmental studies	1
International journal of health policy and management	1
J Family Med Prim Care	1
Journal of environmental health and sustainable development	1
Journal of Geographical Systems	1
Journal of medical Internet research	1
Journal of public economics	1
Journal of Regional Science	1
Journal of the Royal Society Interface	1
Nature	1
Nonlinear Dynamics	1
Physica A	1
PLoS neglected tropical diseases	1
Proceedings	1
Profesional de la información	1
The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences	1
Research, Society and Development	1
Resources, Conservation and Recycling	1
Revista Angolana de Ciências	1
Safety science,	1
Sci Rep	1
Science	1
Scientometrics	1
Sociedade & Natureza	1
Stochastic Environmental Research and Risk Assessment	1
Sustainability (Basel, Switzerland)	1
The Innovation	1
The Pan African Medical Journal	1
Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene	1
Transportation Research Interdisciplinary Perspectives	1
Urbanscience	1
Vigilância Sanitária em Debate	1
World Journal of Virology	1
<b>Total</b>	<b>173</b>

---

**Fonte:** Elaboração própria.

O caráter pandêmico da COVID-19 salta aos olhos quando se analisa o conjunto de países que foram objeto das análises empíricas sobre a doença presentes no conjunto de artigos considerados nesta análise. O Mapa 1 revela que quase todos os continentes foram contemplados, tendo apresentado o maior número de estudos Brasil, China e Estados Unidos, seguidos da Itália e Índia; corroborando com o padrão de produção científica identificado por Fátima et al. (2021), que revelaram que a maioria dos estudos levantados por eles se concentraram na Ásia e nas Américas. Mas também chamam a atenção os vazios presentes no mapa. Regiões do mundo como o Cone Sul, a África subsaariana, o Sudeste asiático, a Austrália e a Oceania foram omitidas nos trabalhos analisados. Há, no entanto, um pequeno conjunto de estudos que se debruçou simultaneamente sobre a análise de diversos países (ver Tabela 3), sendo alguns dedicados a comparações em pares de nações, e outros envolvendo diversos países.

**Mapa 1** - Países contemplados nas análises empíricas sobre a COVID-19 nos artigos analisados



Fonte: Elaboração própria.

A revisão da literatura também atesta a elasticidade das escalas e unidades de análise espaciais empregadas nos estudos sobre a COVID-19 (Tabela 3). A pandemia é naturalmente um fenômeno que se apresenta em escala mundial, havendo, portanto, significativo número de estudos empíricos que operam nas escalas global (11) ou na comparação entre países (53). Esses estudos estão ancorados na perspectiva de que a globalização vem intensificando a interação entre pessoas e instituições, bem como os fluxos de bens e serviços, que transcendem as escalas local e regional. Portanto, os trabalhos que enfocam a COVID-19 nessa escala estão particularmente interessados no processo de dispersão espacial da doença no plano global, bem como em análises comparativas sobre a prevalência da doença e sua letalidade.

Na escala regional também se identificou expressiva quantidade de estudos (Tabela 3). Esses artigos utilizam como referência vários recortes regionais (formais, funcionais e vernaculares) e apresentam uma preocupação mais focada no exame dos efeitos das medidas de distanciamento social, em especial da redução da mobilidade, não apenas na incidência da COVID-19, mas também no meio ambiente, com destaque para a redução de poluentes presentes no ar.

A maior atenção foi, porém, dedicada à escala local, com destaque para as cidades e municípios (85) e para as análises intraurbanas (34). A escala local é reconhecida como sendo aquela onde se estabelecem as conexões mais imediatas entre os seres humanos e seu ambiente. Em virtude da natureza infecto contagiosa da COVID-19 e da sua alta transmissibilidade, seja por contato (aperto de mão seguido do toque nos olhos, nariz ou boca ou com objetos e superfícies contaminados), gotículas (exposição a gotículas respiratórias) e aerossóis (gotículas respiratórias menores suspensas no ar), os estudos empíricos focados na escala local tendem a buscar os condicionantes socioambientais da doença, tais como o ambiente construído, a infraestrutura urbana, densidade demográfica, exclusão social, fatores climáticos, e habitabilidade domiciliar.

**Tabela 3** - Descrição das escalas de análise e número de artigos que correspondem à escala

Escala*	Descrição	Número de Artigos
Intraurbana	Bairros, setores, subdistritos, ruas, quarteirões, habitat	34
Município /municípios e/ou Rede de cidades	Um município ou grupos de mais de um município exclusive RM/AM e Regiões	85
Área Metropolitana	Grupos de municípios definidos administrativamente como AM, RM	9
UF/Províncias/ Estados	Unidades territoriais administrativas com nível abaixo de país	53
Região/ Regiões	Regiões administrativas e/ou de Conjunto de Regiões pertencentes à Países ou inseridos em UF/Províncias/ Estados	26
País/países	País ou comparação entre países	53
Global	Dados gerais a nível global	11
Não se aplica	Artigos que citam a questão espacial sem estudo empírico.	14

**Fonte:** Elaboração própria.

\*Nota metodológica: as escalas podem se sobrepor, assim o total de artigos ultrapassa o total de 173 artigos estudados.

#### 4. GRANDES EIXOS TEMÁTICOS

Uma vez realizadas a filtragem, classificação e quantificação dos artigos, explicitando-se as dimensões discutidas anteriormente (número de artigos por palavra-chave, periódico, país e escala de análise), realizou-se um fichamento dos documentos, onde foram registradas informações gerais sobre cada estudo, incluindo: referência bibliográfica, problema da pesquisa, objetivos, metodologia, principais resultados e conclusões. O fichamento digital dos trabalhos foi posteriormente lido, analisado e classificado qualitativamente segundo grandes temas, que passamos a destacar nas próximas seções, que contemplam a identificação de clusters e padrões espaciais; mobilidade humana; comportamento das pessoas; meio ambiente; ambiente construído; dimensão social; integração de fatores de natureza diversa; e construção de cenários.

#### 4.1. Identificando clusters e padrões espaciais

É fundamental detectar clusters de COVID-19 para potencializar a alocação de recursos e melhorar a tomada de decisões à medida que os surtos relacionados à doença continuam surgindo. Esses resultados informam as autoridades de saúde pública e tomadores de decisão sobre onde priorizar a alocação de recursos e estabelecer locais de testagem, bem como onde implementar quarentenas e a restrição mais rígida de viagens. Neste sentido, um número expressivo de trabalhos se dedicou a identificar *hotspots* e zonas de contágio em recortes espaciais e escalas distintas. Metodologicamente, esses trabalhos fazem uso intenso de técnicas de análise espacial com destaque para análises de clusters, kernel, autocorrelação espacial e quocientes locacionais para a identificação dessas zonas de contágio (FARZAN; REYHANE, 2021; ALVES DA SILVA NOGUEIRA, 2020; ALVES, 2020; GEBISA GUYASA *et al.*, 2020; FERNANDES *et al.*, 2020;; KUMAR *et al.*, 2021; MAO *et al.*, 2020; SARASWATHI *et al.*, 2020; IMDAD *et al.*, 2021; RIZZATTI *et al.*, 2020; COS; CASTILLO; CANTARERO, 2020; MANUEL; FREITAS REIS; LAMEZÓN, 2020; REX; BORGES; KAUFER, 2020; SABERIAN *et al.*, 2021; SAEED *et al.*, 2021; TALASKA; TALASKA, 2020; ARAB-MAZAR *et al.*, 2020 ; BISWAS *et al.*, 2021; GIBSON; RUSH, 2020; LIU *et al.*, 2021).

No que tange às análises espaciais da COVID-19, Fátima *et al.* (2021) produziram uma revisão de escopo, por meio do PubMed, sobre os estudos focalizados em análise geoespacial dividindo-os em três categorias: mapeamento de doenças, mapeamento de exposição e modelagem epidemiológica espacial. Nesse sentido, os autores identificaram certos métodos de análise, como: agrupamento, análise de pontos de acesso, estatística de varredura espaço-temporal e modelagem de regressão, comumente empregados. Além disso aplicaram softwares com algoritmos para análise espacial e estatísticos para produção de produtos (mapas, histogramas e gráficos) que subsidiaram as pesquisas.

Esses estudos demonstraram que a distribuição espacial da COVID-19 em diferentes recortes espaciais apresenta um arranjo não aleatório, com padrões agrupados e densidade de propagação diferenciados, reforçando a necessidade da realização de estudos que levem em consideração as idiosincrasias locais.

Sensíveis aos ritmos e padrões espaciais diferenciados de propagação da pandemia, outro importante esforço vem sendo tomado no sentido de se identificar a evolução espaço-temporal da pandemia em distintas sociedades. Diversos cientistas vêm aplicando uma pletera de recursos analíticos na identificação do avanço espacial dos

casos de COVID-19 ao longo do tempo, fazendo uso de modelagem estatística, métodos de interpolação e modelos bayesianos (FENG *et al.*, 2020; DESJARDINS; HOHL; DELMELLE, 2020; KANG *et al.*, 2020; ANDRADE *et al.*, 2020; GOMES *et al.*, 2020; HADRYA; SOULAYMANI; EL HATTIMY, 2020; NETO; ALEIXO, 2020; WANG *et al.*, 2021; GHOSH; CARTONE, 2020; NASCIMENTO, 2020; HAZBAVI *et al.*, 2021; GOLDSTEIN *et al.*, 2021; REGINATO *et al.*, 2020; MARTINES *et al.*, 2021; BAG , *et al.*, 2020; BRENO BARBOSA DE SOUSA *et al.*, 2020).

O destaque deste grupo de estudos é a análise dinâmica da incidência dos casos de COVID-19, combinando as dimensões tempo e espaço, enfatizando como se deu o processo de dispersão da doença. Esses estudos evidenciam que as geotecnologias e técnicas de geoprocessamento, mostram-se como ferramentas primordiais para a análise do território, permitindo a atualização de banco dados e a elaboração de produtos cartográficos capazes de oferecer respostas urgentes, contribuindo de modo efetivo com o planejamento e ações do poder público no combate à pandemia.

Tal importância atribuída às técnicas de geoprocessamento pode ser verificada em pesquisas como a realizada por Cascón-Katchadourian (2020), que desenvolveu uma revisão sistemática a partir de uma amostra significativa de sites e aplicativos implementados com sucesso ou que se encontravam em desenvolvimento por instituições públicas e privadas, confirmando a eficácia de técnicas que lançam mão de big data, SIGs, inteligência artificial, geoposicionamento via *bluetooth*, buscando a análise das respostas de emergências e de gestão que foram utilizadas por distintas instituições.

Ainda em relação aos padrões espaciais relacionados à pandemia, destaca-se outra importante preocupação que mobilizou a atenção dos cientistas: a capacidade dos sistemas de saúde de responder à demanda gerada pela doença. Um grupo de estudiosos se dedicou a realizar análises geoespaciais para avaliar a demanda em contraste com a capacidade dos hospitais de referência para o tratamento da COVID-19, de modo a gerar subsídios para otimizar a gestão do provisionamento dos serviços de saúde (LISBINSKI; DIAS, 2020; SILALAH I *et al.*, 2020; REQUIA *et al.*, 2020; ZIAKAS; MYLONAKIS, 2020). Esses estudos abordam realidades muito diversas, incluindo o Brasil (LISBINSKI; DIAS, 2020; REQUIA *et al.*, 2020), Indonésia (SILALAH I *et al.*, 2020) e Estados Unidos (ZIAKAS; MYLONAKIS, 2020). Em virtude das idiosincrasias locais, os resultados desses estudos não são generalizáveis, mas chama a atenção o consistente uso de dados de fluxos de pacientes de COVID, a infraestrutura instalada nos hospitais e

unidades de saúde, além da distância entre essas unidades e os domicílios daqueles que demandam os oferecidos pelos equipamentos de saúde.

## 4.2 A Mobilidade

Em resposta à pandemia de COVID-19, diversas nações do mundo têm procurado controlar a transmissão do SARS-CoV-2 restringindo o movimento da população por meio de intervenções de distanciamento social, reduzindo, assim, o número de contatos físicos entre os indivíduos. Parte-se da premissa de que a mobilidade dos indivíduos e as suas redes sociais são importantes causas da propagação da pandemia de coronavírus, especialmente quando combinada à concentração de pessoas em espaços fechados ou semifechados. Neste contexto, o transporte ferroviário ou rodoviário urbano, como uma das principais opções de modal para o deslocamento das pessoas nas grandes cidades, transporta milhares de passageiros todos os dias, proporcionando condições favoráveis à propagação do vírus. Portanto, os dados de mobilidade representam uma importante medida *proxy* de distanciamento social, especialmente o uso de transporte público, onde é grande o número de passageiros convivendo em espaço limitado e superfícies compartilhadas, potencializando a propagação epidêmica.

A literatura sobre análise espacial da pandemia de COVID-19 traz um significativo número de estudos que explora a relação entre mobilidade intra e interurbana e casos de COVID-19. Esses trabalhos apresentam duas ênfases, concentrando-se ora no papel da mobilidade no processo de difusão espacial dos casos de COVID-19, ora analisando os efeitos das políticas de isolamento social na redução da mobilidade e, conseqüentemente, da incidência da doença.

O primeiro grupo de pesquisas busca registrar o espraiamento espacial da doença em conexão com a mobilidade humana, fundamentado em dados epidemiológicos e de mobilidade. Baseado em informações associadas ao uso de telefones celulares, esses estudos trazem evidências consistentes da relação direta existente entre o nível de mobilidade humana e a incidência de casos de COVID-19 em diversas nações do mundo (NOUVELLET *et al.*, 2021; MORAES *et al.*, 2020; IACUS *et al.*, 2020; ZHENG *et al.*, 2020). Ainda neste primeiro grupo de estudos, detectou-se uma significativa preocupação com análises de redes viárias em associação com dados de fluxos de passageiros e a identificação dos pontos nodais dessas redes, ou *hotspots* - com grande potencial de disseminação da doença (JIA *et al.*, 2021; FREITAS; MOREIRA; SANTOS, 2020; CHANG *et al.*, 2021; SEVERO *et al.*, 2021; CHEN HAONAN *et al.*, 2020a; GAN *et al.*, 2020;

BRANCO FORTALEZA *et al.*, 2021; TIWARI; ALJOUFIE, 2021). Também com foco na mobilidade humana, Xinliang *et al.* (2020) e Chen Qingui *et al.* (2020b) registraram o impacto das viagens internas decorrentes da celebração de feriados e festividades nacionais na dispersão da COVID-19.

Nesses estudos diversas formas de mobilidade são retratadas, com destaque para os efeitos da migração (CHEN *et al.*, 2020; FREITAS; MOREIRA; SANTOS, 2020; COELHO *et al.*, 2020; XINLIANG *et al.*, 2020), movimentos pendulares interregionais ou interurbanos (CHEN *et al.*, 2020; NIU *et al.*, 2020; FORTALEZA *et al.*, 2021; FREITAS; MOREIRA; SANTOS, 2020; COELHO *et al.*, 2020; CHEN *et al.*, 2020; ZHENG *et al.*, 2020) e, sobretudo, deslocamentos intraurbanos (GAN *et al.*, 2020; SEVERO *et al.*, 2021; CHANG *et al.*, 2021; ESEN; YAMAN, 2021; JIA *et al.*, 2021; IACUS *et al.*, 2020; NOUVELLET *et al.*, 2021; TIWARI; ALJOUFIE, 2021).

Um aspecto que chama a atenção sobre esses estudos é o fato de se debruçarem sobre registros de morbidade e mortalidade decorrentes da COVID-19 para os primeiros meses da pandemia, cobrindo de forma intensa o primeiro semestre de 2020. Diante do caráter ainda obscuro do comportamento espacial do novo patógeno, a busca por padrões na distribuição geográfica do fenômeno, seguindo a lógica empregada por John Snow no estudo da distribuição da cólera na cidade de Londres em 1854 (HEMPEL, 2013), foi priorizada.

As informações sobre mobilidade utilizadas nos estudos são oriundas de fontes diversas, oscilando de reportagens em jornais (TIWARI; ALJOUFIE, 2021); registros de buscas por endereços no Mobile Google (ESEN; YAMAN, 2021); dados de fluxos aéreos, rodoviários e ferroviários (CHEN *et al.*, 2020; ZHENG *et al.*, 2020; JIA *et al.*, 2021; COELHO *et al.*, 2020; SEVERO *et al.*, 2021); dados censitários e pesquisas amostrais nacionais sobre migração (FREITAS; MOREIRA; SANTOS, 2020; NIU *et al.*, 2020); e, especialmente, a geolocalização de telefones celulares (NOUVELLET *et al.*, 2021; GAN *et al.*, 2020; IACUS *et al.*, 2020).

No geral, nesses trabalhos foram identificadas as áreas que apresentam maior concentração de casos de COVID-19 e a sua conexão com os diversos tipos de mobilidade, oferecendo importantes subsídios para o enfrentamento da pandemia. A multiplicidade de escalas e fontes de dados oferecem valiosas referências metodológicas para os estudiosos da questão.

O segundo grupo de trabalhos que enfatizam a relação entre mobilidade e incidência de COVID-19 explora os impactos das medidas de restrição à circulação de

peças nas taxas de contaminação (CHAN *et al.*, 2020; SHEN, *et al.*, 2020; LEE *et al.*, 2020; NOUVELLET *et al.*, 2021; BÖNISCH *et al.*, 2020; CAZELLES *et al.*, 2021; FANG; WANG; YANG, 2020; LI *et al.*, 2021; SAHA; BARMAN; CHOUHAN, 2020; HUANG *et al.*, 2020; HARA; YAMAGUCHI, 2021; ZHANG *et al.*, 2020). De modo geral, esses trabalhos confirmam empiricamente a redução nas taxas de transmissão, hospitalização e mortalidade por COVID-19 em virtude da redução do nível de mobilidade, a despeito da presença de especificidades regionais e subgrupos populacionais. Como destacam Te Vrugt, Bickmann e Wittkowski (2020), por meio de um modelo adaptativo da Dynamical Density Functional Theory (DDFT), que o distanciamento social e o isolamento de pessoas infectadas possuem efeitos diretos no controle da pandemia.

Um aspecto que merece destaque e que será objeto de uma análise mais detalhada é a sinalização para a presença de um dos resultados mais consistentes da revisão da literatura: a forma diferenciada pela qual a pandemia afeta grupos sociais em desvantagem. Chang *et al.* (2021) e Lee *et al.* (2020), por exemplo, revelam que os membros de grupos sociais em desvantagem não conseguiram reduzir a sua mobilidade de forma dramática nas fases iniciais da pandemia, sendo os pontos de interesse por eles visitados (estações de transporte público) locais de grande concentração de pessoas e maior risco de transmissão da doença. Destaca-se, ainda, entre essas pesquisas, uma forte dependência de informações sobre a mobilidade associadas ao uso de telefones móveis, especialmente o Google Mobility e Twitter.

#### 4.3 O comportamento humano

Diversas medidas preventivas foram recomendadas pela OMS para minimizar a transmissão do vírus mundo afora, incluindo a lavagem das mãos, a utilização de álcool em gel, o distanciamento social, a adoção de restrições às viagens e o fechamento de espaços de congregação social, incluindo universidades e escolas, chegando até mesmo ao bloqueio parcial ou completo de cidades inteiras. Essas medidas afetaram o estilo de vida das pessoas, modificando significativamente as suas condições de vida.

De forma complementar às pesquisas sobre a mobilidade, alguns estudiosos da dimensão espacial da COVID-19 debruçaram-se sobre a análise do comportamento dos cidadãos em resposta à realidade imposta pela pandemia. Esses estudos são baseados em levantamentos primários realizados junto a distintos recortes populacionais, a partir do autopreenchimento de formulários eletrônicos, cujos resultados também iluminam a natureza variada dos processos adaptativos observados.

Al-Saleh *et al.* (2021) revelam em um trabalho realizado na Arábia Saudita que a grande maioria dos respondentes não só acreditam na eficiência do lockdown, bem como aderem de modo entusiástico à medida. Alterações significativas na dieta, prática de exercícios físicos e higiene do sono também foram registrados no estudo. Teotônio *et al.* (2020) analisam os impactos da pandemia sobre a qualidade de vida da população brasileira, analisando aspectos físicos, psicológicos, sociais e econômicos. Os resultados indicam que os brasileiros foram mais afetados por aspectos econômicos e sociais do que psicológicos e físicos. Participantes desempregados e indivíduos que testaram positivo para COVID-19 apresentaram o menor índice de qualidade de vida, ao passo que os membros do sexo feminino apresentaram piores resultados que o masculino. Por sua vez, os maiores níveis de escolaridade estão positivamente associados com a percepção da qualidade de vida. Curiosamente, aqueles que desrespeitam as recomendações de isolamento social sofreram menores impactos em sua qualidade de vida (domínio psicológico) do que aqueles que seguiram regras de distanciamento social de forma restrita ou parcial.

Colmenares-Mejía *et al.* (2021) produziram um artigo original ao investigar a soroprevalência em diferentes grupos ocupacionais na área metropolitana de Bucaramanga (Santander, Colômbia), utilizando o conceito de indivíduos "super disseminadores" de coronavírus. Todos os participantes do estudo além de preencherem um formulário virtual também realizaram um exame de sangue para detectar a presença de anticorpos produzidos contra o vírus. As classes de trabalhadores que mantêm múltiplos contatos com pessoas durante o horário de trabalho ou que utilizam transporte público para ir ao trabalho apresentaram maior frequência de soropositividade para SARS-CoV-2, constituindo-se, portanto, em "super disseminadores" da doença.

Em outro estudo, Kahn *et al.* (2020) correlacionaram a abordagem de estudos sorológicos para compreender como as estruturas geográficas e a dinâmica natural podem induzir associações não causais de infecção. Nesta investigação, os autores focalizaram em indivíduos soropositivos e soronegativos à COVID-19 expondo-os aos padrões ambientais semelhantes de exposição (localização geográfica e tempo), os resultados demonstram que a soropositividade confere proteção a infecções futuras (KAHN *et al.*, 2020).

O comportamento é influenciado por um conjunto de aspectos, que inclui aqueles relacionados ao próprio indivíduo, tais como fatores físicos (idade, saúde, dor, influência de uma substância ou medicamento etc.); pessoais e emocionais (personalidade,

crenças, expectativas, emoções, saúde mental etc.); experiências de vida (família, cultura, amigos, eventos da vida etc.); mas, também, aqueles relacionados ao contexto geográfico no qual o indivíduo se insere (meio ambiente físico e social, sistema de governo etc.) (NORTON, 2001). Diante disso, o volume de respostas comportamentais e adaptativas adotadas por indivíduos e sociedades em relação ao espaço a partir dos estímulos apresentados pela pandemia de COVID-19 é infinito, tendo sido até o presente momento pouco explorado.

Nota-se aqui uma dimensão que deveria ser reforçada pela comunidade geográfica, uma vez que um melhor entendimento sobre o comportamento espacial humano diante da pandemia pode subsidiar o desenvolvimento de políticas públicas de conscientização, redução de conflitos e promoção de maior bem-estar para a população, como por exemplo o controle da contaminação e, conseqüentemente, a redução dos casos, com potenciais efeitos na difusão da própria doença.

#### 4.4 O Meio Ambiente

O surto de COVID-19 e a implementação de políticas de distanciamento social resultaram em uma redução substantiva da circulação de pessoas nas cidades, tornando este um experimento único para a observação da qualidade do ar nos grandes centros urbanos. Na esteira dessas transformações, um grupo de estudos analisou os impactos do distanciamento social e a conseqüente redução na mobilidade urbana para a qualidade do ar. Karaer *et al.* (2020) registraram os impactos imediatos da COVID-19 no volume de tráfego e, conseqüentemente, na concentração de NO<sub>2</sub> (dióxido de nitrogênio) em todos os condados da Flórida. Sarkar, Das e Mukhopadhyay (2021) encontraram resultados semelhantes ao comparar a qualidade do ar desde o período pré-lockdown e pós-lockdown em algumas cidades indianas, onde foi notável a redução do nível de poluição e a melhora na qualidade do ar que passou da categoria 'ruim' para a 'boa' entre os dois períodos analisados. El-Sheekh e Hassan (2021) corroboram essas tendências, registrando reduções substantivas nos aerossóis atmosféricos (matéria particulada) e dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>) em decorrência das drásticas medidas de isolamento social adotadas para limitar a propagação da COVID-19 em Alexandria, Egito.

Esses resultados têm importantes rebatimentos na própria propagação da doença e sua letalidade. Sabe-se que a exposição prolongada a concentrações de poluentes no ar causa inflamação pulmonar crônica, uma condição que pode exacerbar a síndrome respiratória aguda grave causada pelo novo coronavírus (SARS-CoV-2). Além disso, a

poluição do ar é um fator de risco para infecções respiratórias por transportar microrganismos e afetar a imunidade dos indivíduos.

Diante dessa importante associação, diversos cientistas vêm se debruçando no exame da correlação entre a presença de poluentes do ar e a COVID-19. Coker *et al.* (2020) encontraram uma associação positiva entre a concentração ambiental de partículas finas suspensas com a mortalidade conectada à pandemia de COVID-19 no norte da Itália. Liang *et al.* (2020) confirmam que as concentrações médias de NO<sub>2</sub> presentes nos condados norte-americanos são positivamente associadas às taxas de letalidade e mortalidade por COVID-19, concluindo que a exposição de longo prazo ao NO<sub>2</sub> presente nos grandes centros urbanos pode aumentar a suscetibilidade a casos graves de COVID-19, independentemente da exposição de longo prazo a PM<sub>2,5</sub> (partículas inaláveis de diâmetro inferior a 2,5 micrômetros) e O<sub>3</sub> (ozônio).

Partindo de constatações prévias, Coro (2020) desenvolve um modelo global que identifica os locais que podem favorecer a taxa de infecção devido às suas características geofísicas particulares (temperatura do ar da superfície, precipitação e altimetria), e também àquelas relacionadas à ação humana (CO<sub>2</sub> e densidade populacional). Com base nesse modelo, calculou-se um índice de risco que permite identificar os potenciais países e regiões do mundo que apresentam alto risco de incremento da doença, oferecendo um grande aporte à gestão da pandemia.

Os efeitos da sazonalidade na influência de variáveis ambientais sobre a COVID-19 foram identificados por Yang, Li e Cao (2021) num grupo de cidades chinesas (Wuhan, Pequim, Urumqi e Dalian). Os resultados do estudo indicam que a temperatura e a umidade relativa foram os principais fatores determinantes da transmissão da COVID-19, mas o seu peso varia de acordo com a estação do ano e a localização geográfica. No verão, o aumento da umidade relativa e a diminuição da temperatura máxima facilitam a transmissão do coronavírus em cidades áridas do interior, enquanto neste ponto a diminuição da umidade relativa favorece a disseminação da COVID-19 nas cidades litorâneas. Para as cidades úmidas, a redução da umidade relativa e a temperatura mais baixa no inverno favorecem a transmissão de SARS-CoV -2.

Isaia *et al.* (2021) estudaram a distribuição espacial dos casos e mortes de COVID-19 nas diferentes regiões italianas e a quantidade de radiação solar ultravioleta presente na superfície da Terra, confirmando a hipótese de que a radiação impacta o desenvolvimento da infecção e suas complicações, seja através do efeito da vitamina D no sistema imunológico ou a inativação do vírus pela luz solar. Por sua vez, Coccia (2021)

oferece importante contribuição ao analisar os impactos da estabilidade/turbulência atmosférica (considerando a velocidade do vento), poluição do ar e a disseminação de COVID-19 entre cidades capitais das províncias italianas.

Os resultados revelam que cidades com alta estabilidade atmosférica, baseada em baixa velocidade do vento e frequentemente altos níveis de poluição do ar – excedendo os níveis seguros de ozônio ou material particulado – tiveram números mais altos de indivíduos infectados e mortes relacionadas a COVID-19. Esse achado sugere que a estabilidade atmosférica, baseada na baixa velocidade do vento, reduz a dispersão de materiais gasosos e particulados (poluição do ar), que podem atuar como carreadores do SARS-CoV-2 no ar para sustentar a difusão da COVID-19 em meio ambiente urbano, gerando problemas de saúde pública para a sociedade.

Zhu *et al.* (2020) também exploraram a relação entre poluentes do ar ambiente e a infecção causada pelo novo coronavírus em 120 cidades na China, a partir de um modelo aditivo generalizado para investigar as associações de seis poluentes atmosféricos. Os resultados apontaram associações significativamente positivas de PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>10</sub> (partículas inaláveis, de diâmetro inferior a 10 micrómetros), NO<sub>2</sub> e O<sub>3</sub> com novos casos confirmados de COVID-19, enquanto a associação com o SO<sub>2</sub> (dióxido de enxofre) foi negativa. Dentre as implicações desse estudo, figura a assertividade da adoção das políticas de isolamento social e bloqueio de cidades implementadas naquele país, como forma de controle e prevenção da doença.

Por outro lado, registre-se a existência de críticas em relação aos resultados desses estudos, que destacam a presença de variáveis intervenientes ignoradas e a necessidade, portanto, de combinar medidas atmosféricas e socioeconômicas na investigação da incidência da doença.

Copiello e Grillenzoni (2020) contestam abertamente o trabalho de Zhu *et al.* (2020), indicando que a declarada relação entre a COVID-19 e a poluição do ar encontrada pode ser resultado de uma correlação espúria devido à omissão de um fator comum, qual seja, a densidade populacional. Para tanto, a relação entre as condições demográficas, socioeconômicas, ambientais e a disseminação do novo coronavírus na China foi analisada por Copiello e Grillenzoni (2020) com modelos de regressão espacial em variáveis deflacionadas pelo tamanho da população em 28 províncias chinesas. Os resultados dessa nova análise confirmam as expectativas dos autores, indicando que a taxa de infecção (medida pelo número de casos por 100 mil habitantes) encontra-se fortemente relacionada à densidade populacional. Ao mesmo tempo, a associação com a

poluição do ar é detectada com um sinal negativo, de difícil interpretação, confirmando a debilidade metodológica do trabalho de Zhu *et al.* (2020).

Na mesma linha, Ghosh *et al.* (2020) constata a partir da análise da associação entre casos de COVID-19 e indicadores climáticos em Londres (médias diárias de temperaturas máximas e mínimas, umidade e velocidade do vento) em dois períodos de tempo que os resultados foram contraditórios, concluindo que os parâmetros climáticos não podem exclusivamente determinar as mudanças identificadas em relação ao número de casos de COVID-19.

Ladha *et al.* (2020) combinaram em uma modelagem estatística variáveis ambientais (temperatura máxima, temperatura média e umidade relativa média) e o número de testes realizados para estimar o número de novos casos de COVID-19 em Delhi, Índia. Os resultados reforçam as dúvidas acerca do uso exclusivo de medidas climáticas, uma vez que temperatura máxima, temperatura média e umidade relativa média não apresentaram significância estatística. Somente o número de testes foi significativamente associado aos novos casos de COVID-19.

Outra importante crítica foi relatada por Deguen e Kihal-Talantikite (2021). Esses autores registraram que vários estudos já investigaram a implicação da poluição do ar e alguns determinantes sociais nos resultados relacionados à COVID-19. No entanto, os determinantes socioambientais em unidades espaciais mais refinadas vêm sendo negligenciados. Diante disso, Deguen e Kihal-Talantikite (2021) utilizaram o percentual de unidades domiciliares superlotadas para caracterizar as condições de vida e a exposição de longo prazo ao NO<sub>2</sub> para caracterizar a exposição à poluição do ar na França, com o objetivo de compreender a heterogeneidade espacial em relação aos determinantes socioambientais da COVID-19. O padrão geográfico dos resultados encontrados relacionados à COVID-19 é amplamente explicado pela distribuição socioespacial da exposição de longo prazo ao NO<sub>2</sub>, reforçando a necessidade da combinação de fatores sociais e ambientais no exame da incidência da doença.

#### **4.5 O ambiente construído**

Ao longo da história as cidades vêm enfrentando sucessivos surtos de doenças, tais como a peste, cólera, febre amarela e tuberculose. Nos séculos XIX e XX, os sanitaristas da Europa e da América do Norte enfrentaram a rápida urbanização e industrialização, bem como os frequentes surtos de doenças defendendo reformas na infraestrutura urbana, com destaque para a busca pela universalização de sistemas locais

de água e esgoto; a implementação de códigos de construção para garantir iluminação adequada, ar fresco e banheiros; e zoneamento que separava as indústrias nocivas das áreas residenciais. Todos esses são exemplos de estratégias relacionadas ao ambiente construído voltadas para o combate a doenças infecciosas (ROSEN, 2015; FRUMKIN, 2021).

Portanto, outra importante contribuição para a compreensão da dinâmica espacial da incidência da COVID-19 está relacionada às características do ambiente construído, que podem contribuir significativamente para a transmissão viral e taxas de incidência, respondendo, assim, por algumas das variações espaciais observadas anteriormente neste artigo.

Uma maior intensidade de casos confirmados de COVID mostrou-se espacialmente associado à presença de *hubs* de transportes, grande densidade construtiva, maior densidade de terrenos comerciais e heterogeneidade dos usos do solo (KAN, *et al.*, 2021; HUANG *et al.*, 2020). Niu *et al.* (2021) complementam esta abordagem, indicando que a distância em relação a alguns equipamentos urbanos tais como esportivos, restaurantes, educacionais, de compras, transportes, parques e grandes corpos d'água também pode impactar a incidência de COVID-19 no meio urbano. Silva *et al.* (2021) evidenciam a importância de variáveis sanitárias tais como acesso à coleta de esgoto e água potável. A presença de dormitórios de trabalhadores imigrantes (GORNLY *et al.*, 2021), volume de água consumida em unidades comerciais, industriais, públicas e residenciais (KALBUSCH *et al.*, 2020); densidade demográfica e distância de reconhecidos pontos de contágio presentes na cidade (HAN *et al.*, 2021); casos e mortes *per capita* correlacionado com o tamanho das cidades (RIBEIRO *et al.*, 2020); e hierarquia urbana (FENG *et al.*, 2020) também foram apontados em conexão com os casos de COVID-19.

Em relação à pandemia de COVID-19 os estudos empíricos reforçam a importância do ambiente construído na incidência da doença, especialmente no que diz respeito às densidades demográfica e construtiva, qualidade física das unidades domiciliares, as condições sanitárias e a distância em relação aos equipamentos urbanos reconhecidamente disseminadores do Coronavírus (LIU 2020; NAKADA E URBAN 2020, HERNÁNDEZ-FLORES *et al.*, 2020). Nesse sentido, Bereitschaft e Scheller (2020) evidenciam que a capacidade adaptativa das cidades, no que tange ao planejamento, design e desenvolvimento urbano, representam respostas efetivas à ameaça de COVID-19 e, conseqüentemente, a capacidade de resiliência às pandemias e demais emergências de saúde pública.

#### 4.6 A dimensão social

A pandemia de COVID-19 é sem sombra de dúvidas um evento global, que tem afetado direta ou indiretamente a todos os habitantes deste planeta. No entanto, as pessoas apresentam níveis de exposição e contágio muito diferentes, fato que evidencia a centralidade da dimensão social no processo de difusão da doença. Diante de um cenário marcado pela ausência de um tratamento antiviral seguro e eficaz para a COVID-19, predominaram nas primeiras fases de evolução da pandemia o uso de medidas não farmacológicas, tidas como essenciais para a prevenção e controle da doença. No entanto, muitas dessas medidas não foram viáveis para milhões de indivíduos que vivem em territórios de maior vulnerabilidade social ou cuja mobilidade urbana foi mantida em função de sua renda, profissão e capital social.

Um grupo expressivo de cientistas revelou a natureza consistente da associação entre vulnerabilidade social e incidência de COVID-19 (DE PAULA *et al.*, 2020; DE RIDDER *et al.*, 2021; DAS *et al.*, 2020; BERMUDI *et al.*, 2021; GARNIER *et al.*, 2021; OLUYOMI *et al.*, 2021; FIELDING-MILLER; SUNDARAM; BROUWER, 2020; RAYMUNDO *et al.* 2021; VIJAYAN *et al.*, 2020; CHECA *et al.*, 2020; SAHASRANAMAN; JENSEN, 2021; BERNARDES *et al.*, 2020; CASTRO *et al.*, 2021; DE SOUZA; MACHADO; DO CARMO, 2020; DIMAGGIO *et al.*, 2020; HARRIS, 2020; NATIVIDADE *et al.*, 2020; COELHO *et al.*, 2020) .

Esses estudos mensuram a vulnerabilidade social de diversas maneiras, levando em consideração os elementos socioculturais dos espaços analisados. Medidas tais como habitação de má qualidade (DE RIDDER *et al.*, 2021); alta densidade de domicílios (VIJAYAN *et al.*, 2020; DE RIDDER *et al.*, 2021; CASTRO *et al.*, 2021; HARRIS, 2020; NATIVIDADE *et al.*, 2020); impossibilidade de realizar teletrabalho (DE RIDDER *et al.*, 2021); população abaixo do nível de pobreza (GARNIER *et al.*, 2021; FIELDING-MILLER; SUNDARAM; BROUWER, 2020; VIJAYAN *et al.*, 2020; NATIVIDADE *et al.*, 2020); minorias étnico-raciais (GARNIER *et al.*, 2021; OLUYOMI *et al.*, 2021; VIJAYAN *et al.*, 2020; DIMAGGIO *et al.*, 2020; HARRIS, 2020; NATIVIDADE *et al.*, 2020); trabalhadores essenciais (GARNIER *et al.*, 2021); população nascida no exterior, Índice de Derivação de Área (IDA), percentual de domicílios sem veículo (OLUYOMI *et al.*, 2021); pessoas com mais de 65 anos, empregados na educação (OLUYOMI *et al.*, 2021); trabalhadores agrícolas, famílias sem um adulto falante de inglês fluente, indivíduos sem seguro de saúde (FIELDING-MILLER; SUNDARAM; BROUWER, 2020); moradores de favelas (SAHASRANAMAN; JENSEN, 2021), índice de desenvolvimento humano (CASTRO *et al.*,

2021; AMADU *et al.*, 2021; GALVAN *et al.*, 2020); índice de vulnerabilidade social (CASTRO *et al.*, 2021); desvantagem socioeconômica (HARRIS, 2020); taxa de analfabetismo, taxa de escolaridade (proporção de pessoas com 15 ou mais anos de estudo), domicílios ligados à rede regular de abastecimento de água, e domicílios com coleta regular de lixo (NATIVIDADE *et al.*, 2020).

Além da vulnerabilidade social, outros elementos sociais e de saúde que foram explorados em conexão com a incidência de COVID-19 na literatura foram: indicadores criminais (HALFORD *et al.*, 2020); idade, Produto Interno Bruto (PIB) *per capita*, número de leitos hospitalares por 1000 habitantes (AMADU *et al.*, 2021); trabalho na agroindústria vinculado à pecuária e frigoríficos (NASCIMENTO; TOMBINI; RIPPLINGER, 2021; HECK *et al.*, 2020); nível de vacinação contra influenza aplicada, número de leitos em Unidade de Terapia Intensiva (UTI), ventiladores, médicos e enfermeiros (GALVAN *et al.*, 2020); idade, sexo, nacionalidade, ocupação (LIAO *et al.*, 2020); tamanho populacional, densidade populacional, renda per capita (DÍAZ-CASTRO; CABELLO-RANGEL; HOFFMAN, 2021); e grau de especialização econômica (ASCANI; FAGGIAN; MONTRESOR, 2020).

Portanto, como a literatura indica, o surto de COVID-19 afeta a população de maneira assimétrica, sendo particularmente prejudicial aos grupos sociais em situação mais vulnerável, que também sofre de modo desproporcional os impactos econômicos advindos da pandemia. Se essa população não for assistida por meio de políticas públicas inclusivas, a crise social criada pela pandemia de COVID-19 também pode ampliar a desigualdade, a exclusão, a discriminação e o desemprego.

#### **4.7 A integração das dimensões social e ambiental**

Confrontados com as restrições relacionadas aos estudos que trabalham exclusivamente a dimensão ambiental na tentativa de compreender a geografia da COVID-19 e a imperativa necessidade de incorporação da dimensão social, a literatura recente traz um conjunto importante de estudos que buscam por meio de modelagem estatística avaliar o peso relativo de variáveis representativas de ambas as dimensões. Guiados pela disponibilidade de informações e pelas especificidades locais, esses estudos revelam que não existe um padrão em relação aos indicadores utilizados para representar as dimensões ambiental e social.

Diante da necessidade de empreender um estudo transdisciplinar para compreender as inter-relações entre natureza e sociedade, Zabaniotou (2020) propôs

uma abordagem sistêmica sobre aspectos ecológicos, sociais, físicos e psíquicos, a fim de compreender a capacidade resiliência à COVID-19. Em outros estudos, houve o emprego de um conjunto de indicadores formado por: idade, agrupamentos genéticos, sexo, orografia, densidade populacional, poluição e atividades econômicas (CAMEROTTO *et al.*, 2020); qualidade do ar, temperatura, precipitação, partículas suspensas, insegurança alimentar, desemprego, idade, proporção de pessoas com plano de saúde (MOLLALO; VAHEDI; RIVERA, 2020) população residente, índice de migração, produção interna bruta regional, vendas totais no varejo de bens de consumo, mínima, média e máxima elevação, área e densidade populacional (XIONG *et al.*, 2020); densidade populacional e concentração de PM<sub>2.5</sub> (YU *et al.*, 2021); ir para o trabalho a pé, concentração de benzeno no ar, chefe de família com hipoteca, desemprego, concentração de PM<sub>2.5</sub> no ar e porcentagem de negros ou afro-americanos (LUO; YAN; MCCLURE, 2021); migração interna, distribuição populacional, acessibilidade ao transporte, temperatura média e instalações médicas (XIE *et al.*, 2020); urbanização, estrutura etária, temperaturas médias e taxa de alfabetização (RAMÍREZ-ALDANA; GOMEZ-VERJAN; BELLO-CHAVOLLA, 2020) provaram ser preditores estatisticamente significativos da manifestação da COVID-19.

Ainda seguindo nessa linha de inter-relação de condicionantes ambientais e ambiente construído, Eslami e Jalili (2020) correlacionaram as variáveis de temperatura, umidade, circulação atmosférica, velocidade do vento, alimentos, água e esgoto. De maneira a gerar uma completude investigativa, os autores incluíram variáveis sobre insetos, superfícies inanimadas e a manipulação de alimentos e bio-aerossóis, analisando o papel de cada um desses na transmissão de COVID-19.

Destaca-se, ainda, os modelos multidimensionais que articulam indicadores vinculados às dimensões social, ambiente construído e ambiente natural, para analisar os riscos associados à COVID-19 (ALENE *et al.*, 2021; KIM *et al.*, 2021; SCARPONE *et al.*, 2020; KWOK *et al.*, 2021; BUJA *et al.*, 2020; VAZ, 2021). Como exemplo, tem-se a pesquisa de Lenzen *et al.* (2020) em que os autores aplicaram um modelo macroeconômico multirregional global para verificar os efeitos diretos e indiretos da pandemia, destacando as perdas sociais e econômicas (renda, consumo e cadeias de suprimentos) e, bem como, os efeitos ambientais (como por exemplo a redução na emissão de gases de efeito estufa), uma análise integrativa. Esses estudos oferecem uma visão holística e integradora dos diferentes elementos responsáveis pela incidência e

disseminação da COVID-19, exaltando o papel da complexidade espacial inerente às relações entre natureza e sociedade, tão caras à ciência geográfica.

#### 4.8 Construindo cenários

A pandemia de COVID-19 tem-se caracterizado por sua natureza repentina, incerta, instável e perigosa, demandando estratégias de contenção rápidas, unificadas, assertivas e altamente adaptáveis a sua transiente condição. Autoridades sanitárias de todo o mundo vêm acumulando uma lista de informações sobre os múltiplos aspectos relacionados ao vírus, seja para a compreensão de sua disseminação, seja para a sua superação, o que passa necessariamente pela capacidade de coletar, processar e analisar grandes volumes de dados, com vistas a construir cenários e antecipar-se em relação ao comportamento futuro da pandemia.

Sensíveis a esse desafio, um grupo importante de cientistas vêm trabalhando com *big data*, *machine learning*, modelagem matemática, modelos probabilísticos, métodos de estimação de séries temporais e tecnologias de visualização espaço-tempo multiescalares (país, província, cidade, município, comunidade e indivíduo), de modo a produzir simulações, construir cenários em relação à reinfeção e retestagem positiva para COVID-19, e verificar ritmo e direção do espraiamento futuro da pandemia (ESEN; YAMAN, 2021; AZEVEDO *et al.*, 2020; FALAHI, S.; KENARKOOHI, 2020; NEYENS *et al.*, 2020; MAHDIZADEH GHARAKHANLOU; HOOSHANGI, 2020; MALKOV, 2020; MCMAHON; ROBB, 2020; OSMAN; AL DAAJANI; ALSAHAFI, 2020; BHERWANI *et al.*, 2021; ZHANG *et al.*, 2020; SANGIORGIO; PARISI, 2020; GIANQUINTIERI *et al.*, 2020; POURGHASEMI *et al.*, 2020; SHAW *et al.*, 2021; KARAIVANOV, 2020; PAPASTEFANOPOULOS; VICTOR OKHUESE, 2020; LINARDATOS; KOTSIANTIS, 2020; CHENG *et al.*, 2020; CHINAZZI *et al.*, 2020; KONICEK *et al.*, 2020; JIANG *et al.*, 2020; PANG *et al.*, 2021; ZHOU *et al.*, 2020).

Além de oferecer importantes contribuições metodológicas para a análise de outros surtos, epidemias, endemias e pandemias, esses estudos oferecem sólidos subsídios aos governos, iniciativas privadas e, principalmente, às autoridades sanitárias permitindo-lhes responder rapidamente às demandas para tomar decisões mais assertivas de saúde pública, minimizando, assim, os impactos de um incidente de saúde coletiva e restaurando mais rapidamente a normalidade.

## 5. CONCLUSÕES

Passados dois anos desde a eclosão da pandemia de COVID-19 que impactou de forma significativa todo o mundo, uma frente de pesquisadores vem buscando respostas sobre o ritmo de contágio e dispersão espaço-temporal da doença, gerando uma plethora de trabalhos científicos que foram aqui examinados. O balanço é extremamente positivo, tendo sido produzidos em tempo recorde um conjunto importante de trabalhos que ampliaram sensivelmente o nosso conhecimento acerca do vírus SARS-CoV-2 e da doença COVID-19.

Ficou evidente que há um reflexo da dicotomia histórico-social do Norte-Global (países da América do Norte, Europa, Oceania e parte da Ásia) e do Sul-Global (países da América Central e do Sul, África e parte da Ásia). O destaque é para o Norte-Social, pelo volume de produções e de análises, embora no Sul-Global pesquisadores brasileiros, indianos e chineses exercem forte protagonismo na produção científica sobre a dimensão espacial da pandemia, tendo em vista o fato de terem sido nações especialmente impactadas pela COVID-19.

Como as escalas são elementos essenciais à análise geográfica, nota-se uma curiosa evolução na literatura ao longo dos últimos meses. No início da pandemia os trabalhos tendiam a focar escalas mais abrangentes (nações, continentes e subcontinentes, ou o planeta como um todo), mas à medida que o conhecimento sobre o comportamento da síndrome avançou e dados mais refinados foram sendo disponibilizados, o interesse dos especialistas foi paulatinamente se direcionando para os recortes regionais e locais.

Embora a literatura tenha dedicado grande ênfase a análises intraurbanas e microrregionais, no caso brasileiro são raros os estudos dedicados às regiões metropolitanas, configurando, assim, uma relevante oportunidade para o desenvolvimento de pesquisas. As áreas metropolitanas são, por definição, regiões que possuem um núcleo com alta densidade demográfica circundado por municípios vizinhos com menor densidade. São áreas que possuem alta interconectividade por infraestrutura viária, trocas populacionais e mercantis rotineiras, grande interdependência funcional e extensas conurbações. O protagonismo da metrópole e a centralização do emprego formal, equipamentos urbanos e infraestrutura de transporte público concentrados em sua área central obrigam milhares de pessoas a deslocar-se diariamente, comprometendo as medidas de isolamento domiciliar e, conseqüentemente, promovendo a dispersão do

patógeno. Some-se a isso o fato de ser comum que residentes em municípios circunvizinhos às metrópoles busquem os equipamentos de saúde dos núcleos metropolitanos para os tratamentos de alta e média complexidade, fato que pode ampliar o processo de disseminação do SARS-CoV-2.

Ainda sobre as escalas de análise encontrou-se apenas um estudo que trata da incidência de COVID-19 no âmbito da edificação, explorando a configuração física dos dormitórios de trabalhadores imigrantes em Singapura (GORNLY et al, 2021). Apesar de serem raras as pesquisas geográficas nesta escala, a literatura revisada sugere a importância da densidade domiciliar na dispersão do Coronavírus, abrindo-se outra importante frente de estudos.

Em relação aos condicionantes da dispersão espacial da COVID-19, a literatura gravita em torno de alguns grandes eixos temáticos, que vêm sendo explorado de forma independente ou associada. Primeiramente, destacamos os numerosos e consistentes estudos que relacionam a dispersão da doença à mobilidade humana em suas diversas formas (deslocamentos intraurbanos, movimentos pendulares, viagens interestaduais e internacionais e migração nacional e internacional), nos quais eixos viários e equipamentos de transporte público (aeroportos, estações de trem, metrô e ônibus) cumprem papel determinante no espraiamento da doença.

O comportamento individual e coletivo das populações também foi evocado como um dos fatores correlatos à dispersão do SARS-CoV-2. Aspectos como o grau de adesão às medidas preventivas, sobretudo o isolamento social; a possibilidade de adoção de trabalho remoto; a negação da gravidade da doença e do conhecimento científico, dentre outros influenciam a incidência da COVID-19.

Por sua vez, variáveis associadas ao meio ambiente físico podem impactar a incidência da doença, com destaque para a concentração de poluentes no ar, umidade relativa, temperaturas máxima, média e mínima, radiação solar e velocidade do vento. Mas, também, do ambiente construído, sendo consistentes os achados referentes à correlação entre a distribuição espacial da doença e a densidade construtiva, presença de *hubs* de transporte e grandes equipamentos urbanos, mix de usos de solo, qualidade física das unidades domiciliares e condições sanitárias.

Outra dimensão explorada pela literatura foi a social, com uma multiplicidade de medidas que se provaram preditoras consistentes da incidência espacial diferenciada da COVID-19, como, por exemplo: densidade populacional, vulnerabilidade social e pobreza, renda, categoria ocupacional, idade, sexo e nível de escolaridade.

No plano da saúde, faz-se necessário reconhecer a alta correlação entre a COVID-19 e doenças não transmissíveis (DNT's), como a hipertensão, a obesidade e doenças cardíacas, ampliando a mortalidade das pessoas contaminadas. Como as DNTs são altamente incidentes em grupos socialmente vulneráveis, tem-se entre esses indivíduos uma multiplicação de riscos, fato que nos leva à noção de sindemia concebida por Merrill Singer (HORTON, 2020; ANDERSON et al, 2021). Outro modulador relevante da heterogeneidade espacial da incidência da doença é a influência política e a governança da saúde pública no enfrentamento da crise sanitária, assunto amplamente explorado pela mídia mundial, dada a ausência de orientações e medidas profiláticas consistentes por parte das autoridades competentes de diversas nações e unidades administrativas subnacionais do mundo.

Por fim, cabe destacar o grande interesse demonstrado pelos pesquisadores operando nesta frente pelas ferramentas de análise espacial na identificação de padrões de distribuição e espalhamento espacial da doença e o intenso uso de modelagens estatísticas e espaciais na construção de cenários e subsídios para o enfrentamento dos desafios trazidos pela pandemia de COVID-19.

### Agradecimentos

Agradecemos à Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação da PUC Minas pelo financiamento dos mestrados e doutorandos vinculados ao Observatório da Saúde da PUC Minas.

### REFERÊNCIAS

ALENE, K. A. *et al.* (2021). COVID-19 in Ethiopia: A geospatial analysis of vulnerability to infection, case severity and death. **BMJ Open**, [s. l.], v. 11, n. 2, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2020-044606>. Acesso em: 25 abr. 2021.

AL-SALEH, M. *et al.* (2021). Population healthy lifestyle changes in Abha city during COVID-19 lockdown, Saudi Arabia. **Journal of Family Medicine and Primary Care**, [s. l.], v. 10, n. 2, p. 809, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.4103/jfmpe.jfmpe.1224.20>. Acesso em: 18 jun. 2021.

ALVES DA SILVA NOGUEIRA, K. W. (2020). Mapeamento da COVID-19 no Estado da Paraíba: Elementos para a espacialização e análise em ambiente SIG. **Metodologias e Aprendizado**, [s. l.], v. 3, p. 24–39, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.21166/metapre.v3i0.1301>. Acesso em: 10 ago. 2021.

ALVES, H. J. de P., *et al.* (2020). The COVID-19 pandemic in Brazil: an application of the k-means clustering method. **Research, Society and Development**, [s. l.], v. 9, n. 10, p. e5829109059, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i10.9059>. Acesso em: 18 aug. 2021.

AMADU, Iddrisu *et al.* (2021). Assessing sub-regional-specific strengths of healthcare systems associated with COVID-19 prevalence, deaths and recoveries in Africa. **Plos one**, v. 16, n. 3, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0247274>. Acesso em: 15 jun. 2021.

ANDERSON, M. *et al.* LSE–Lancet Commission on the future of the NHS: re-laying the foundations for an equitable and efficient health and care service after COVID-19. **The Lancet**, v. 397, n. 10288, p. 1915–1978, 2021. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)00232-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)00232-4). Acesso em: 23 fev. 2022.

ANDRADE, L. A. *et al.* (2020). COVID-19 mortality in an area of northeast Brazil: epidemiological characteristics and prospective spatiotemporal modelling. **Epidemiology and Infection**, [s. l.], v. 148, p. 1-7, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/S0950268820002915>. Acesso em: 07 de mai. 2021.

ARAB-MAZAR, Z. *et al.* (2020). Mapping the incidence of the COVID-19 hotspot in Iran – Implications for Travellers. **Travel Medicine and Infectious Disease**, [s. l.], v. 34, p. 101630, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.tmaid.2020.101630> Acesso em: 30 jun. 2021.

ASCANI, A.; FAGGIAN, A.; MONTRESOR, S. (2020). The geography of COVID-19 and the structure of local economies: The case of Italy. **Journal of Regional Science**, [s. l.], 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/jors.12510>. Acesso em: 8 abr. 2021.

AZEVEDO, L. *et al.* (2020). Geostatistical COVID-19 infection risk maps for Portugal. **International Journal of Health Geographics**, [s. l.], v. 19, n. 1, p. 25, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s12942-020-00221-5> . Acesso em: 26 jun. 2021.

BAG, R. *et al.* (2020). Understanding the spatio-temporal pattern of COVID-19 outbreak in India using GIS and India's response in managing the pandemic. **Regional Science Policy & Practice**, [s. l.], v. 12, n. 6, p. 1063–1103, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/rsp3.12359> Acesso em: 30 jun. 2021.

BEREITSCHAFT, B.; SCHELLER, D. (2020). How Might the COVID-19 Pandemic Affect 21st Century Urban Design, Planning, and Development? **Urban Science**, [s. l.], v. 4, n. 4, p. 56, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/urbansci4040056> Acesso em: 10 ago. 2021.

BERMUDI, P. M. M. *et al.* (2021). Spatiotemporal ecological study of COVID-19 mortality in the city of São Paulo, Brazil: Shifting of the high mortality risk from areas with the best to those with the worst socio-economic conditions. **Travel Medicine and Infectious Disease**, [s. l.], v. 39, p. 101945, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.tmaid.2020.101945>. Acesso em: 16 jun. 2021.

BERNARDES, K. *et al.* (2020). Social distancing and living conditions in the pandemic COVID-19 in Salvador-Bahia, Brazil. Distanciamento social e condições de vida na pandemia COVID-19 em Salvador-Bahia, Brasil. **Ciência & Saúde coletiva**, v. 25, n. 9, p. 3385–3392, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1413-81232020259.22142020>. Acesso em: 05 mai. 2021

BHERWANI, H. *et al.* (2021). Understanding COVID-19 transmission through Bayesian probabilistic modeling and GIS-based Voronoi approach: a policy perspective. **Environment, Development and Sustainability**, [s. l.], v. 23, n. 4, p. 5846–5864, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10668-020-00849-0> Acesso em: 30 jun. 2021.

BISWAS, B. *et al.* (2021). Geographical Appraisal of COVID-19 in West Bengal, India. **GeoJournal**, [s. l.], 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10708-021-10388-4> Acesso em: 30 jun. 2021.

BÖNISCH, S. *et al.* (2020). Effects of Coronavirus Disease (COVID-19) Related Contact Restrictions in Germany, March to May 2020, on the Mobility and Relation to Infection Patterns. **Frontiers in Public Health**, [s. l.], v. 8, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fpubh.2020.568287>. Acesso em: 07 mai. 2021.

BRENO BARBOSA DE SOUSA, I. *et al.* (2020). Covid-19 e suas Redes de Conectividades no Território Maranhense. **Metodologias e Aprendizado**, [s. l.], v. 3, p. 138–149, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.21166/metapre.v3i0.1337> Acesso em: 10 ago. 2021.

BUJA, A. *et al.* (2020). Demographic and socio-economic factors, and healthcare resource indicators associated with the rapid spread of COVID-19 in Northern Italy: An ecological study. **PLOS ONE**, [s. l.], v. 15, n. 12, p. e0244535, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0244535>. Acesso em: 23 jun. 2021.

CAMEROTTO, A. *et al.* (2020). Early Phase Management of the SARS-CoV-2 Pandemic in the Geographic Area of the Veneto Region, in One of the World's Oldest Populations. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, [s. l.], v. 17, n. 23, p. 9045, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ijerph17239045> Acesso em: 30 jun. 2021.

CASCÓN-KATCHADOURIAN, J.-D. (2020). Tecnologías para luchar contra la pandemia Covid-19: geolocalización, rastreo, big data, SIG, inteligencia artificial y privacidad. **El profesional de la información**, [s. l.], 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3145/epi.2020.jul.29>. Acesso em: 21 jun. 2021.

CASTRO, R. R. *et al.* (2021). Spatial dynamics of the COVID-19 pandemic in Brazil. **Epidemiology and Infection**, v. 149, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/S0950268821000479>. Acesso em: 05 mai. 2021

CAZELLES, B. *et al.* (2021). Parallel trends in the transmission of SARS-CoV-2 and retail/recreation and public transport mobility during non-lockdown periods. **International Journal of Infectious Diseases**, [s. l.], v. 104, p. 693–695, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2021.01.067>. Acesso em: 07 mai. 2021.

CHAN, H. F. *et al.* (2020). Risk attitudes and human mobility during the COVID-19 pandemic. **Scientific Reports**, [s. l.], v. 10, n. 1, p. 19931, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41598-020-76763-2>. Acesso em: 07 mai. 2021.

CHANG, S. *et al.* (2021). Mobility network models of COVID-19 explain inequities and inform reopening. **Nature**, [s. l.], v. 589, n. 7840, p. 82–87, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2923-3>. Acesso em: 30 jul. 2021.

CHECA, J. *et al.* (2020). Los que no pueden quedarse en casa: movilidad urbana y vulnerabilidad territorial en el área metropolitana de Barcelona durante la pandemia COVID-19. **Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles**, [s. l.], n. 87, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.21138/bage.2999>. Acesso em: 8 abr. 2021.

CHEN, H. *et al.* (2020). Modeling and interpreting the COVID-19 intervention strategy of China: A human mobility view. **PeerJ** [s. l.], 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0242761>. Acesso em: 25 abr. 2021.

CHEN, Q. *et al.* (2020). Why crowding matters in the time of COVID-19 pandemic? - a lesson from the carnival effect on the 2017/2018 influenza epidemic in the Netherlands. **BMC Public Health**, [s. l.], v. 20, n. 1, p. 1516, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s12889-020-09612-6>. Acesso em: 16 jun. 2021.

CHENG, X. *et al.* (2020). Regional infectious risk prediction of COVID-19 based on geo-spatial data. **PeerJ**, [s. l.], v. 8, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.7717/peerj.10139>. Acesso em: 25 abr. 2021.

CHINAZZI, M. *et al.* (2020). The effect of travel restrictions on the spread of the 2019 novel coronavirus (COVID-19) outbreak. **Science**, [s. l.], v. 368, n. 6489, p. 395–400, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1126/science.aba9757>. Acesso em: 20 jun. 2021.

COCCIA, M. (2021). The effects of atmospheric stability with low wind speed and of air pollution on the accelerated transmission dynamics of COVID-19. **International Journal of Environmental Studies**, [s. l.], v. 78, n. 1, p. 1–27, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00207233.2020.1802937>. Acesso em: 28 jun. 2021.

COELHO, F. C. *et al.* (2020). Assessing the spread of COVID-19 in Brazil: Mobility, morbidity and social vulnerability. **PLOS ONE**, [s. l.], v. 15, n. 9, p. e0238214, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0238214>. Acesso em: 30 jul. 2021.

COKER, E. S. *et al.* The Effects of Air Pollution on COVID-19 Related Mortality in Northern Italy. (2020). **Environmental and Resource Economics**, [s. l.], v. 76, n. 4, p. 611–634, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10640-020-00486-1>. Acesso em: 21 jun. 2021.

COLMENARES-MEJÍA, C. C. *et al.* (2020). Seroprevalence of SARS-CoV-2 Infection among Occupational Groups from the Bucaramanga Metropolitan Area, Colombia. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, [s. l.], v. 18, n. 8, p. 4172, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ijerph18084172>. Acesso em: 30 jul. 2021.

COPIELLO, S.; GRILLENZONI, C. (2020). The spread of 2019-nCoV in China was primarily driven by population density. Comment on “Association between short-term exposure to air pollution and COVID-19 infection: Evidence from China” by Zhu et al. **Science of The Total Environment** [s. l.], 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141028>. Acesso em: 20 jun. 2021.

CORO, G. (2020). A global-scale ecological niche model to predict SARS-CoV-2 coronavirus infection rate. **Ecological Modelling**, [s. l.], v. 431, p. 109187, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2020.109187>. Acesso em: 20 jun. 2021.

COS, O. De; CASTILLO, V.; CANTARERO, D. (2020). Facing a Second Wave from a Regional View: Spatial Patterns of COVID-19 as a Key Determinant for Public Health and Geoprevention Plans. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, [s. l.], v. 17, n. 22, p. 8468, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ijerph17228468>. Acesso em: 25 jun. 2021.

DAS, A. *et al.* (2020). Modeling the effect of area deprivation on COVID-19 incidences: a study of Chennai megacity, India. **Public Health**, [s. l.], v. 185, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.puhe.2020.06.011>. Acesso em: 20 jun. 2021.

DE PAULA, D. P. *et al.* (2020). Diffusion of Covid-19 in the Northern Metropolis in Northeast Brazil: territorial dynamics and risks associated with Social Vulnerability. **Sociedade & Natureza**, [s. l.], v. 32, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.14393/sn-v32-2020-56098>. Acesso em: 8 abr. 2021.

DE RIDDER, D. *et al.* (2021). Socioeconomically Disadvantaged Neighborhoods Face Increased Persistence of SARS-CoV-2 Clusters. **Frontiers in Public Health**, [s. l.], v. 8, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fpubh.2020.626090>. Acesso em: 20 jun. 2021.

DE SOUZA, C. D. F.; MACHADO, M. F.; DO CARMO, R. F. (2020). Human development, social vulnerability and COVID-19 in Brazil: a study of the social determinants of health. **Infectious diseases of poverty**, 9(1), 124. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s40249-020-00743>. Acesso em: 05 mai. 2021

DEGUEN, S.; KIHAL-TALANTIKITE, W. (2021). Geographical Pattern of COVID-19-Related Outcomes over the Pandemic Period in France: A Nationwide Socio-Environmental Study. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, [s. l.], v. 18, n. 4, p. 1824, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ijerph18041824>. Acesso em: 23 jun. 2021.

DESJARDINS, M. R.; HOHL, A.; DELMELLE, E. M. (2020). Rapid surveillance of COVID-19 in the United States using a prospective space-time scan statistic: Detecting and evaluating emerging clusters. **Applied Geography**, [s. l.], v. 118, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2020.102202>. Acesso em: 27 jun. 2021

DÍAZ-CASTRO, L.; CABELLO-RANGEL, H.; HOFFMAN, K. (2021). The impact of health policies and sociodemographic factors on doubling time of the covid-19 pandemic in Mexico. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, [s. l.], v. 18, n. 5, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ijerph18052354>. Acesso em: 8 abr. 2021.

DIMAGGIO, C. *et al.* (2020). Black/African American Communities are at highest risk of COVID-19: spatial modeling of New York City ZIP Code–level testing results. **Annals of epidemiology**, v. 51, p. 7-13, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.annepidem.2020.08.012>. Acesso em: 05 mai. 2021

DONATO, Helena; DONATO, Mariana. Etapas na Condução de uma Revisão Sistemática. **Acta Médica Portuguesa**, v. 32, n. 3, p. 227-235, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.20344/amp.11923>. Acesso em: 20 fev. 2022.

EL-SHEEKH, M. M.; HASSAN, I.(2021). A. Lockdowns and reduction of economic activities during the COVID-19 pandemic improved air quality in Alexandria, Egypt. **Environmental Monitoring and Assessment**, [s. l.], v. 193, n. 1, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10661-020-08780-7>. Acesso em: 20 jun. 2021.

ESEN, M. F.; YAMAN, T. T. (2021). Density Estimation of Mobile Users' Address Queries before and during the COVID-19 Pandemic. **Proceedings**, [s. l.], v. 74, n. 5, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/proceedings2021074005> Acesso em: 25 abr. 2021.

ESLAMI, H.; JALILI, M. (2020). The role of environmental factors to transmission of SARS-CoV-2 (COVID-19). **AMB Express**, [s. l.], v. 10, n. 1, p. 92, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s13568-020-01028-0>. Acesso em: 20 jun. 2021.

FALAH, S.; KENARKOOHI, A. (2020). COVID-19 reinfection: prolonged shedding or true reinfection? **New Microbes and New Infections**, [s. l.], v. 38, p. 100812, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.nmni.2020.100812>. Acesso em: 30 jul. 2021.

FANG, H.; WANG, L.; YANG, Y. (2020). Human mobility restrictions and the spread of the Novel Coronavirus (2019-nCoV) in China. **Journal of Public Economics**, [s. l.], v. 191, p. 104272, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jpubeco.2020.104272>. Acesso em: 30 jul. 2021.

FARZAN, M.; REYHANE, S. (2021). Ranking and Clustering Iranian Provinces Based on COVID-19 Spread: K-Means Cluster Analysis. **Journal of environmental health and sustainable development**, [s.l.], 6, n. 1, p. 1184-1195, 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.18502/jehsd.v6i1.5761>. Acesso em: 22 abr. 2021.

FATIMA, M. *et al.* (2021). Geospatial Analysis of COVID-19: A Scoping Review. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, [s. l.], v. 18, n. 5, p. 2336, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ijerph18052336> .Acesso em: 28 abr. 2021.

FENG, Y. *et al.* (2020). Spatiotemporal spread pattern of the COVID-19 cases in China. **PLoS ONE**, [s. l.], v. 15, n. 12, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0244351>. Acesso em: 23 jun. 2021.

FERNANDES, F. A. *et al.* (2020). Panorama da fase inicial do crescimento dos números de casos e óbitos causados pela COVID-19 no Brasil. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 10, p. 1-19, 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i10.8560>. Acesso em: 21 abr. 2021.

FIELDING-MILLER, R.; SUNDARAM, M.; BROUWER, K. (2020). Social determinants of COVID-19 mortality at the county level. **PLOS ONE**, [s. l.], v. 15, n. 10, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1101/2020.05.03.20089698>. Acesso em: 20 ago. 2021.

FORTALEZA, C. M. C. B. *et al.* (2021). The use of health geography modeling to understand early dispersion of COVID-19 in São Paulo, Brazil. **PLoS ONE**, [s. l.], v. 16, n. 1 January, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0245051>. Acesso em: 8 abr. 2021.

FREITAS, V. L. S.; MOREIRA, G. J. P.; SANTOS, L. B. L. (2020). Robustness analysis in an inter-cities mobility network: modeling municipal, state and federal initiatives as failures and attacks toward SARS-CoV-2 containment. **PeerJ**, [s. l.], v. 8, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.7717/peerj.10287>. Acesso em: 8 abr. 2021.

FRUMKIN, Howard. (2021). COVID-19, the built environment, and health. **Environmental Health Perspectives**, v. 129, n. 7, p. 1-14075001, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1289/EHP8888>. Acesso em: 25 ago. 2021.

GALVAN, D. *et al.* (2020). Can socioeconomic, health, and safety data explain the spread of COVID-19 outbreak on brazilian federative units? **International Journal of Environmental Research and Public Health**, [s. l.], v. 17, n. 23, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ijerph17238921>. Acesso em: 8 abr. 2021.

GAN, T. *et al.* (2020). Intracity pandemic risk evaluation using mobile phone data: The case of shanghai during covid-19. **ISPRS International Journal of Geo-Information**, [s. l.], v. 9, n. 12, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ijgi9120715>. Acesso em: 27 jun. 2021

GARNIER, R. *et al.* (2021). Socioeconomic Disparities in Social Distancing During the COVID-19 Pandemic in the United States: Observational Study. **Journal of Medical Internet Research**, [s. l.], v. 23, n. 1, p. e24591, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.2196/24591>. Acesso em: 20 jun. 2021.

GEBISA GUYASA, K.; *et al.* (2020). Community's perceived high risk of coronavirus infections during early phase of epidemics are significantly influenced by socio-demographic background, in Gondar City, Northwest Ethiopia: A cross-sectional -study. **PLoS one**, [s.l.], v. 15, n. 11, p. e0242654, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0242654>. Acesso em: 22 abr. 2021.

GHOSH, A. *et al.* (2020). Study of COVID-19 pandemic in London (UK) from urban context. **Cities**, [s. l.], v. 106, p. 102928, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cities.2020.102928> Acesso em: 10 ago. 2021.

GHOSH, P.; CARTONE, A. (2020). A Spatio-temporal analysis of COVID-19 outbreak in Italy. In: DENTINHO, T. P. *et al.* (Ed.). Regional Drivers Effects and Policies of Covid-19. **Regional Science: Policy & Practice**, [s.l.], v. 12, n. 6, p. 1047-1062, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/rsp3.12376>. Acesso em: 01 ago. 2021.

GIANQUINTIERI, L. *et al.* (2020). Mapping Spatiotemporal Diffusion of COVID-19 in Lombardy (Italy) on the Base of Emergency Medical Services Activities. **ISPRS International Journal of Geo-Information**, [s. l.], v. 9, n. 11, p. 639, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ijgi9110639>. Acesso em: 07 mai. 2021.

GIBSON, L.; RUSH, D. (2020). Novel Coronavirus in Cape Town Informal Settlements: Feasibility of Using Informal Dwelling Outlines to Identify High Risk Areas for COVID-19 Transmission From A Social Distancing Perspective. **JMIR Public Health and Surveillance**, [s. l.], v. 6, n. 2, p. e18844, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.2196/18844> Acesso em: 10 ago. 2021.

GLASS, G.E (2000). Update: spatial aspects of epidemiology: the interface with medical geography. **Epidemiologic Reviews**, v. 22, n. 1, p. 136–139, 2000. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.epirev.a018010>. Acesso em: 29 jul. 2021.

GOLDSTEIN, N. D. *et al.* (2021). A Bayesian approach to improving spatial estimates of prevalence of COVID-19 after accounting for misclassification bias in surveillance data in Philadelphia, PA. **Spatial and Spatio-temporal Epidemiology**, [s. l.], v. 36, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.sste.2021.100401> Acesso em: 25 abr. 2021.

GOMES, D. S. *et al.* (2020). Risk clusters of COVID-19 transmission in Northeastern Brazil: Prospective space-time modeling. **Epidemiology and Infection**, [s. l.], 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/S0950268820001843> Acesso em: 25 abr. 2021.

GORNY, A. W. *et al.* (2021). SARS-CoV-2 in migrant worker dormitories: Geospatial epidemiology supporting outbreak management. **International Journal of Infectious Diseases**, [s. l.], v. 103, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2020.11.148>. Acesso em: 20 jun. 2021.

HADRYA, F.; SOULAYMANI, A.; EL HATTIMY, F. (2020). Space-time COVID-19 monitoring in Morocco. **Pan African Medical Journal**, [s. l.], v. 35, n. Supp 2, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.11604/pamj.supp.2020.35.2.23505>. Acesso em: 15 mai. 2021.

HALFORD, E. *et al.* (2020). Crime and coronavirus: social distancing, lockdown, and the mobility elasticity of crime. **Crime Science**, [s. l.], v. 9, n. 1, p. 11, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s40163-020-00121-w>. Acesso em: 15 jun. 2021.

HAN, Y. *et al.* (2021). Spatial distribution characteristics of the COVID-19 pandemic in Beijing and its relationship with environmental factors. **The Science of the total environment**, [s.l.], v. 761, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144257> Acesso em: 18 ago. 2021.

HARA, Y.; YAMAGUCHI, H. (2021). Japanese travel behavior trends and change under COVID-19 state-of-emergency declaration: Nationwide observation by mobile phone location data. **Transportation Research Interdisciplinary Perspectives**, [s. l.], v. 9, p. 100288, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.trip.2020.100288>

HARRIS, R. (2020). Exploring the neighbourhood-level correlates of Covid-19 deaths in London using a difference across spatial boundaries method. **Health & Place**, [s. l.], v. 66, p. 102446, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2020.102446>. Acesso em: 18 jun. 2021.

HARVEY, David (1992). **Condição Pós-moderna**. São Paulo: Edições Loyola, 1992. 349 p.

HAZBAVI, Z. *et al.* (2021). Spatial and temporal analysis of the COVID-19 incidence pattern in Iran. **Environmental Science and Pollution Research**, [s. l.], v. 28, n. 11, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11356-020-11499-0>. Acesso em: 27 jun. 2021

HECK, F. M. *et al.* (2020). Os territórios da degradação do trabalho na Região Sul e o arranjo organizado a partir da COVID-19. **Metodologias e Aprendizado**, [s. l.], v. 3, p. 54–68, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.21166/metapre.v3i0.1332> Acesso em: 28 jun. 2021.

HEMPEL, Sandra. John Snow. **The Lancet**, v. 381, n. 9874, p. 1269-1270, 2013. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(13\)60830-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(13)60830-2) . Acesso em: 28 jun. 2021.

HERNÁNDEZ-FLORES, M. de la L. *et al.* (2020). Prediction and Potential Spatially Explicit Spread of COVID-19 in Mexico's Megacity North Periphery. **Healthcare**, [s. l.], v. 8, n. 4, p. 453, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/healthcare8040453>. Acesso em: 18 jun. 2021.

HORTON, R. Offline: COVID-19 is not a pandemic. **The Lancet**, v. 396, n. 10255, p. 874, 2020. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)32000-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)32000-6) . Acesso em: 23 fev. 2022.

HUANG, J. *et al.* (2020). Investigating the relationship between the built environment and relative risk of COVID-19 in Hong Kong. **ISPRS International Journal of Geo-Information**, [s. l.], v. 9, n. 11, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ijgi9110624> Acesso em: 25 abr. 2021.

HUANG, X. *et al.* (2020). Twitter reveals human mobility dynamics during the COVID-19 pandemic. **PLOS ONE**, [s. l.], v. 15, n. 11, p. e0241957, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0241957>. Acesso em: 14 jun. 2021.

IACUS, S. M. *et al.* (2020). Human mobility and COVID-19 initial dynamics. **Nonlinear Dynamics**, [s. l.], v. 101, n. 3, p. 1901–1919, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11071-020-05854-6>. Acesso em: 30 jul. 2021.

IMDAD, K. *et al.* (2021). A district-level susceptibility and vulnerability assessment of the COVID-19 pandemic's footprint in India. **Spatial and Spatio-temporal Epidemiology**, [s. l.], v. 36, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.sste.2020.100390>. Acesso em: 20 jun. 2021.

ISAIA, G. *et al.* (2021). Does solar ultraviolet radiation play a role in COVID-19 infection and deaths? An environmental ecological study in Italy. **Science of the Total Environment**, [s. l.], v. 757, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143757>. Acesso em: 26 jun. 2021.

JIA, J. *et al.* (2021). A new global method for identifying urban rail transit key station during COVID-19: A case study of Beijing, China. **Physica A: Statistical Mechanics and its Applications**, [s. l.], v. 565, p. 125578, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.physa.2020.125578>. Acesso em: 26 jun. 2021.

JIANG, B. *et al.* (2020). Interactive Analysis of Epidemic Situations Based on a Spatiotemporal Information Knowledge Graph of COVID-19. **IEEE Access**, [s. l.], 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/access.2020.3033997>. Acesso em: 20 jun. 2021.

KAHN, R. *et al.* (2021). Potential Biases Arising From Epidemic Dynamics in Observational Seroprotection Studies. **American Journal of Epidemiology**, [s. l.], v. 190, n. 2, p. 328–335, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/aje/kwaa188>. Acesso em: 30 jun. 2021.

KALBUSCH, A. *et al.* (2020). Impact of coronavirus (COVID-19) spread-prevention actions on urban water consumption. **Resources, Conservation and Recycling**, [s. l.], v. 163, p. 105098, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105098>. Acesso em: 20 jun. 2021.

KAN, Z. *et al.* (2021). Identifying the space-time patterns of COVID-19 risk and their associations with different built environment features in Hong Kong. **Science of the Total Environment**, [s. l.], v. 772, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145379>. Acesso em: 25 abr. 2021.

KANG, D. *et al.* (2020). Spatial epidemic dynamics of the COVID-19 outbreak in China. **International Journal of Infectious Diseases**, [s. l.], v. 94, p. 96–102, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2020.03.076>. Acesso em: 21 jun. 2021.

KARAER, A. *et al.* (2020). Analyzing COVID-19 Impacts on Vehicle Travels and Daily Nitrogen Dioxide (NO<sub>2</sub>) Levels among Florida Counties. **Energies**, [s. l.], v. 13, n. 22, p. 6044, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/en13226044>. Acesso em: 21 jun. 2021.

KARAIVANOV, A. (2020). A social network model of COVID-19. **PLOS ONE**, [s. l.], v. 15, n. 10, p. e0240878, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0240878>. Acesso em: 20 jun. 2021.

KIM, B. *et al.* (2021). COVID-19 testing, case, and death rates and spatial socio-demographics in New York City: An ecological analysis as of June 2020. **Health and Place**, [s. l.], v. 68, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2021.102539>. Acesso em: 26 jun. 2021.

KONICEK, J. *et al.* (2020). Non-Spatial Data towards Spatially Located News about COVID-19: A Semi-Automated Aggregator of Pandemic Data from (Social) Media within the Olomouc Region, Czechia. **Data**, [s. l.], v. 5, n. 3, p. 76, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/data5030076>. Acesso em: 21 jun. 2021.

KUMAR, N.; *et al.* (2021). Descriptive epidemiology of SARS- CoV- 2 infection in Karnataka state, South India: Transmission dynamics of symptomatic vs. asymptomatic infections. **EClinicalMedicine**, [s.l.] v. 32, 2021. Disponível em: [10.1016/j.eclinm.2020.100717](https://doi.org/10.1016/j.eclinm.2020.100717). Acesso em: 03 mai. 2021.

KUZNETSOV, I. *et al.* (2020). Web-based representation and management of infectious disease data on a city scale, case study of St. Petersburg, Russia. **The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences**, [s. l.], v. XLIV-3/W1-2020, n. 3/W1, p. 87–91, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLIV-3-W1-2020-87-2020>. Acesso em: 21 jun. 2021.

KWOK, C. Y. T. *et al.* (2021). Spatial analysis of the impact of urban geometry and socio-demographic characteristics on COVID-19, a study in Hong Kong. **Science of the Total Environment**, [s. l.], v. 764, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144455>. Acesso em: 26 jun. 2021.

LADHA, N. *et al.* (2020). Association of Environmental Parameters with COVID-19 in Delhi, India. **Indian Journal of Clinical Biochemistry**, [s. l.], v. 35, n. 4, p. 497–501, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s12291-020-00921-6> Acesso em: 10 ago. 2021.

LEE, M. *et al.* (2020). Human mobility trends during the early stage of the COVID-19 pandemic in the United States. **PLOS ONE**, [s. l.], v. 15, n. 11, p. e0241468, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0241468>. Acesso em: 18 jun. 2021.

LENZEN, M. *et al.* (2020). Global socio-economic losses and environmental gains from the Coronavirus pandemic. **PLOS ONE**, [s. l.], v. 15, n. 7, p. e0235654, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0235654>. Acesso em: 20 jun. 2021.

LI, Y. *et al.* (2021). The Impact of Policy Measures on Human Mobility, COVID-19 Cases, and Mortality in the US: A Spatiotemporal Perspective. **International Journal of**

---

**Environmental Research and Public Health**, [s. l.], v. 18, n. 3, p. 996, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ijerph18030996>. Acesso em: 30 jul. 2021.

LIANG, D. *et al.* (2020). Urban Air Pollution May Enhance COVID-19 Case-Fatality and Mortality Rates in the United States. **Innovation(China)**, [s. l.], v. 1, n. 3, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.xinn.2020.100047>. Acesso em: 20 jun. 2021.

LIAO, R. J. *et al.* (2020). Coronavirus disease 2019 epidemic in impoverished area: Liangshan Yi autonomous prefecture as an example. **Infectious Diseases of Poverty**, [s. l.], v. 9, n. 1, p. 112, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s40249-020-00706-2>. Acesso em: 20 jun. 2021.

LISBINSKI, F.; DIAS, L. (2020). Spatial analysis of Brazil's COVID- 19 response capacity: a proposal for a Healthcare Infrastructure Index. **Ciência & Saúde Coletiva**, [s.l], 25, n. 12, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1413-812320202512.34472020>. Acesso em: 04 mai. 2021.

LIU, L. (2020). Emerging study on the transmission of the Novel Coronavirus (COVID-19) from urban perspective: Evidence from China. **Cities**, [s. l.], v. 103, p. 102759, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cities.2020.102759>. Acesso em: 10 ago. 2021.

LIU, Y.; *et al.* (2021) The impact of non-pharmaceutical interventions on SARS- CoV- 2 transmission across 130 countries and territories. **BMC Medicine**, [s.l], 19, n. 1, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1101/2020.08.11.20172643>. Acesso em: 05 mai. 2021.

LUO, Y.; YAN, J.; MCCLURE, S. (2021). Distribution of the environmental and socioeconomic risk factors on COVID-19 death rate across continental USA: a spatial nonlinear analysis. **Environmental Science and Pollution Research**, [s. l.], v. 28, n. 6, p. 6587–6599, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11356-020-10962-2> . Acesso em: 26 jun. 2021.

MAHDIZADEH GHARAKHANLOU, N.; HOOSHANGI, N. (2020). Spatio-temporal simulation of the novel coronavirus (COVID-19) outbreak using the agent-based modeling approach (case study: Urmia, Iran). **Informatics in Medicine Unlocked**, [s. l.], v. 20, p. 100403, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.imu.2020.100403> Acesso em: 10 ago. 2021.

MALKOV, E. (2020). Simulation of coronavirus disease 2019 (COVID-19) scenarios with possibility of reinfection. **Chaos, Solitons & Fractals**, [s. l.], v. 139, p. 110296, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.chaos.2020.110296> Acesso em: 30 jun. 2021.

MANUEL, E.; HELGA FREITAS REIS, H. R.; LAMEZÓN, S. L. (2020). Distribuição espacial do risco de infecções respiratórias agudas em Angola, no período 2016-2019: uma previsão de contágio por COVID-19. RAC: **Revista Angolana de Ciências**, v. 2, n. 2, p. 1-16, 2020. Disponível em: <http://publicacoes.scientia.co.ao/ojs2/index.php/rac/article/view/87>. Acesso em: 20 jun. 2021.

MAO, S.; *et al.* (2020) Epidemiological analysis of 67 local COVID-19 clusters in Sichuan Province, China. **BMC Public Health**, [s.l.], v. 20, n. 1, p. 1-9, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s12889-020-09606-4>. Acesso em: 03 mai. 2021

MARTINES, M. R. *et al.* (2021). Detecting space–time clusters of COVID-19 in Brazil: mortality, inequality, socioeconomic vulnerability, and the relative risk of the disease in Brazilian municipalities. **Journal of Geographical Systems**, [s. l.], v. 23, n. 1, p. 7–36, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10109-020-00344-0>. Acesso em: 18 jun. 2021.

MCMAHON, A.; ROBB, N. C. (2020). Reinfection with SARS-CoV-2: Discrete SIR (Susceptible, Infected, Recovered) Modeling Using Empirical Infection Data. **JMIR Public Health and Surveillance**, [s. l.], v. 6, n. 4, p. e21168, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.2196/21168> Acesso em: 30 jun. 2021.

MOLLALO, A.; VAHEDI, B.; RIVERA, K. M. (2020). GIS-based spatial modeling of COVID-19 incidence rate in the continental United States. **Science of The Total Environment**, [s. l.], v. 728, p. 138884, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138884> Acesso em: 10 ago. 2021.

MORAES, B. Q. S. de *et al.* (2020). Análise dos indicadores da COVID-19 no Nordeste brasileiro em quatro meses de pandemia. **Vigilância Sanitária em Debate: Sociedade, Ciência & Tecnologia**, [s. l.], v. 8, n. 3, p. 52–60, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.22239/2317-269x.01690> Acesso em: 10 ago. 2021.

NAKADA, L. Y. K.; URBAN, R. C. (2020). COVID-19 pandemic: Impacts on the air quality during the partial lockdown in São Paulo state, Brazil. **Science of The Total Environment**, [s. l.], v. 730, p. 1-5, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139087>. Acesso em: 11 ago. 2021.

NASCIMENTO, E.; TOMBINI, L. H. T.; RIPPLINGER, F. (2021). Espacialização da Covid-19 no Sul do Brasil. **Finisterra**, 55, n. 115, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.18055/Finis20367>. Acesso em: 15 mai. 2021.

NASCIMENTO, M. L. F. (2020). A multivariate analysis on spatiotemporal evolution of Covid-19 in Brazil. **Infectious disease modelling**, [s.l.], v.5, p. 670-680, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.idm.2020.08.012>. Acesso em: 04 mai. 2021

NATIVIDADE, M. dos S. *et al.* (2020). Distanciamento social e condições de vida na pandemia COVID-19 em Salvador-Bahia, Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, [s. l.], v. 25, n. 9, p. 3385–3392, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1413-81232020259.22142020>. Acesso em: 18 jun. 2021.

NETO, J. C. A. da; ALEIXO, N. C. R. (2020). Geotecnologias no mapeamento da COVID-19 no estado do Amazonas entre os meses de março a junho de 2020. **Metodologias e Aprendizado**, [s. l.], v. 3, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.21166/metapre.v3i0.1333>. Acesso em: 8 abr. 2021.

NEYENS, T. *et al.* (2020). Can COVID-19 symptoms as reported in a large-scale online survey be used to optimise spatial predictions of COVID-19 incidence risk in Belgium? **Spatial and Spatio-temporal Epidemiology**, [s. l.], v. 35, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.sste.2020.100379>. Acesso em: 27 jun. 2021

NIU, Q. *et al.* (2021). Relationship between built environment and covid-19 dispersal based on age stratification: A case study of Wuhan. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, [s. l.], v. 18, n. 14, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ijerph18147563> Acesso em: 25 abr. 2021.

NIU, X. *et al.* (2020). How Urban Factors Affect the Spatiotemporal Distribution of Infectious Diseases in Addition to Intercity Population Movement in China. **ISPRS International Journal of Geo-Information**. v. 9, n. 11, p. 615, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ijgi9110615>. Acesso em 10 jun. 2021.

NORTON, William (2001). Initiating an affair: Human geography and behavior analysis. **The Behavior Analyst Today**, v. 2, n. 4, p. 283, 2001. Disponível em: <https://psycnet.apa.org/fulltext/2014-44005-001.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2021.

NOUVELLET, P. *et al.* (2021). Reduction in mobility and COVID-19 transmission. **Nature Communications**, [s. l.], v. 12, n. 1, p. 1090, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41467-021-21358-2>. Acesso em: 07 mai. 2021.

OLUYOMI, A. O. *et al.* (2021). COVID-19 Community Incidence and Associated Neighborhood-Level Characteristics in Houston, Texas, USA. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, [s. l.], v. 18, n. 4, p. 1495, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ijerph18041495>. Acesso em: 23 jun. 2021.

OSMAN, A. A.; AL DAAJANI, M. M.; ALSAHAFI, A. J.(2020). Re-positive coronavirus disease 2019 PCR test: could it be a reinfection? **New Microbes and New Infections**, [s. l.], v. 37, p. 100748, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.nmni.2020.100748>. Acesso em: 30 jul. 2021.

PANG, M.-F. *et al.* (2021). Spatiotemporal visualization for the global COVID-19 surveillance by balloon chart. **Infectious Diseases of Poverty**, [s. l.], v. 10, n. 1, p. 21, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s40249-021-00800-z>. Acesso em: 07 mai. 2021.

PAPASTEFANOPOULOS, V.; LINARDATOS, P.; KOTSIANTIS, S. (2020).COVID-19: A Comparison of Time Series Methods to Forecast Percentage of Active Cases per Population. **Applied Sciences**, [s. l.], v. 10, n. 11, p. 3880, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/app10113880>. Acesso em: 20 jun. 2021.

PATEL, V. M. *et al.* (2021). A call for governments to pause Twitter censorship: using Twitter data as social-spatial sensors of COVID-19/SARS-CoV-2 research diffusion. **Scientometrics**, [s. l.], v. 126, n. 4, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11192-020-03843-5>. Acesso em: 20 jun. 2021.

PFEIFFER, D. *et al.* (2008). **Spatial Analysis in Epidemiology**. Oxford University Press, Oxford, UK, p. 142, 2008.

POURGHASEMI, H. R. *et al.* (2020). 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**, [s. l.], v. 15, n. 7, p. e0236238, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0236238>. Acesso em: 07 mai. 2021.

RAMÍREZ-ALDANA, R.; GOMEZ-VERJAN, J. C.; BELLO-CHAVOLLA, O. Y. (2020). Spatial analysis of COVID-19 spread in Iran: Insights into geographical and structural transmission determinants at a province level. **PLOS Neglected Tropical Diseases**, [s. l.], v. 14, n. 11, p. e0008875, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0008875>. Acesso em: 23 jun. 2021.

RAYMUNDO, C. E. *et al.* (2021). Spatial analysis of COVID-19 incidence and the sociodemographic context in Brazil. **PLoS ONE**, [s. l.], v. 16, n. 3, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0247794> . Acesso em: 26 jun. 2021.

REGINATO, V. S. C. *et al.* (2020). Coleção de mapas temporais como auxílio na representação da difusão da COVID-19 no Estado de Santa Catarina. **Metodologias e Aprendizado**, [s. l.], v. 3, p. 102–113, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.21166/metapre.v3i0.1335>. Acesso em: 21 jun. 2021.

REQUIA, W. J. *et al.* (2020). Risk of the Brazilian health care system over 5572 municipalities to exceed health care capacity due to the 2019 novel coronavirus (COVID-19). **Science of the Total Environment**, [s. l.], v. 730, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139144>. Acesso em: 27 jun. 2021

REX, F. E.; BORGES, C. A. S.; KAFER, P. S. (2020). Spatial analysis of the COVID-19 distribution pattern in São Paulo State, Brazil. **Ciência e Saúde Coletiva**, [s. l.], v. 25, n. 9, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1413-81232020259.17082020>. Acesso em: 27 jun. 2021

RIBEIRO, H. V., *et al.* (2020). City size and the spreading of COVID-19 in Brazil. **PloS one**, [s.l.], v. 15 n. 11, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0239699>. Acesso em: 22 abr. 2021.

RIZZATTI, M. *et al.* (2020). Metodologia de geolocalização para mapeamento intraurbano de COVID-19 em Santa Maria, RS. **Metodologias e Aprendizado**, [s. l.], v. 3, p. 8–13, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.21166/metapre.v3i0.1260>. Acesso em: 15 mai. 2021.

ROSEN, George. (2015). **A History of Public Health**. Revised Expanded Edition. Baltimore, MD: Johns Hopkins University Press, p. 441, 2015.

SABERIAN, P. *et al.* (2021). The Geographical Distribution of Probable COVID-19 Patients Transferred by Tehran Emergency Medical Services; a Cross Sectional Study. **Archives of**

**Academic Emergency Medicine**, [s. l.], v. 9, n. 1, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.22037/aaem.v9i1.1177>. Acesso em: 20 ago. 2021.. Acesso em: 07 mai. 2021.

SAEED, U. *et al.* (2021). Identification of potential lockdown areas during COVID-19 transmission in Punjab, Pakistan. **Public Health**, [s. l.], v. 190, p. 42–51, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.puhe.2020.10.026>. Acesso em: 07 mai. 2021.

SAHA, J.; BARMAN, B.; CHOUHAN, P. (2020). Lockdown for COVID-19 and its impact on community mobility in India: An analysis of the COVID-19 Community Mobility Reports, 2020. **Children and Youth Services Review**, [s. l.], v. 116, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.childyouth.2020.105160>. Acesso em: 27 jun. 2021

SAHASRANAMAN, A.; JENSEN, H. J. (2021). Spread of COVID-19 in urban neighbourhoods and slums of the developing world: Spread of COVID-19 in urban neighbourhoods and slums of the developing world. **Journal of the Royal Society Interface**, [s. l.], v. 18, n. 174, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1098/rsif.2020.0599rsif20200599>. Acesso em: 20 ago. 2021.

SANGIORGIO, V.; PARISI, F. (2020). A multicriteria approach for risk assessment of Covid-19 in urban district lockdown. **Safety Science**, [s. l.], v. 130, p. 104862, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2020.104862>. Acesso em: 10 ago. 2021.

SARASWATHI, S., *et al.* (2020). Social network analysis of COVID-19 transmission in Karnataka, India. **Epidemiology & Infection**, v. 148, p. 1-10, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/S095026882000223X>. Acesso em: 05 mai. 2021

SARKAR, M.; DAS, A.; MUKHOPADHYAY, S. (2021). Assessing the immediate impact of COVID-19 lockdown on the air quality of Kolkata and Howrah, West Bengal, India. **Environment, Development and Sustainability**, [s. l.], v. 23, n. 6, p. 8613–8642, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10668-020-00985-7>. Acesso em: 20 jun. 2021.

SCARPONE, C. *et al.* (2020). A multimethod approach for county-scale geospatial analysis of emerging infectious diseases: A cross-sectional case study of COVID-19 incidence in Germany. **International Journal of Health Geographics**, [s. l.], v. 19, n. 1, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s12942-020-00225-1>. Acesso em: 8 abr. 2021.

SEVERO, M. *et al.* (2021). Urban Rail Transportation and SARS-Cov-2 Infections: An Ecological Study in the Lisbon Metropolitan Area. **Frontiers in Public Health**, [s. l.], v. 9, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fpubh.2021.611565>. Acesso em: 16 jun. 2021.

SEYEDALINAGHI, S. *et al.* (2020). Reinfection risk of novel coronavirus (CoVID-19): A systematic review of current evidence. **World Journal of Virology**, [s. l.], v. 9, n. 5, p. 79–90, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.5501/wjv.v9.i5.79> Acesso em: 30 jun. 2021.

SHAW, A. K. *et al.* (2021).Lessons from movement ecology for the return to work: Modeling contacts and the spread of COVID-19. **PLOS ONE**, [s. l.], v. 16, n. 1, p.

e0242955, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0242955>. Acesso em: 20 jun. 2021.

SHEN, M. *et al.* (2020). Assessing the effects of metropolitan-wide quarantine on the spread of COVID-19 in public space and households. **International Journal of Infectious Diseases**, [s. l.], v. 96, p. 503–505, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2020.05.019>. Acesso em: 20 jun. 2021.

SILALAH, F. E. S. *et al.* (2020). GIS-based approaches on the accessibility of referral hospital using network analysis and the spatial distribution model of the spreading case of COVID-19 in Jakarta, Indonesia. **BMC Health Services Research**, [s. l.], v. 20, n. 1, p. 1053, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s12913-020-05896-x>. Acesso em: 26 jun. 2021.

SILVA, R. R. *et al.* (2021). Basic sanitation: a new indicator for the spread of Covid-19?. **Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine & Hygiene**, London, v. 115, n. 7, p. 832-840, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/trstmh/traa187>. Acesso em: 15 ago. 2021.

SMIT, A. J. *et al.* (2020). Winter Is Coming: A Southern Hemisphere Perspective of the Environmental Drivers of SARS-CoV-2 and the Potential Seasonality of COVID-19. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, [s. l.], v. 17, n. 16, p. 5634, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ijerph17165634>. Acesso em: 23 jun. 2021.

TALASKA, A.; TALASKA, C. (2020). 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**, [s. l.], v. 3, p. 2–7, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.21166/metapre.v3i0.1261>. Acesso em: 21 jun. 2021.

TE VRUGT, M.; BICKMANN, J.; WITTKOWSKI, R. (2020). Effects of social distancing and isolation on epidemic spreading modeled via dynamical density functional theory. **Nature Communications**, [s. l.], v. 11, n. 1, p. 5576, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41467-020-19024-0>. Acesso em: 28 jun. 2021.

TEOTÔNIO, I. *et al.* (2020). Repercussion of COVID-19 Pandemic on Brazilians' Quality of Life: A Nationwide Cross-Sectional Study. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, [s. l.], v. 17, n. 22, p. 8554, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ijerph17228554>. Acesso em: 28 jun. 2021.

TIWARI, A.; ALJOUFIE, M. (2021). A qualitative geographical information system interpretation of mobility and COVID-19 pandemic intersection in Uttar Pradesh, India. **Geospatial Health**, [s. l.], v. 16, n. 1, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.4081/gh.2021.911>. Acesso em: 30 jun. 2021.

VAZ, ERIC, V. (2021). COVID-19 in Toronto: A Spatial Exploratory Analysis. **Sustainability** (Basel, Switzerland), v. 13, n. 498, p. 498, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su13020498>. Acesso em: 05 mai. 2021

VICTOR OKHUESE, A. (2020). Estimation of the Probability of Reinfection With COVID-19 by the Susceptible-Exposed-Infectious-Removed-Undetectable-Susceptible Model. **JMIR Public Health and Surveillance**, [s. l.], v. 6, n. 2, p. e19097, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.2196/19097> Acesso em: 30 jun. 2021.

VIJAYAN, T. *et al.* (2020). Beyond the 405 and the 5: Geographic Variations and Factors Associated With Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 (SARS-CoV-2) Positivity Rates in Los Angeles County. **Clinical Infectious Diseases**, [s. l.], v. 73, n. 9, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/cid/ciaa1692>. Acesso em: 27 jun. 2021

WANG, L. *et al.* (2021). Spatiotemporal heterogeneity and its determinants of COVID-19 transmission in typical labor export provinces of China. **BMC Infectious Diseases**, [s. l.], v. 21, n. 1, p. 242, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s12879-021-05926-x>. Acesso em: 23 jun. 2021.

WALLER, L. A. (2002). Disease Mapping. *In*: EL-SHAARAWI, A.H.; PIEGORSCH, W.W. (Orgs.). **Encyclopedia of Environmetrics**. John Wiley & Sons, Inc., Nova Jersey, USA, p. 3510, 2002.

WILLEN, S. S. *et al.* Syndemic vulnerability and the right to health. **The Lancet**, v. 389, n. 10072, p. 964–977, 2017. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)30261-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)30261-1). Acesso em: 23 fev. 2022.

XIE, Z. *et al.* (2020). Spatial and temporal differentiation of COVID-19 epidemic spread in mainland China and its influencing factors. **Science of The Total Environment**, [s. l.], v. 744, p. 140929, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140929> . Acesso em: 26 jun. 2021.

XINLIANG, X.; *et al.* (2020). An analysis of the domestic resumption of social production and life under the COVID-19 epidemic. **PloS one**, [s.l.], v.15, n. 7, p. e0236387, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0236387>. Acesso em: 04 mai. 2021.

XIONG, Y. *et al.* (2020). Spatial Statistics and Influencing Factors of the COVID-19 Epidemic at Both Prefecture and County Levels in Hubei Province, China. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, [s. l.], v. 17, n. 11, p. 3903, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ijerph17113903>. Acesso em: 18 jun. 2021.

YANG, X. D.; LI, H. L.; CAO, Y. E. (2021). Influence of meteorological factors on the covid-19 transmission with season and geographic location. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, [s. l.], v. 18, n. 2, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ijerph18020484>. Acesso em: 23 jun. 2021.

YU, X. *et al.* (2021). COVID-19 Infection and Mortality: . Association with PM2.5 Concentration and Population Density—An Exploratory Study. **ISPRS International Journal of Geo-Information**, [s. l.], v. 10, n. 3, p. 123, 2021. Disponível em: [Erro! A referência de hiperlink não é válida.](#). Acesso em: 21 jun. 2021.

ZABANIOTOU, A. (2020). A systemic approach to resilience and ecological sustainability during the COVID-19 pandemic: Human, societal, and ecological health as a system-wide emergent property in the Anthropocene. **Global Transitions**, [s. l.], v. 2, p. 116–126, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.glt.2020.06.002>. Acesso em: 18 jun. 2021.

ZHANG, Y. *et al.* (2020). Risk Assessment of COVID-19 Based on Multisource Data From a Geographical Viewpoint. **IEEE Access**, [s. l.], v. 8, p. 125702–125713, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3004933>. Acesso em: 18 jun. 2021.

ZHENG, R. *et al.* (2020). Spatial transmission of COVID-19 via public and private transportation in China. **Travel Medicine and Infectious Disease**, [s. l.], v. 34, p. 101626, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.tmaid.2020.101626>. Acesso em: 21 jun. 2021.

ZHOU, C. *et al.* (2020). COVID-19: Challenges to GIS with Big Data. **Geography and Sustainability**, [s. l.], v. 1, n. 1, p. 77–87, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.geosus.2020.03.005> Acesso em: 30 jun. 2021.

ZIAKAS, P. D.; MYLONAKIS, E. (2020). Spatial association patterns between post-acute care services and acute care facilities in the United States. **PLOS ONE**, [s. l.], v. 15, n. 10, p. e0240624, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0240624>. Acesso em: 21 jun. 2021.

Recebido: 03.05.2022  
Aceito: 30.06.2022