

REVISTA DE GEOGRAFIA



ANÁLISE ESPACIAL DA EVOLUÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO DA COVID-19 NA MICRORREGIÃO DE BARBACENA-MG

SPATIAL ANALYSIS OF THE EVOLUTION OF THE DISTRIBUTION OF COVID-19 IN THE MICROREGION
OF BARBACENA-MG

Carlos Frederico Baumgratz Figueirôa

Prefeitura de Alto Rio Doce, MG, Brasil.
Praça Dr. Miguel Batista Vieira, 121, Centro.
Alto Rio Doce-MG, 36280-000.
E-mail: baumgratz.figueiroa@hotmail.com

Natália Oliveira Dias

Universidade Federal de São João del-Rei, UFSJ, Brasil.
Campus Tancredo Neves. Avenida Visconde do Rio Preto, S/Nº, Sala 3.06 RE.
São João del-Rei-MG, 36301-360.
E-mail: nataliaod@yahoo.com.br

Ricardo Tayarol Marques

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, IFSEMG, Brasil.
Campus Barbacena. R. Monsenhor José Augusto, 204, São José.
Barbacena-MG, 36205-018.
E-mail: ricardo.tayarol@ifsudestemg.edu.br

Resumo

As Geotecnologias possibilitam análises espaciais, permitindo realizar variadas leituras de um determinado problema. No caso da pandemia da Covid-19 no Brasil e no mundo, tais ferramentas vem auxiliando em tomadas de decisões. No campo das geotecnologias é possível realizar análises espaciais que ajudam na compreensão da complexidade da doença, associando a outras variáveis espaciais que podem agravar o a contaminação, além de avaliar tendências futuras. O estudo teve como objetivo mapear e analisar a evolução da distribuição espacial dos casos de Covid-19 nos municípios pertencentes a microrregião de Barbacena, no Campo das Vertentes de Minas Gerais. Foi conduzido por meio de análises bibliográficas e documentais, por meio de análises dos boletins epidemiológicos do estado desde o primeiro caso, e empregadas as geotecnologias e técnicas de geoprocessamento para espacializar as informações e entender a dispersão da doença. Como resultado, constituiu em entender a evolução espacial da doença na microrregião de Barbacena, e compreender fatores que podem explicar o avanço da doença, como a existências de estradas importantes cortando a região, por Barbacena ser o maior município da

ISSN: 2236-837X

microrregião e dispor de maiores recursos hospitalares, o que pode explicar a quantidade de casos. Com relação às geotecnologias, provaram-se alternativas eficientes para dimensionar a progressão da Covid-19, pois são ferramentas de colaboração para tomadas de decisão, já que possibilita a análises de diversas variáveis voltadas para um mesmo assunto, possibilitando uma leitura mais assertiva das características municipais, e permite nortear melhor as ações dos órgãos responsáveis.

Palavras-Chave: Pandemia; Geotecnologias; Sistema de Informação Geográfica; Campo das Vertentes.

Abstract

Geotechnologies make spatial analysis possible, allowing different readings of a given problem. In the case of the Covid-19 pandemic in Brazil and in the world, such tools have been aiding in decision-making. In the field of geotechnologies, it is possible to carry out spatial analyzes that help to understand the complexity of the disease, associating with other spatial variables that can get worse the contamination, and to evaluating future trends. The study aimed to map and analyze the evolution of the spatial distribution of Covid-19 cases in municipalities belonging to the microregion of Barbacena, in Campo das Vertentes de Minas Gerais. It was conducted through bibliographic and documental analyses, through analyzes of the state's epidemiological reports since the first case, and geotechnologies and geoprocessing techniques were used to spatialize the information and understand the spread of the disease. As a result, it consisted in understanding the spatial evolution of the disease in the microregion of Barbacena, and understanding factors that may explain the progression of the disease, such as the existence of important roads crossing the region, as Barbacena is the largest municipality in the microregion and has greater resources hospitals, which may explain the number of cases. Regarding geotechnologies, they proved to be efficient alternatives to scale the progression of Covid-19, as they are collaborative tools for decision-making, as they allow the analysis of several variables focused on the same subject, enabling a more assertive reading of the characteristics municipal authorities, and allows to better guide the actions of responsible agencies.

Keywords: Pandemic; Geotechnologies; Geographic Information System; Campo das Vertentes.

1. INTRODUÇÃO

Em 1º de dezembro de 2019, em Wuhan, na República Popular da China, foi registrado o primeiro caso de Covid-19, se caracterizando por ser uma doença respiratória aguda causada pelo coronavírus SARS-CoV-2 (YU et al., 2021). A partir desse momento, o vírus se espalhou mundialmente e, em 11 de março de 2020, a Organização Mundial da Saúde (OMS) declarou o surto como uma pandemia (CARVALHO; PARDINI, 2020).

No Brasil, o primeiro caso de Covid-19 foi confirmado no estado de São Paulo no dia 26 de fevereiro de 2020. Até o mês de março de 2021, o Brasil já contava com 10.718.630 casos confirmados e 259.271 óbitos (PAINEL CORONAVÍRUS, 2021). O estado de Minas Gerais que possui 853 municípios, até março de 2021, 772 municípios já detectaram óbitos em decorrência da doença. Foram computados 901.535 casos confirmados e 19.032 óbitos, representando assim 7,34% das mortes no país (SECRETARIA DE ESTADO DE SAÚDE DE MINAS GERAIS, 2021).

De acordo com French-Pardo et al. (2020), um dos primeiros artigos feitos relacionando análise espacial com dados da Covid-19 foi realizado por Guan et al. (2020) na China. A partir deste, inúmeros trabalhos foram desenvolvidos, no intuito de auxiliar Políticas Públicas para tomadas de decisão (CARDOSO et al., 2020). Sarwar et al. (2020) ressaltam que a utilização dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG) pode ser aplicada, por exemplo, à determinação mais aprimorada de fases de restrições urbanas, como o lockdown.

Não obstante, estudos no Brasil têm buscado demonstrar a utilização das geotecnologias às atividades inerentes ao enfrentamento do vírus. A nível estadual, estudos geoespaciais têm contribuído para análises do avanço da Covid-19. No estado de Goiás foi demonstrado uma análise da distribuição espacial da doença, que ocasionalmente pôde ser convertida em mapa de riscos (OLIVEIRA et al., 2020). Em Minas Gerais, Carvalho e Pardini (2020) buscaram a visualização dos dados por meio de diferentes óticas. Uma análise temporal da distribuição da doença foi realizada para o estado do Ceará (PEDROSA; ALBUQUERQUE, 2020).

A interiorização da doença é uma realidade nacional, e, como demonstrado por Amaral et al. (2020), é importante que seja interiorizado os estudos de evolução dos casos em microrregiões. Desta forma, o presente estudo teve como objetivo mapear e analisar a evolução da distribuição espacial dos casos de Covid-19 nos municípios pertencentes a microrregião de Barbacena, no Campo das Vertentes de Minas Gerais.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A microrregião de Barbacena faz parte da mesorregião denominada Campo das Vertentes (Figura 1). Estão inseridas no território 12 municípios mineiros: Alfredo Vasconcelos, Antônio Carlos, Barbacena, Barroso, Capela Nova, Caranaíba, Carandaí, Desterro do Melo, Ibertioga, Ressaquinha, Santa Bárbara do Tugúrio e Senhora dos Remédios. Todos os municípios apresentaram casos de Covid-19. O primeiro a município a apresentar casos foi Barbacena, o maior município da microrregião, sendo computado em março de 2020.

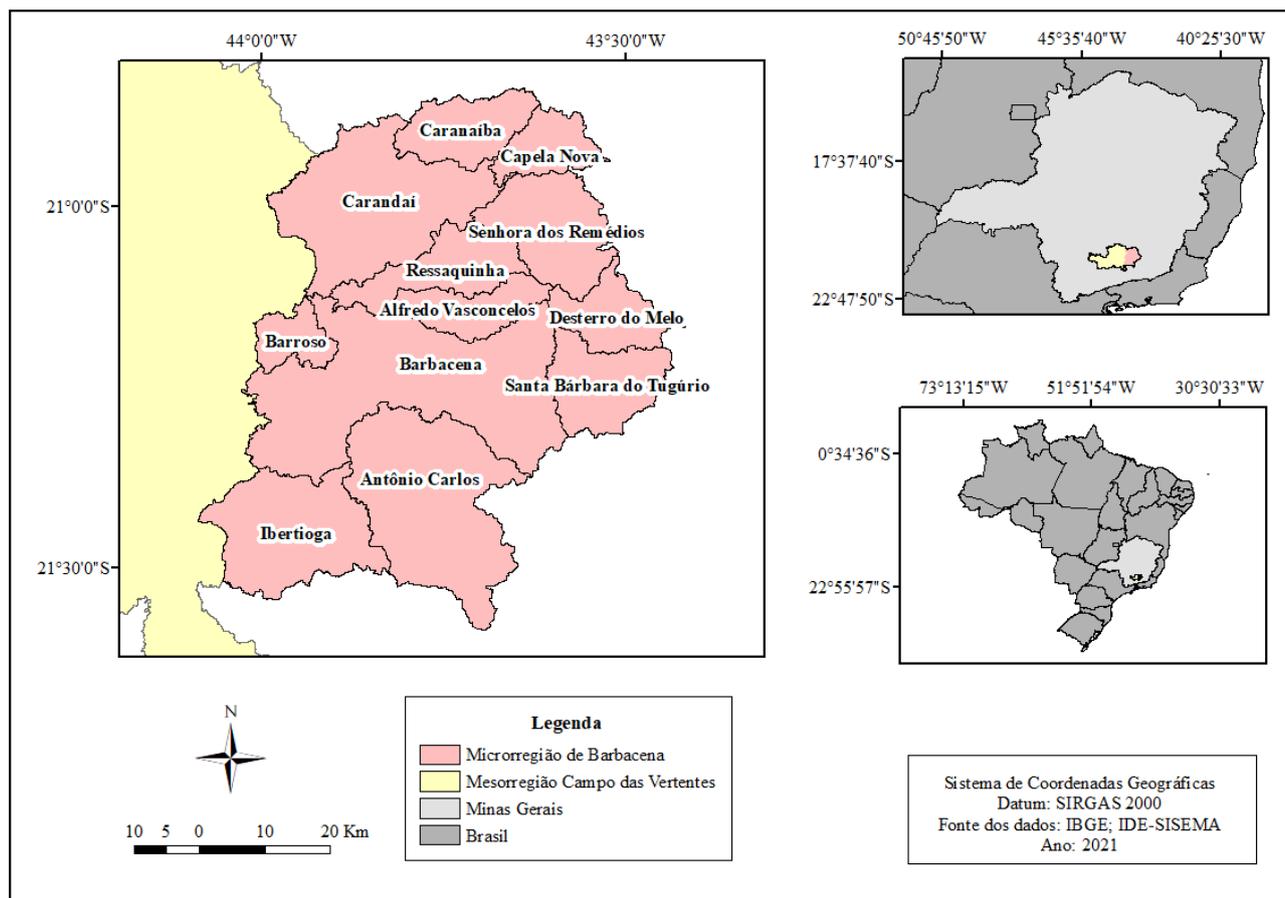


Figura 1. Localização da microrregião de Barbacena no estado de Minas Gerais. Fonte: próprios autores, 2021.

O estudo foi realizado por meio de análises bibliográficas e documentais. Foi conduzido pela abordagem quantitativa e qualitativa, e utilizou-se a análise exploratória para se alcançar os objetivos propostos (PRODANOV; FREITAS, 2013). Foram empregadas geotecnologias e técnicas de geoprocessamento para espacializar as informações e gerar mapas relacionados à dispersão da doença.

Os dados dos casos do vírus Covid-19 foram adquiridos e analisados a partir dos boletins epidemiológicos estaduais, onde foram considerados os boletins do começo de cada mês, iniciando no mês de março de 2020 a março de 2021. Tais boletins foram disponibilizados pelas secretarias municipais de saúde, com a compatibilização dos dados diários para dados mensais, no intuito de realizar uma análise temporal da evolução mensal da pandemia na região. A partir disso foi realizado a avaliação comparativa, através de regressão linear simples (R^2), entre os municípios, por meio da relação casos por habitante, com as variáveis população, densidade demográfica (DD), Produto Interno Bruto (PIB) per capita e Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM), a partir dos dados fornecidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Os dados dos limites regionais e municipais foram adquiridos pela plataforma IDE-SISEMA pertencente a Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD) e os mapas foram elaborados na extensão *ArcMap* do software *ArcGIS*® 10.8 da empresa *ESRI*.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No estado de Minas Gerais, os casos da doença foram notificados a partir do mês de março de 2020, e aumentaram progressivamente. Na microrregião de Barbacena não foi diferente, os casos evoluíram de modo gradativo desde o mês supracitado até, pelo menos, o mês de conclusão da pesquisa, em março do ano seguinte (Quadro 1). Dados da evolução dos casos ao longo de um ano possibilitaram a visualização do retrato da microrregião.

Quadro 1. Infectados e Óbitos pela Covid-19 até março de 2021

Municípios	Infectados Covid-19 até mar 2021	Óbitos Covid-19 até mar 2021	Casos/1000hab
Alfredo Vasconcelos	138	5	0,078
Antônio Carlos	322	6	0,147
Barbacena	3.584	84	1,935
Barroso	470	8	0,297
Capela Nova	57	2	0,020
Caranaíba	24	2	0,007
Carandaí	616	9	0,250
Desterro do Melo	59	0	0,025
Ibertioga	38	1	0,012
Ressaquinha	51	0	0,016
Santa Bárbara do Tugúrio	62	0	0,035
Senhora dos Remédios	120	5	0,075

Fonte: Boletins Epidemiológicos de Minas Gerais.

A relação R^2 de casos por habitantes para cada município em relação aos parâmetros de área, população e PIB (Quadro 2), foram 16,35%, 26,77% e 00,04%, respectivamente, demonstrando pouca correlação. Para os parâmetros de densidade demográfica e IDHM obteve-se 44,01% e 44,79%, o que não representa uma correlação baixa, no entanto exime-se que inferir que seja uma forte correlação. Os dados demonstram que não existe uma grande correlação com os aspectos técnicos analisados.

Quadro 2. Parâmetros Municipais Analisados

Municípios	DD (hab./km ²) (2010)	PIB (R\$) (2018)	IDHM (2010)	População (2020)	Área (km ²)
Alfredo Vasconcelos	46,44	13.855,97	0,675	6.981	130,815
Antônio Carlos	20,97	14.330,00	0,683	11.459	529,915
Barbacena	166,34	20.970,96	0,769	138.204	759,186
Barroso	238,81	19.119,33	0,734	20.897	82,07
Capela Nova	42,81	10.367,75	0,648	4.634	111,073
Caranaíba	20,56	10.052,80	0,634	3.166	159,95
Carandaí	48,06	18.800,32	0,697	25.669	487,28
Desterro do Melo	21,19	11.808,40	0,631	2.884	142,279
Ibertioga	14,54	13.205,69	0,657	5.010	346,24

Ressaquinha	25,52	42.148,14	0,683	4.817	183,062
Santa Bárbara do Tugúrio	23,49	12.978,78	0,637	4.407	194,564
Senhora dos Remédios	42,87	7.872,36	0,626	10.467	237,815

Fonte: IBGE (2021).

No entanto, quando se observa espacialmente, nota-se que a proximidade dos grandes centros influencia a dispersão da doença, assim como observado por Carvalho e Pardini (2020), Pedrosa e Albuquerque (2020) e Oliveira et al. (2020). Uma das possíveis variáveis que explicam o fenômeno é a proximidade com a BR-040 (Figura 2), o que facilita a mobilidade da população, fenômeno de influência na dispersão, conforme observado por Oztig e Askin (2020). Devido ao fato de a rodovia ser uma importante referência para logísticas intermunicipais e interestaduais, agregado ao grande fluxo de veículos pessoais, torna-se um canal para o fluxo contínuo da transmissão da doença, perpassando pelos municípios de Barbacena, Alfredo Vasconcelos, Ressaquinha e Carandaí. Outra rodovia federal, a BR-265, transpassa o município de Barbacena e Barroso, apresenta importante fluxo de veículos, uma vez que é uma rota de ligação entre as duas maiores rodovias presentes do estado: a própria BR-040 e a BR-381, comumente conhecida como Fernão Dias. Ao realizar a análise de regressão linear entre os municípios que se enquadram neste aspecto, foi possível observar uma representatividade de correlação maior no aspecto da densidade demográfica, com 62,68%, corroborando com a afirmativa apresentada por Macedo, Spanghero e Morais (2020), em que indicaram que a densidade populacional no sul do estado da Bahia aliada à uma rodovia de grande fluxo são fatores que influenciam a cidade à exposição da doença. Os dados acumulados do mês de março de 2021 demonstram que nesse eixo estão 88,92% dos casos da microrregião. Faria et al. (2020) afirmam que a interiorização da Covid-19 no Rio Grande do Sul, deu-se através das rodovias de grande fluxo, e analogamente existe uma tendência no mesmo sentido para esta região de estudo em Minas Gerais.

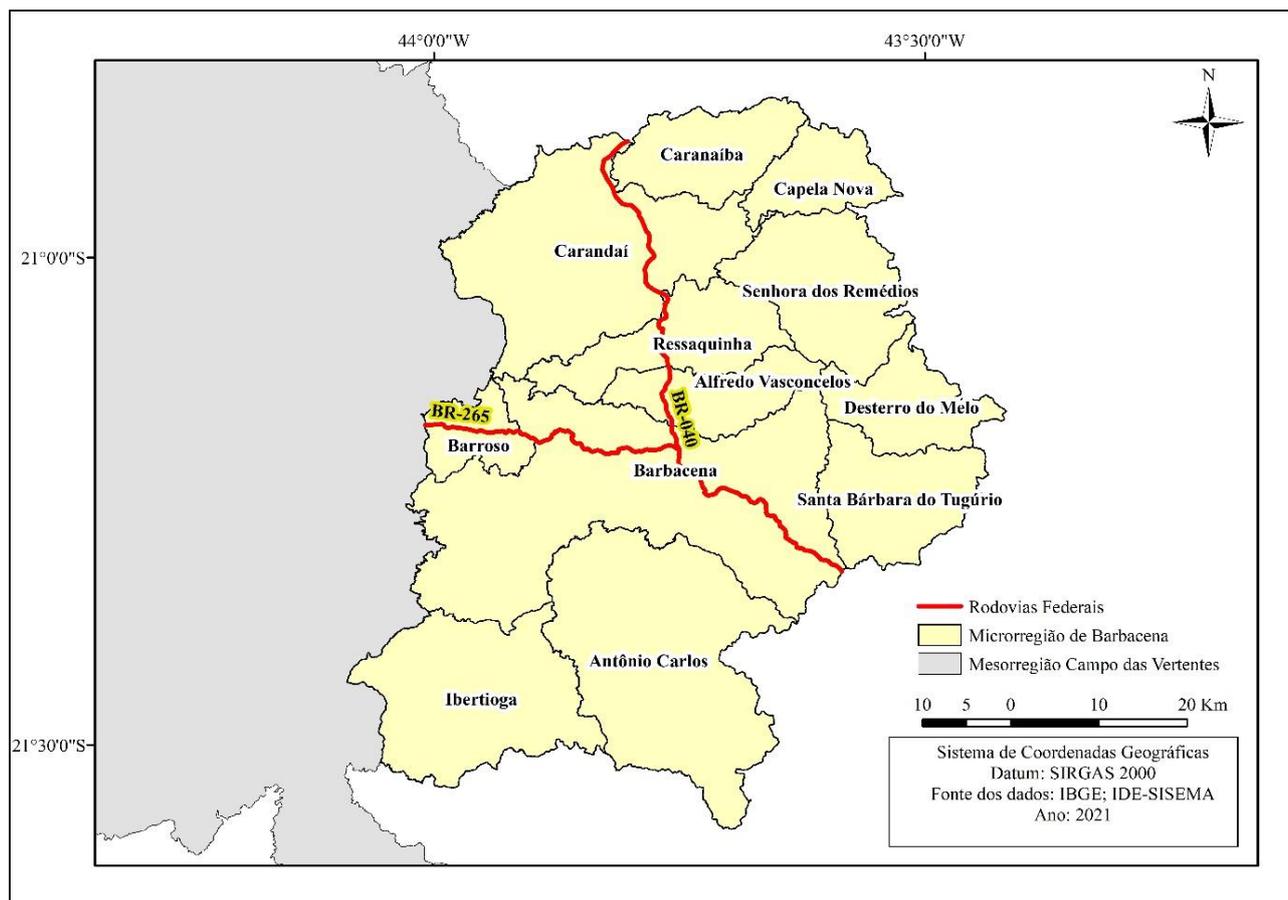


Figura 2. Presença de rodovias federais na microrregião de Barbacena. Fonte: próprios autores, 2021.

No que se relaciona ao fator de fluxo de transporte, análises temporais têm importante papel na análise espacial. Apesar de o estado apresentar os primeiros casos em março de 2020, foi apenas em junho que o primeiro município da microrregião passa dos 50 casos. O avanço do vírus é constante, mas relativamente controlado até o final do ano de 2020, tendo um aumento significativo a partir das comemorações do final do ano de 2020 e começo de 2021. A Figura 3 apresenta a porcentagem de casos por habitantes, onde permite visualizar um certo padrão de evolução do número de casos do maior centro urbano para as cidades menores. Assim como observado por Wang et al. (2021) em seu estudo que demonstraram que cidades economicamente mais desenvolvidas mais próximas ao epicentro em Wuhan, na China, tiveram um maior acúmulo de casos no contínuo avanço da pandemia no país. Ribeiro (2020) afirma que a análise espaço-temporal permite clarificar a propagação da doença, e, além disso, Sarwar et al. (2020) propõem sua utilização para definição de áreas mais vulneráveis, e consequentemente atividades de prevenção inerentes ao controle da pandemia.

De acordo com o Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES) (BRASIL, 2021), apenas o município de Barbacena apresenta leitos de Unidade de Terapia Intensiva (UTI) exclusivos para o coronavírus-19, totalizando 30. Esta quantidade é um valor acima do recomendado pela Organização Mundial de Saúde (OMS), de pelo menos um leito de UTI por 10000 habitantes (ISMAEL; SILVA; MARQUES, 2020), que para o caso do município seria de 13,8

leitos. Ainda de acordo com a recomendação da OMS, o município pode atender toda a microrregião, que possui população de 238.595 habitantes, ou seja, 23,8 leitos, uma vez que nenhum outro município da microrregião oferece leitos de UTI. Dessa maneira, o município detém o maior fluxo de pessoas infectadas, o que pode colaborar, além da população e densidade demográfica, com a significativa quantidade absoluta de casos confirmados na microrregião. No entanto, a simulação realizada pelos Noronha et al. (2020) em junho de 2020, referente a taxa de ocupação de leitos de 1% da população infectada durante o período de três meses, corrobora com os dados atuais, com taxa de ocupação dos leitos na região superando os 100%, em que, no mesmo intervalo de tempo do estudo, deteve um total de 3.692 habitantes que contraíram a doença, representando 1,55%.

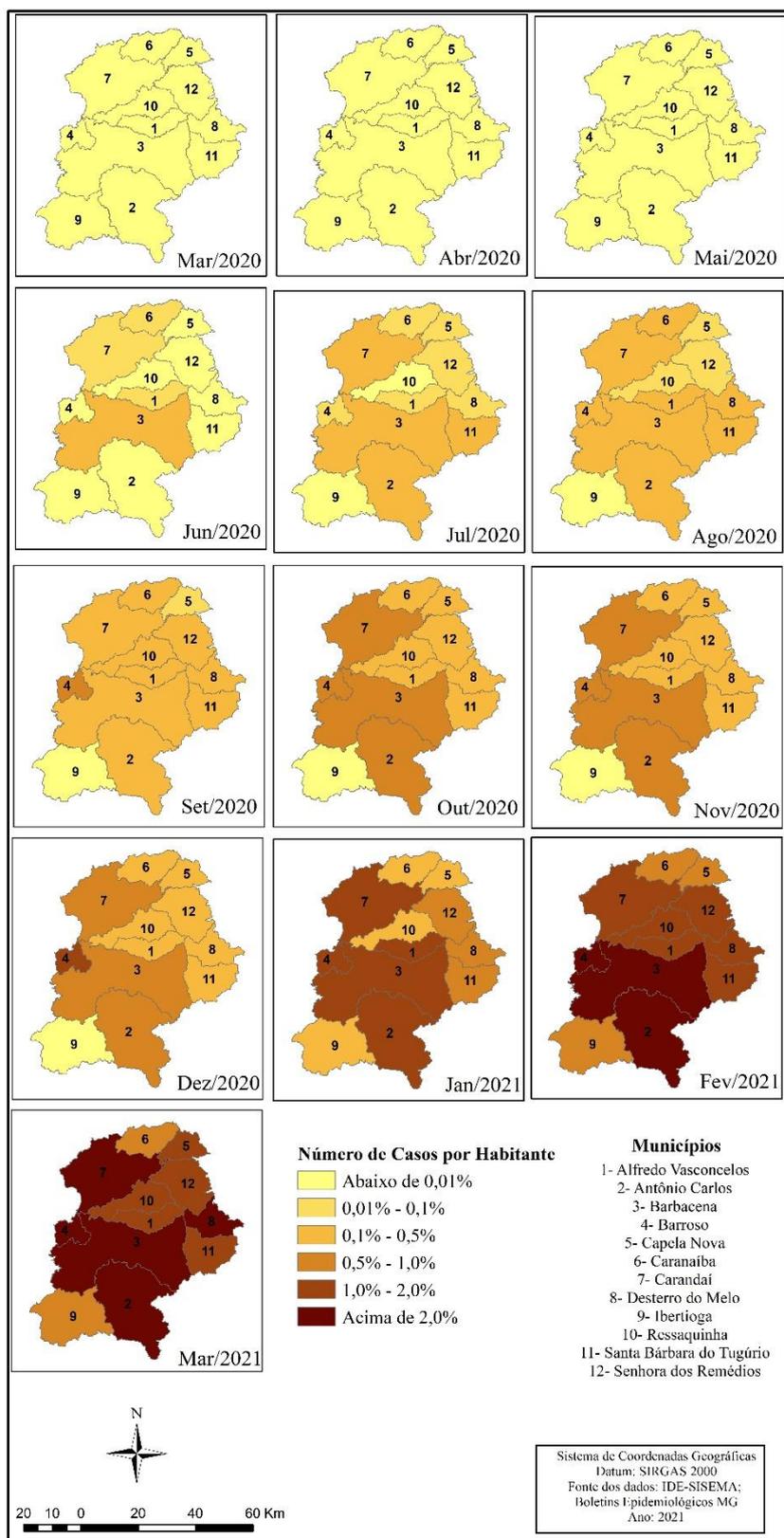


Figura 1. Análise espacial da evolução da Covid-19 na microrregião de Barbacena. Fonte: próprios autores, 2021.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com este estudo, foi possível entender a evolução espacial da Covid-19 na microrregião de Barbacena, e compreender fatores que podem explicar o avanço da doença, como a existências de estradas importantes cortando a região, por Barbacena ser o maior município da microrregião e dispor de maiores recursos hospitalares, o que pode explicar a quantidade de casos.

Com relação às geotecnologias, provaram-se alternativas eficientes para dimensionar a progressão da Covid-19. Não obstante, foi demonstrado a importância de buscar a perspectiva geográfica da distribuição da transmissão da doença, uma vez que nem sempre dados estatísticos são representativos. Estes são importantes para um panorama inicial, no entanto geotecnologias são ferramentas de colaboração para tomadas de decisão, já que possibilita a análises de diversas variáveis voltadas para um mesmo assunto, possibilitando uma leitura mais assertiva das características municipais, e permite nortear melhor as ações dos órgãos responsáveis.

É importante destacar que os municípios mantenham os dados da doença atualizados, e que os mesmos sejam passados para o governo estadual, a fim de se possibilitar estudos como este.

Referências

AMARAL, L. S.; SANTOS, A. L. P.; FIGUEIREDO, M. P. S.; FERREIRA, D. S. A.; SILVA, J. E.; SANTOS, H. C. T.; ROCHA, J. S.; GOMES, D. A.; MOREIRA, G. R. Interiorização do Covid-19: Uma análise da evolução dos casos/10 mil habitantes em municípios da Microrregião de Garanhuns no Estado de Pernambuco, através de modelos de Regressão não linear. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 9, 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde (MS). **CNES**: Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde [homepage na Internet]. Brasília. Disponível em: <http://cnes.datasus.gov.br>. Acesso em: 18 mar. 2021.

CARDOSO, P. V.; SEABRA, V. S.; BASTOS, I. B.; COSTA, E. C. P. A importância da análise espacial para tomada de decisão: um olhar sobre a pandemia de COVID-19. **Revista Tamoios**, São Gonçalo (RJ), ano 16, n. 1, Especial COVID-19, p. 125-137, 2020.

CARVALHO, P. F. B.; PARDINI, H. Análise da distribuição espacial da COVID-19 em Minas Gerais. **Metodologias e Aprendizado**, v. 2, p. 159-166, 2020.

FARIA, R.; RIZZATTI, M.; BOUVIER ERTHAL, D.; CEZAR SPODE, P. L.; LAMPERT BATISTA, N.; TRENTIN, R.; TURBA COSTA, I.; VOLPATO SCCOTI, A. A.; PETSCH, C.; QUOOS, J. H. DIFUSÃO ESPACIAL E INTERIORIZAÇÃO DA COVID-19 NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. **Revista da Casa da Geografia de Sobral (RCGS)**, v. 22, n. 2, p. 26-43, 2020.

FRANCH-PARDO, I.; NAPOLETANO, B. M.; ROSETE-VERGES, F.; BILLA, L. Spatial analysis and GIS in the study of COVID-19. A review. **Science of The Total Environment**, v. 739, 2020.

GUAN, W. J.; NI, Z.Y.; HU, Y.; LIANG, W. H.; OU, C. Q.; HE, J. X.; LIU, L.; SHAN, H.; LEI, C. L.; HUI, D. S. C.; DU, B.; LI, L. J.; ZENG, G.; YUEN, K. Y.; CHEN, R. C.; TANG, C. L.; WANG, T.; CHEN, P. Y.; XIANG, J.; LI, S. Y.; WANG, J. L.; LIANG, Z. J.; PENG, Y. X.; WEI, L.; LIU, Y.; HU, Y. H.; PENG, P.; WANG, J. M.; LIU, J. Y.; CHEN, Z.; LI, G.; ZHENG, Z. J.; QIU, S. Q.; LUO, J.; YE, C. J.; ZHU, S. Y.; ZHONG, N. S. Clinical

- characteristics of coronavirus disease 2019 in China. **New England Journal of Medicine**, v. 382, n. 18, p. 1708-1720, 2020.
- ISMAEL, M. L. M.; SILVA, L. O. P.; MARQUES, J. F. S. O estabelecimento de critérios para a ocupação de leitos de UTIs no Brasil durante a pandemia da COVID-19: uma análise das limitações jurídico-filosóficas impostas. **Revista Pensamento Jurídico**, São Paulo, v. 14, n. 2, Edição Especial "Covid-19", 2020.
- MACEDO, S. A.; SPANGHERO, P. E. S. F.; MORAIS, M. S. Mapeamento dos municípios do Baixo Sul da Bahia mais expostos à COVID-19. **Ensaios De Geografia**, v. 5, n. 9, p. 154-160, 2020.
- NORONHA, K. V. M. S.; GUEDES, G. R.; TURRA, C. M.; ANDRADE, M. V.; BOTEGA, L.; NOGUEIRA, D.; CALAZANS, J. A.; CARVALHO, L.; SERVO, L.; FERREIRA, M. F. Pandemia por COVID-19 no Brasil: análise da demanda e da oferta de leitos hospitalares e equipamentos de ventilação assistida segundo diferentes cenários. **Caderno de Saúde Pública**, v. 36, n. 6, 2020.
- OLIVEIRA, B. S.; CARVALHO, H.; MIYASHITA, P. M.; SILVA, R. M.; PEREIRA, A. C. Análise espacial de risco e previsão de casos confirmados do COVID-19 no estado de Goiás. **Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, v. 16, p. 348-361, 2020.
- OZTIG, L. I.; ASKIN, O. E. Human Mobility and COVID-19: A Negative Binomial Regression Analysis. **Public Health**, v. 185, p. 364-367, 2020.
- PEDROSA, N. L.; ALBUQUERQUE, N. L. S. Análise Espacial dos Casos de COVID-19 e leitos de terapia intensiva no estado do Ceará, Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 25 (supL1), p. 2461-2468, 2020.
- PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico** [recurso eletrônico]: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.
- RIBEIRO, E. A. W. Padrões espaços-temporais da rota do Covid19 (Coronavirus) no estado de Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, Edição Especial: Covid-19, p. 16-24, 2020.
- SARWAR, S.; WAHEED, R.; SARWAR, S.; KHAN, A. COVID-19 challenges to Pakistan: Is GIS analysis useful to draw solutions? **Science of the Total Environment**, v. 730, 2020.
- SECRETARIA DE ESTADO DE SAÚDE DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Boletim Epidemiológico 04/03/2021**. Disponível em: https://www.saude.mg.gov.br/images/1_noticias/09_2021/01_jan-fev-marc/04-03-COVID-19_BOLETIM20210304.pdf. Acesso em: 04 mar 2021.
- WANG, Q.; DONG, W.; YANG, K.; REN, Z.; HUANG, D.; ZHANG, P.; WANG, J. Temporal and spatial analysis of COVID-19 transmission in China and its influencing factors. **International Journal of Infectious Diseases**, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1201971221002319>. Acesso em: 10 mar 2021.
- YU, B.; CHEN, X.; RICH, S.; MO, Q.; YAN, H. Dynamics of the coronavirus disease 2019 (COVID-19) epidemic in Wuhan City, Hubei Province and China: a second derivative analysis of the cumulative daily diagnosed cases during the first 85 days. **Global Health Journal**, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2414644721000014>. Acesso em: 09 mar 2021.