

VULNERABILIDADE E ESPACIALIZAÇÃO DA COVID-19 EM MINAS GERAIS¹

Júlia Marchesin Caetano

Escola Nacional de Ciências Estatísticas

Ana Carolina Soares Bertho

Escola Nacional de Ciências Estatísticas

Thais Cristina Oliveira da Fonseca

Universidade Federal do Rio de Janeiro

RESUMO

A pandemia do novo coronavírus revelou discrepâncias marcantes nos padrões de contágio entre cidades brasileiras. A vulnerabilidade social emergiu como fator determinante na disseminação e gravidade da COVID-19 em certos estratos sociais. Diante da crescente normalização das crises sanitárias enfrentadas por esses grupos, urge uma investigação detalhada sobre os desdobramentos desses eventos à luz do conceito de vulnerabilidade social. Este estudo visa oferecer ferramentas para identificar grupos vulneráveis à COVID-19 em municípios de Minas Gerais, usando análises estatísticas e cartográficas. Dados socioeconômicos, habitacionais e de saúde foram processados para criar um Índice de Vulnerabilidade Socioespacial, evidenciando a distribuição não democrática das estruturas de oportunidades no espaço e suas implicações, especialmente nos diferenciais da mortalidade pela doença no Estado.

Palavras-chave: índice de vulnerabilidade socioespacial; saúde; análise multivariada.

ABSTRACT

The COVID-19 pandemic unveiled significant disparities in contagion patterns among Brazilian cities. Social vulnerability has emerged as a determining factor in the spread and severity of COVID-19 within certain social strata. Given the increasing normalization of sanitary crises faced by these groups, there's an urgent need for a detailed investigation into the outcomes of these events through the lens of social vulnerability. This study aims to provide tools to identify vulnerable groups to COVID-19 in municipalities of Minas Gerais, employing statistical and cartographic analyses. Socioeconomic, housing, and health data were processed to create a Socio-Spatial Vulnerability Index, highlighting the undemocratic distribution of opportunities and their implications, particularly in the differences in mortality rates from the disease within the State.

Key words: socio-spatial vulnerability index; health; multivariate analysis.

Introdução

A pandemia de COVID-19 evidenciou distintos padrões de infecção nas cidades brasileiras, associados principalmente às práticas de isolamento social e à qualidade das infraestruturas de saúde. A vulnerabilidade social, como fator determinante na disseminação e gravidade dos casos, acentua ainda mais essa disparidade. A exposição desigual à COVID-19 desses grupos destaca a di-

¹Este artigo é derivado de dissertação de mestrado defendida pela autora Júlia Caetano em fevereiro de 2023, e resulta do compilado de conceitos e resultados relevantes encontrados na pesquisa.

nâmica em que um indivíduo inicialmente não vulnerável pode se tornar suscetível conforme a resposta política varia (THE LANCET, 2020, p. 1089).

Identificar esses grupos é um desafio para políticas públicas diante da incerteza, risco de perda de renda e acesso restrito a serviços sociais. A complexidade da vulnerabilidade, tanto individual quanto coletiva, é evidente.

Diante da crescente normalização de desastres aos quais esses grupos estão expostos, é imperativo investigar aspectos relacionados à vulnerabilidade social. Isso possibilitará estabelecer parâmetros de atenção para uma população muitas vezes invisível, por meio de análises de dados e criação de índices que evidenciem a precária inserção de certos grupos na estrutura de oportunidades espaciais.

Minas Gerais, foco espacial deste estudo, destaca-se pela considerável heterogeneidade social e econômica. No quarto maior estado brasileiro em área, a formação espacial, marcada pela mineração e desenvolvimento industrial tardio, cria um contexto de diferenciação estrutural. As dinâmicas da COVID-19 reproduzem e aprofundam essa heterogeneidade pré-existente (CHAVES, 1995; QUEIROZ, BRAGA, 2008).

Busca-se analisar como a infecção por COVID-19 pode estar ligada às diferenças sociais e espaciais que certas populações enfrentam, investigando como esses padrões estruturais intensificam as consequências da pandemia nas diversas regiões de Minas Gerais, por meio da criação de um Índice de Vulnerabilidade Socioespacial.

Vulnerabilidade social

A forte instabilidade econômica provocada pela ascensão do neoliberalismo trouxe consigo uma restrição do papel regulador do Estado. Neste contexto, na década de 1990, surgem discussões sobre o tema da vulnerabilidade. Como proposto por diversos autores à época (KATZMAN, 1999; MOSER, 1998; CASTEL, 1998), o termo traria novos olhares sobre as situações de risco, abrangendo os aspectos relativos à precarização das relações de trabalho e a falta de proteção social.

Os conceitos de ativos e vulnerabilidade buscam oferecer explicações e relações para compreensão da variação dos níveis de pobreza e bem-estar de modo mais amplo. Segundo Katzman (1999), tais conceitos visam:

(...) captar melhor a dinâmica de reprodução dos sistemas de desigualdade social, das condições de marginalidade e exclusão ao mesmo tempo em que oferece um instrumento analítico mais potente para a ação (KATZMAN, 1999, p.2).

O conceito de vulnerabilidade social, foco desta discussão teórica, remonta a concepção de outros conceitos que o antecedem, como a pobreza, marginalização e desigualdade social. Como apresenta Jannuzzi (2012), os indicadores de renda e pobreza são majoritariamente associados a aspectos econômicos e de acesso a bens materiais, tais como renda ou PIB per capita; renda familiar média; Índice de Gini (que mede desigualdade); parcela da massa de renda apropriada pelos mais pobres; posse de bens duráveis e classe socioeconômica (que inclui aspectos

como escolaridade do chefe do domicílio e a existência de empregada doméstica); e índices de custo de vida, baseados principalmente na estrutura de despesas das famílias ou no custo da cesta básica. Jannuzzi (2012) aponta também a existência de um indicador de pobreza baseado na ideia de carências múltipla, como acesso a serviços de saúde e trabalho regular. Porém, esse autor afirma que não há consenso a respeito dos critérios normativos para tal indicador; e há dificuldades relacionadas ao amplo levantamento dos dados necessários para construí-lo.

Rocha (2003) ressalta que, embora a pobreza seja um fenômeno complexo, pode ser definida de forma abrangente como uma situação de insuficiência no atendimento às necessidades básicas dos indivíduos. Essa autora ressalta a importância do estabelecimento de linhas de pobreza, com valores pré-estabelecidos, para comparação entre localidades diferentes, ainda que existam outros indicadores e outras formas de mensuração da pobreza (ROCHA, 2003).

Já o conceito de vulnerabilidade social está associado não somente as questões de renda e situação econômica, mas a um maior conjunto de situações, de forma a “explicar uma forma particular de pobreza” (KATZMAN, 1999, p.2). Ainda que comumente a vulnerabilidade seja interpretada como sinônimo de pobreza, não significa necessariamente falta ou carência, mas sim indefesa, insegurança e exposição a risco, choques e estresse (CHAMBERS, 1989, p.1).

Estar vulnerável socialmente se refere à condição de não possuir ou não conseguir usar ativos materiais e imateriais que permitiriam ao indivíduo ou grupo social lidar com a situação de risco. Dessa forma, os lugares vulneráveis são aqueles nos quais os grupos sociais enfrentam riscos e a impossibilidade de acesso a serviços e direitos básicos de cidadania, como condições habitacionais, sanitárias, educacionais, de trabalho e de participação e acesso diferencial à informação e às oportunidades oferecidas de forma mais ampla àqueles que possuem essas condições (MOTTA, 2017, p.14).

A vulnerabilidade necessita do desenvolvimento teórico e principalmente da consolidação dos indicadores e métodos de mensuração. Diversas pesquisas se esforçam em elencar os principais elementos para construção de índices de vulnerabilidade, seja no âmbito social, ambiental ou espacial. Cunha (2012) ressalta que:

Ao se utilizar do arcabouço teórico conceitual oriundo da noção de vulnerabilidade, há, ao pesquisador, um duplo enfoque sobre os processos e fenômenos sociais que almeja estudar. Esse duplo enfoque, por sua vez, preza pela associação entre fatores, uma vez que aborda em conjunto tanto os riscos que conduziram o ator a uma determinada situação adversa quanto as possíveis formas de enfrentamento dos mesmos a partir de diversos elementos instrumentais. Assim como o caminho inverso, ou seja, como a falta e/ou carência de determinadas habilidades, capacidades e destes mesmos elementos instrumentais pode conduzir o sujeito a adversidade perante os mesmos riscos (CUNHA, 2012, p.7).

O Center for Disease Control and Prevention (CDC, 2015) define a vulnerabilidade social como características individuais ou grupais que afetam a capacidade de antecipar, lidar, resistir e superar desastres naturais ou sociais. Indicadores como status socioeconômico, idade, gênero, raça e comorbidades ajudam a identificar grupos vulneráveis.

A definição trazida pelo CDC reflete uma dinâmica social desigual, onde vulnerabilidade resulta de disparidades raciais, de gênero, idade e renda, ligadas a contextos históricos, políticos

e econômicos (SANTOS, 2020). Isso leva a várias formas de exclusão, responsabilizando os indivíduos, inclusive na saúde, com soluções focadas no autocontrole, negligenciando aspectos sociais dos riscos.

Moser (1998) define vulnerabilidade social como a falta de recursos (físicos, humanos e sociais) para enfrentar riscos e controlar o bem-estar próprio. Logo, embora pessoas pobres geralmente sejam vulneráveis, nem todos os vulneráveis são pobres (MOSER, 1998).

Caracterização do estado de Minas Gerais

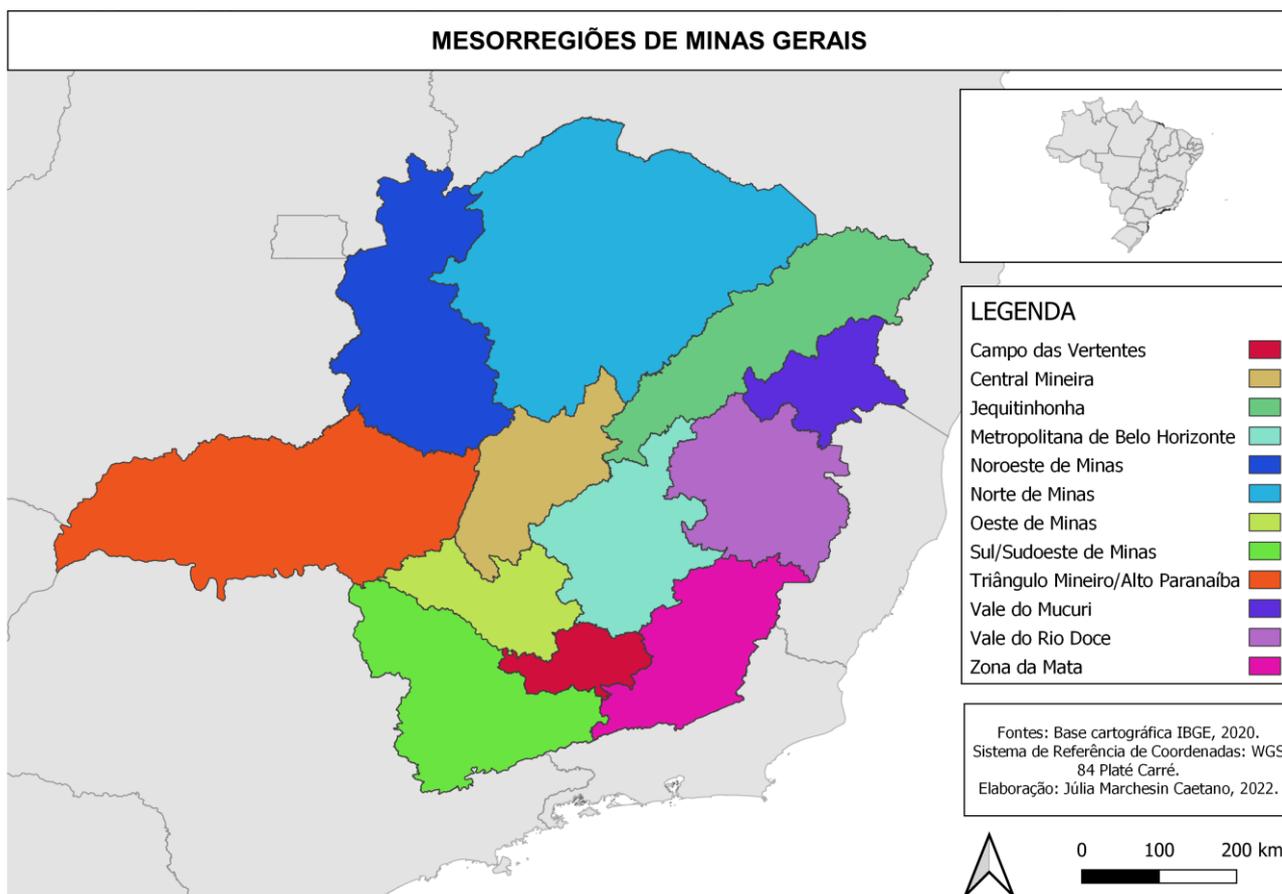
A análise investigou dados dos municípios do estado de Minas Gerais, a fim de identificar as diferentes condições de exposição a riscos. De acordo com Barcellos e Bastos (1996), o município “reúne grande parte das condições necessárias que viabilizam seu uso como unidade espacial de análise por ser dotado de autonomia administrativa e servir como referência de dados primários em saúde e ambiente (BARCELLOS, BASTOS, 1996, p.393).

O estado que está localizado na Macrorregião Sudeste do Brasil (Mapa 1), possui 853 municípios e apresenta a segunda maior população em comparação aos outros estados brasileiros, com estimados 21.411.923 habitantes (IBGE, 2021), o que representa mais de 10% da população brasileira.

Minas Gerais se apresenta como um estado marcado por heterogeneidades estruturais. Em alguns pontos do território identificam-se porções com indicadores socioeconômicos de alto nível, ao passo que outras regiões se caracterizam pelas baixas condições de vida.

Segundo Queiroz e Braga (2008), o estado possui “regiões dotadas de grande dinamismo econômico e bons níveis de condições de vida” (QUEIROZ, BRAGA, 2008, p.5). Porém, encontram-se também grandes áreas “economicamente deprimidas”, com baixos indicadores de condições de vida. Entre estes extremos coexiste um “patamar intermediário de desenvolvimento econômico”. Os autores destacam as mesorregiões Sul e Sudoeste de Minas, Triângulo Mineiro e a região Metropolitana de Belo Horizonte como as que possuem melhor rede urbana, concentrando maior densidade populacional e riqueza. Como se mostrará adiante, a pandemia de COVID-19 proporcionou um aprofundamento das desigualdades sociais, bem como da vulnerabilidade. A expansão da COVID-19 pelo território não apenas reavivou a discussão sobre as desigualdades no acesso de determinados grupos sociais às infraestruturas de saúde, como também colocou em xeque a capacidade do poder público de resposta à crise.

A diferenciação espacial no estado de Minas Gerais pode ser observada a partir do mapeamento do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) (Mapa 2). As regiões do Triângulo Mineiro, Sul de Minas, Oeste de Minas e Metropolitana de Belo Horizonte se sobressaem pelas boas condições nas dimensões longevidade, educação e renda do Índice de Desenvolvimento Humano (PNUD BRASIL, IPEA, FJP, 2022). Já os municípios das regiões localizadas a norte do estado, ou seja, Norte de Minas, Jequitinhonha e Vale do Mucuri, são os que apresentam IDHM mais baixos.

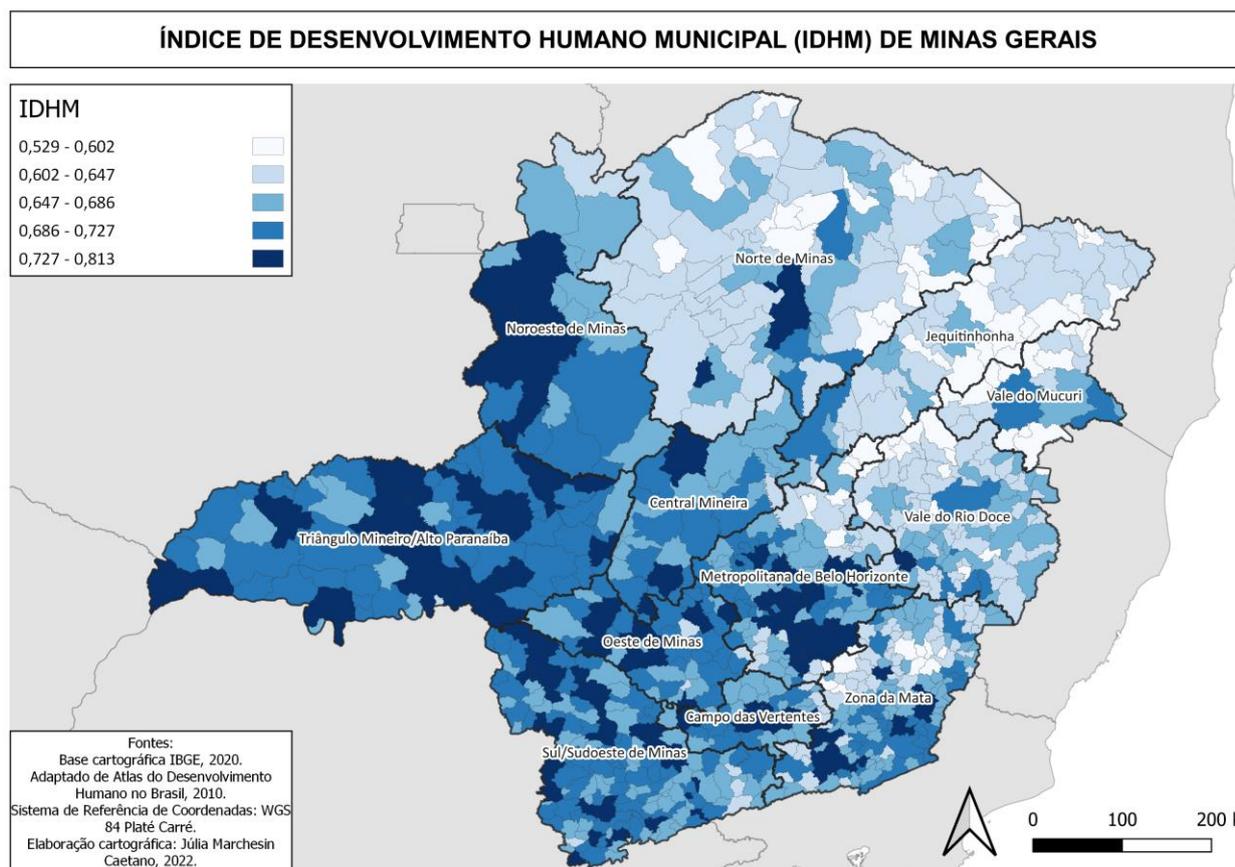


Mapa 1. Mesorregiões geográficas de Minas Gerais. Fontes: Malha Digital IBGE, 2020; elaborado pelas autoras, 2022.

Assim como ocorreu em todo o país, em Minas Gerais, a COVID-19 apresentou alguns padrões quanto ao perfil epidemiológico dos óbitos. Observou-se, para os anos de 2020 e 2021, maior proporção de óbitos entre pessoas do sexo masculino; quanto à raça/cor, brancos e pardos foram os mais atingidos em números absolutos; e quanto à idade, os maiores registros foram na população acima de 60 anos de idade (MINAS GERAIS, 2022).

No entanto, estes dados preliminares são insuficientes para expor as particularidades dos municípios mineiros. Devido às diferenciações nos padrões de adensamento, acesso às infraestruturas de saúde, características econômicas e demográficas que cada município apresenta, os efeitos da COVID-19 se manifestaram diferentemente nos territórios.

Em 30 de dezembro de 2019 o mundo recebeu a notícia de uma pneumonia de causas indeterminadas que estava afetando a população de Wuhan, na China. Desde então, os cientistas buscaram entender qual era o agente por trás desta doença. Descobriu-se que o SARS-CoV-2 era o responsável por essa síndrome respiratória aguda (BLOOM et al., 2021), denominada COVID-19. De acordo com o Center for Disease Control and Prevention (CDC), sua principal característica deve-se a sua alta transmissibilidade através de gotículas projetadas da boca ou nariz. Outras particularidades da COVID-19 incluem:



Mapa 2. Mapa de Índice de Desenvolvimento Humano Municipal de Minas Gerais, 2010. Fonte: adaptado do Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil (PNUD BRASIL, IPEA, FJP, 2022).

- A doença pode se apresentar de forma assintomática ou com sintomas leves, mas também pode se desenvolver de forma mais grave, chegando a levar a óbito;
- Algumas pessoas podem sofrer das condições pós-COVID, ou “COVID longo”;
- Adultos mais velhos e pessoas com certas comorbidades correm maiores riscos de desdobramentos graves da doença.

Todos estes atributos demonstram a singularidade da COVID-19 frente às outras pandemias que assolaram a humanidade, as mais recentes, a Gripe Espanhola e a Gripe Suína causada pelo vírus H1N1. A gripe causada pela H1N1 possuía uma taxa de transmissibilidade que girava em torno de 1,5, ou seja, uma pessoa infectada poderia infectar até 1,5 pessoas (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE, 2020). No caso da COVID-19 esse número aproximou-se de 2,7. Outra diferença significativa é o tempo para aparição dos sintomas, que para a H1N1 é de três a sete dias, enquanto para o novo coronavírus pode ser de até quatorze dias (CDC, 2015, 2021). Ou seja: além de ser uma doença mais contagiosa, se espalhou de forma rápida e silenciosa, dado que alguém contaminado, mas sem sintomas, poderia continuar convivendo normalmente com outras pessoas, transmitindo o vírus.

Também deve-se considerar que as mortes associadas a pandemia vão além das que são causadas pelo vírus em si. Deve-se levar em conta um número significativo de óbitos indiretos, como consequência da sobrecarga do sistema de saúde, receio em procurar assistência médica, entre outros.

Materiais e métodos

O Quadro 1 indica as variáveis selecionadas para a construção do índice de vulnerabilidade. Foram utilizadas variáveis presentes em estudos já realizados sobre vulnerabilidade, disponíveis para o nível municipal, incluindo-se fatores socioeconômicos e fatores associados aos riscos à saúde (sobretudo aqueles relacionados à COVID-19).

Código	Variáveis	Fonte	Ano
V1	Mulheres chefes de família por 100 habitantes	Censo Demográfico	2010
V2	Porcentagem de pessoas acima de 60 anos		
V3	Índice de Vulnerabilidade Social (IVS)	Ipea	2010
V4	Pessoas com renda abaixo de 1/2 salário mínimo por 100 habitantes	Censo Demográfico	2010
V5	PIB per capita		
V6	Internações por neoplasias, doenças endócrinas, doenças do aparelho circulatório e doenças do aparelho respiratório por 100 habitantes	Sistema de Informações Hospitalares do SUS (SIH)	2021
V7	Porcentagem de domicílios sem abastecimento de água por rede geral ou poço	Censo Demográfico	
V8	Incidência por 10 mil pessoas	SES-MG	2021
V9	Mortalidade por 10 mil pessoas		
V10	Leitos de UTI por 10 mil pessoas	Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES)	2021
V11	Médicos por 10 mil pessoas		
V12	Densidade demográfica	Censo demográfico	2010
V13	Densidade intradomiciliar		
V14	Número de domicílios em aglomerados subnormais		

Quadro 1: Variáveis selecionadas para a construção dos indicadores do índice de vulnerabilidade à COVID-19. Fontes: Adaptado de Figueiredo et al., 2020; elaborado pelas autoras.

Com o surgimento da COVID-19, diversas áreas do conhecimento, além da saúde, se voltaram para a compreensão da doença e seus determinantes, trazendo a questão sanitária para o panorama da vulnerabilidade social. É o caso de Barros et al. (2020), que propõem a modelagem

do Índice de Vulnerabilidade Social à COVID-19 a partir da seleção de 12 variáveis identificadas como preditivas à ocorrência da COVID-19 nos municípios do Estado de Goiás e do Distrito Federal. Os testes foram realizados através de dois algoritmos de *machine learning*: *Random Forest* e *XGBoost*. Foram atribuídos níveis de importância das variáveis preditivas e a partir disso foram calculados os índices de vulnerabilidade para cada município, classificados como baixo, médio, elevado e muito elevado.

Cestari et al. (2021) realizaram um estudo ecológico similar em Fortaleza (CE), utilizando uma análise de varredura espacial (*scan*) para identificar clusters de COVID-19. As variáveis de indicação de vulnerabilidade social foram inseridas em um modelo de Regressão Espacial Geograficamente Ponderado (GWR) a fim de examinar a relação de tais variáveis com a incidência de COVID-19.

Para o presente artigo, a metodologia escolhida foi a Análise Fatorial, que consiste na investigação de padrões a partir de um grande número de variáveis, que posteriormente são reduzidas a um conjunto menor de fatores, chamados de fatores comuns, “os quais são variáveis latentes (não observadas) que representam uma característica marcante dos dados” (JULIÃO, LIMA, 2020, p. 14). A Análise Fatorial foi feita através do *software* estatístico R, versão 4.2.1.

Algumas variáveis apresentaram dados faltantes para certos municípios, por isso, decidiu-se seguir com o “*fill in*” desses dados a partir do cálculo da média das observações dessas variáveis. É o caso das variáveis de internações por neoplasias, doenças endócrinas, doenças do aparelho circulatório e doenças do aparelho respiratório (V6), leitos de UTI por 10 mil pessoas (V10) e médicos por 10 mil pessoas (V11).

O índice de vulnerabilidade foi construído a partir da Análise Fatorial do conjunto de dados desta análise. A análise é desenvolvida através das seguintes etapas, de acordo com Matos e Rodrigues (2019):

1. Verificação da adequabilidade da base de dados:

Através de convenções descritas por Matos e Rodrigues (2019), verifica-se a adequabilidade dos dados, de forma que estejam compatíveis com a análise proposta. Primeiramente, verifica-se se o tamanho da amostra atende aos parâmetros necessários. Em seguida, realiza-se a construção de uma matriz de correlação entre as variáveis para determinar se os dados estão correlacionados. O último passo consiste em realizar o Teste de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO), responsável por indicar a proporção de variância das variáveis que pode ser explicada pelos fatores.

2. Determinação do número de fatores:

Este passo consiste em verificar qual o número adequado de fatores que são suficientes para representar melhor o padrão de correlação entre as variáveis (MATOS, RODRIGUES, 2019). O procedimento é realizado através de três critérios: (1) critério do autovalor; (2) critério do diagrama de inclinação; (3) critério da porcentagem de variância acumulada.

3. Extração das cargas fatoriais e rotação dos fatores:

²Preenchimento ou espaços em branco em um conjunto de dados, seja por meio da coleta de informações adicionais ou pela atribuição de valores para completar uma série estatística. Esse preenchimento é frequentemente realizado para garantir a integridade e a utilidade dos dados na análise estatística.

A carga fatorial pode ser definida como a correlação da variável com o fator, e aponta o quanto uma variável contribui para o fator. “Se essa carga assume um valor positivo, significa que a variável está positivamente correlacionada com o fator, e, se assume valor negativo, essa correlação é negativa” (MATOS; RODRIGUES, 2019, p.18). O procedimento de rotação dos fatores contribui para que se maximize a contribuição de cada variável dentro do fator. Aqui também se obtém o agrupamento das variáveis em fatores, permitindo a interpretação do resultado.

4. Cálculo dos escores fatoriais:

O último passo consiste na realização do cálculo dos escores fatoriais. Resumidamente, multiplica-se o valor da variável pela carga fatorial determinada. Os valores resultantes servem como substitutos das variáveis originais.

Por fim, para uma análise integral do fenômeno, a ferramenta da análise espacial apresenta-se como imprescindível para visualizar os resultados encontrados, demonstrando não apenas a detecção de agrupamentos, mas também em sua apresentação visual. Para tanto, foram utilizadas ferramentas de análise de varredura espacial para identificar *clusters* através de *softwares* de processamento de dados espaciais, mais especificamente o R, versão 4.2.1 e QGIS, versão 3.10.10.

O resultado cartográfico final aborda o uso da análise final dos dados com o emprego da técnica de clusterização hierárquica espacial, permitindo a identificação dos padrões de associação espacial para detectar a presença de *clusters*.

É importante ressaltar que, dentre as ferramentas de análise do território, a compreensão das heterogeneidades espaciais é fundamental para a formulação de estratégias relacionadas ao combate a agentes infecciosos. “Uma das técnicas de tratamento de dados mais populares e eficientes na identificação de agregados homogêneos em um todo heterogêneo é a análise de *clusters* ou análise de agrupamentos” (CARVALHO *et al.*, 2009, p.7). Assim, a técnica permite dividir o território estudado em sub-regiões que apresentam características similares.

Resultados

No processo de análise fatorial foram excluídas as variáveis apresentaram cargas fatoriais baixas, ou indeterminação fatorial, quando não é possível identificar a qual fator a variável pertence. Para isso, foram verificadas as comunalidades de cada item, ou seja, a quantidade de variância que uma variável partilha com outras incluídas na análise. As variáveis V5 (PIB per capita), V7 (Porcentagem de domicílios sem abastecimento de água por rede geral ou poço) e V10 (Leitos de UTI disponíveis por 10 mil habitantes) apresentam valores de comunalidade muito reduzidos, sendo excluídos do modelo final.

A partir dessa exclusão, foi necessário refazer os passos anteriores para dar continuidade à Análise Fatorial. Verificou-se novamente a adequabilidade da amostra, assim como os critérios de determinação do número de fatores. Foram mantidos três fatores, dado que este número satisfaz todos os critérios descritos anteriormente.

A Figura 1 representa o agrupamento dos fatores da Análise Fatorial, com as respectivas cargas fatoriais de cada variável.

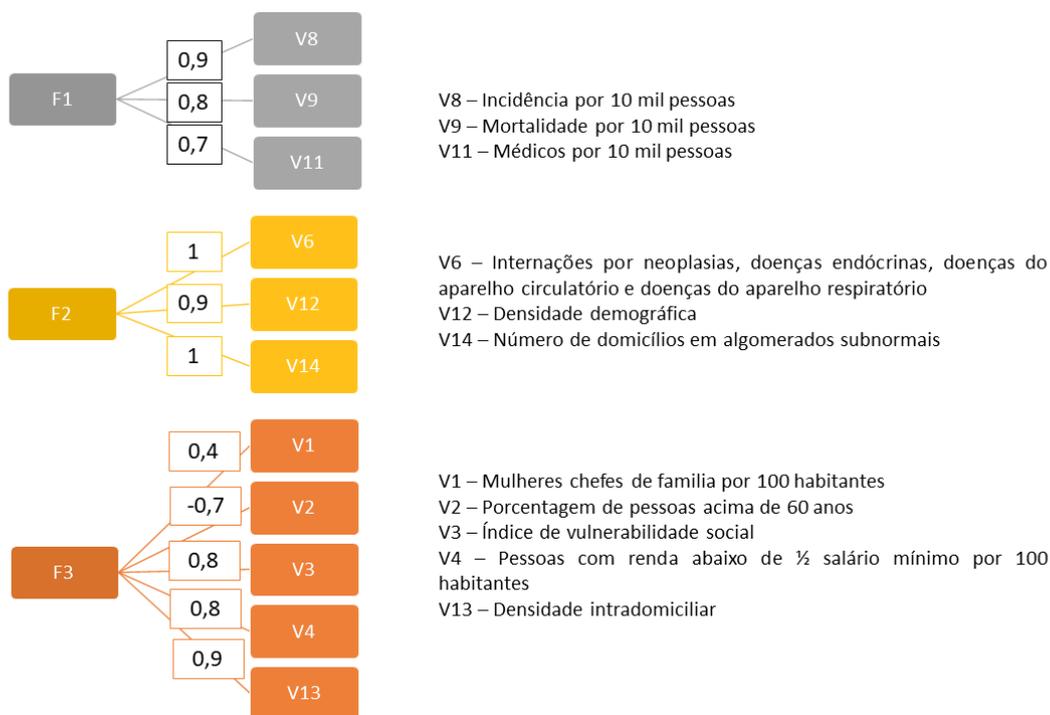


Figura 1: Representação do agrupamento dos fatores. Fonte: elaborado pelas autoras a partir de dados do IBGE (2010), CNES (2021), SIH-SUS (2021), MINAS GERAIS (2021), IPEA (2015).

Pode-se constatar que existe uma dinâmica de agrupamento que condiz com o caráter das variáveis. A seguir, busca-se explicar interpretar cada um dos fatores.

Fator 1 – Aspectos associados à COVID-19

O fator 1 representa o agrupamento de variáveis referentes à COVID-19, que inclui as variáveis de mortalidade e incidência relativas à COVID-19, assim como variáveis que correspondem às medidas de resposta à crise, como a quantidade de médicos disponíveis no período analisado.

Fator 2 – Condições de saúde e habitação

O fator 2 apresenta o agrupamento de variáveis que caracterizam as condições de saúde da população, sendo algumas delas associadas aos maiores riscos de mortalidade por COVID-19. As internações por neoplasias, doenças do aparelho endócrino, respiratório e circulatório, ainda que não revelem diretamente as taxas de prevalência dessas doenças, demonstram estar relacionados com a evolução de formas mais graves e aos óbitos por COVID-19, como pode ser enunciado por Costa et al. (2020):

Pacientes com fatores de risco cardiovasculares (idade avançada, hipertensão e diabetes), assim como aqueles com DCV (doença arterial coronária, cardiomiopatias e doença cere-

brovascular) estão suscetíveis a desenvolver a forma grave da doença e complicações cardiovasculares, sendo classificados como grupo de risco (COSTA et al., 2020, p.807).

Junto a esta variável, apresentam-se características das condições de habitação que também podem estar relacionados aos riscos inerentes à COVID-19, como a densidade demográfica e número de domicílios em aglomerados subnormais, uma vez que a proximidade entre indivíduos é fator crucial para a transmissão.

Fator 3 – Condições sociodemográficas

O Fator 3 reúne características relativas ao perfil sociodemográfico da população em estudo, demonstrando que elementos relativos a condições econômicas, de habitação e demográficas, como sexo e idade, são relacionadas em um mesmo conjunto.

O último passo da Análise Fatorial consiste no cálculo dos escores fatoriais. Os valores dos escores fatoriais são “uma espécie de média ponderada das variáveis observadas em cada uma das unidades amostrais, onde os pesos são dados pelas cargas fatoriais” (MATOS, RODRIGUES, 2019, p.69). Os escores fatoriais serão usados, portanto, como substitutos das variáveis originais para compor o índice de vulnerabilidade à COVID-19 nos municípios mineiros. Os valores finais do índice foram dados pela média dos escores fatoriais dos fatores F1, F2 e F3. Os valores foram então normalizados pelo método *min-max*, dado através da transformação dada por Lima (2015):

$$F_{ij}^i = \frac{F_{ij} - F_{jmin}}{F_{jmax} - F_{jmin}}$$

onde F_{ij} é o escore fatorial transformado do fator j na observação i ;

F_{ij} é o valor do escore fatorial do fator j na i – ésima observação;

F_{jmax} é o maior valor do j – ésimo escore fatorial observado entre todas as observações;

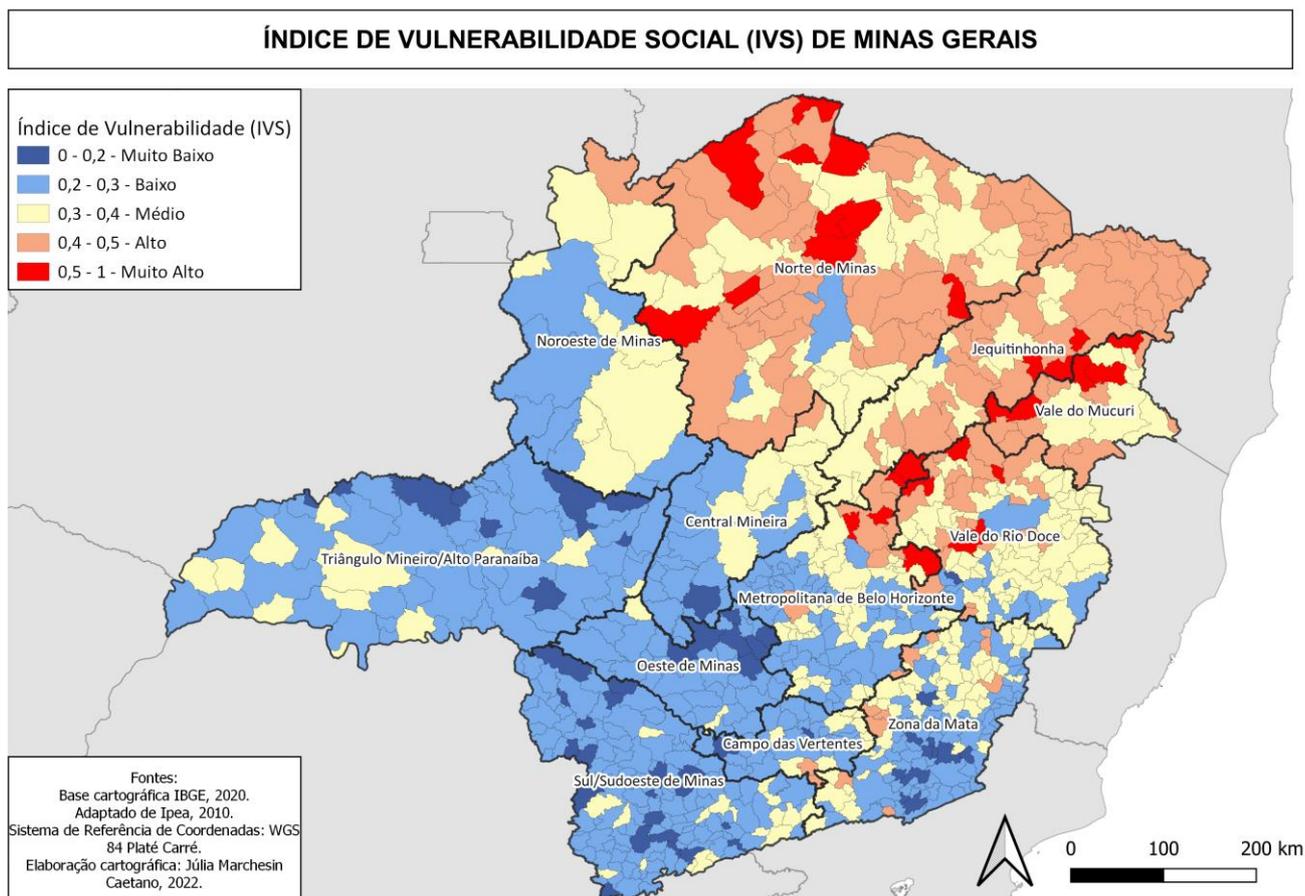
F_{jmin} é menor valor do j – ésimo escore fatorial.

Optou-se pela classificação através do método de Igual Contagem (Quartil), uma vez que é uma escolha adequada para análise fatorial devido à sua robustez frente a outliers, permitindo uma interpretação mais clara dos dados divididos em quatro partes iguais. Sua natureza não paramétrica não exige a suposição de normalidade nos dados, tornando-o adequado a uma ampla gama de situações.

- 0 a 0,233: muito baixa vulnerabilidade social;
- 0,234 a 0,270: baixa vulnerabilidade social;
- 0,271 a 0,306: média vulnerabilidade social;
- 0,307 a 0,353: alta vulnerabilidade social; e
- 0,353 a 1: muito alta vulnerabilidade social.

A representação mais adequada para o índice de vulnerabilidade foi dada por meio da espacialização dos resultados em mapas. A seguir, serão detalhados os processos da construção dos mapas e da análise de *clusters* que foi realizada através do uso da clusterização hierárquica espacial.

A heterogeneidade entre as mesorregiões do estado de Minas Gerais pode ser observada no mapa do Índice de Vulnerabilidade Social (IVS), indicador desenvolvido pelo Ipea e que compreende as características econômicas, demográficas e sociais do estado (Mapa 3).



Mapa 3: Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) de Minas Gerais, 2010. Fonte: IPEA, 2015. Adaptado pelas autoras.

As regiões do Triângulo Mineiro, Sul de Minas, Oeste de Minas e as porções centrais e a sul da região Metropolitana de Belo Horizonte apresentam melhores resultados em relação ao IVS, que considera dimensões de Infraestrutura Urbana, Capital Humano e Renda e Trabalho (Ipea, 2015). Já as regiões localizadas na porção norte do estado – Norte de Minas, Jequitinhonha, Vale do Mucuri e a porção norte da região Metropolitana de Belo Horizonte – apresentam índices de vulnerabilidade majoritariamente altos. O resultado cartográfico observado através do Mapa 3 revela a heterogeneidade socioeconômica no território. Dessa forma, é possível identificar a existência de uma segmentação entre as mesorregiões mineiras, nas quais municípios localizados a norte e nordeste do estado perfazem-se em locais com maior vulnerabilidade social, e municípios a sul e sudoeste possuem menor vulnerabilidade social.

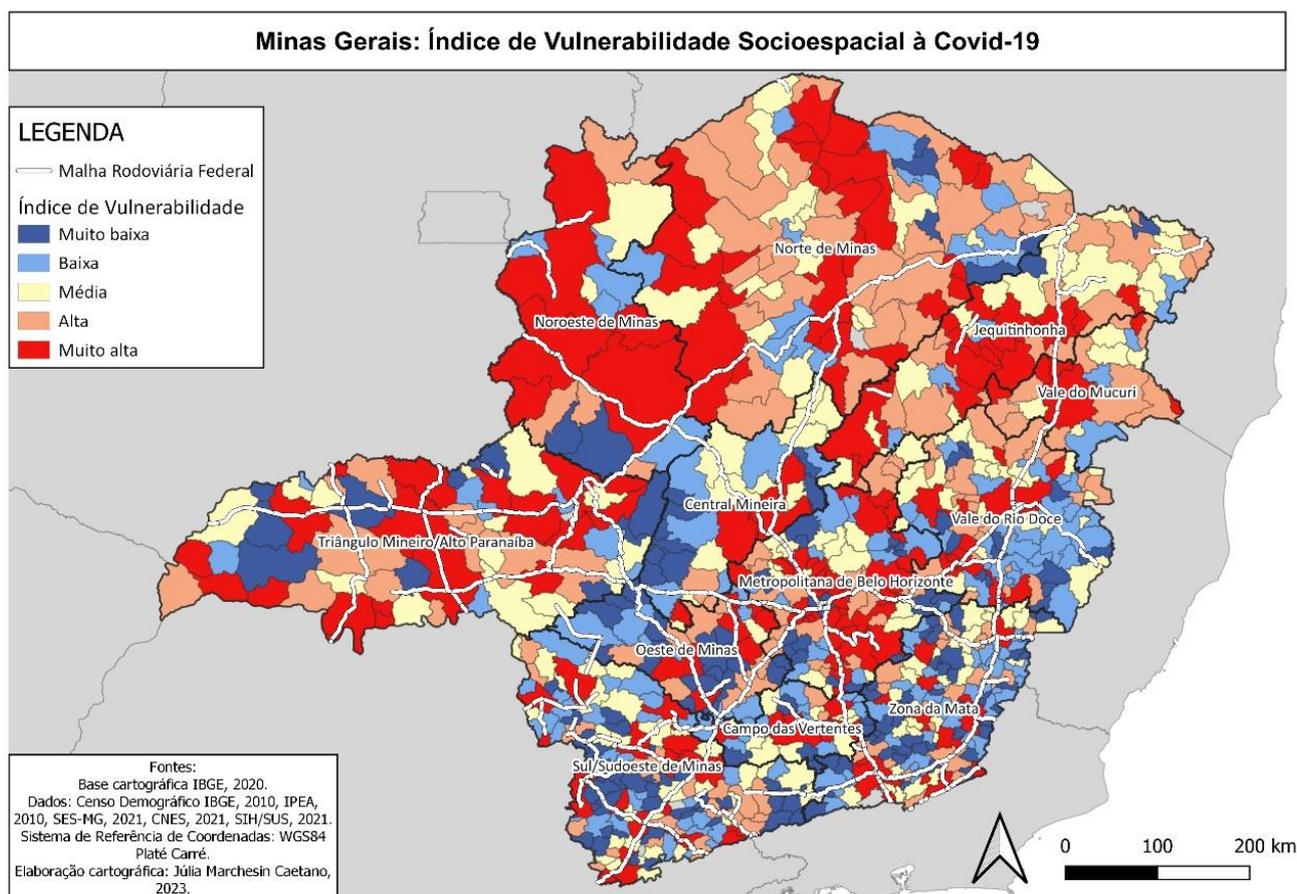
De antemão, pode-se traçar relação com a posição de tais municípios frente a proximidade de outros estados brasileiros. Minas Gerais representa o estado limite a norte da Grande Região Sudeste, e, portanto, apesar de compartilhar características socioeconômicas com os estados de São Paulo e Rio de Janeiro, também compartilha características semelhantes com o estado da Bahia, localizado na Região Nordeste.

Com tais características em perspectiva, é possível descrever os resultados da análise proposta através da ótica da dimensão espacial da COVID-19 nos territórios em um período de alto risco de infecção pela doença.

Para as elaborações cartográficas foi utilizado o sistema de coordenadas WGS84 Platé Carré, e a construção dos mapas foi feita através do software QGIS 3.10.10.

Como enunciado anteriormente, objetiva-se formular um modelo de análise que pode ser replicado em outras situações epidêmicas, envolvendo outros agentes infecciosos que podem vir a despertar novas crises sanitárias globais.

O resultado do índice de Vulnerabilidade Socioespacial à COVID-19 está representado pelo Mapa 4.



Mapa 4: Mapa de Minas Gerais: Índice de vulnerabilidade à COVID-19. Fonte: elaborado pelas autoras a partir de dados do IBGE (2010), CNES (2021), SIH-SUS (2021), MINAS GERAIS (2021), IPEA (2015).

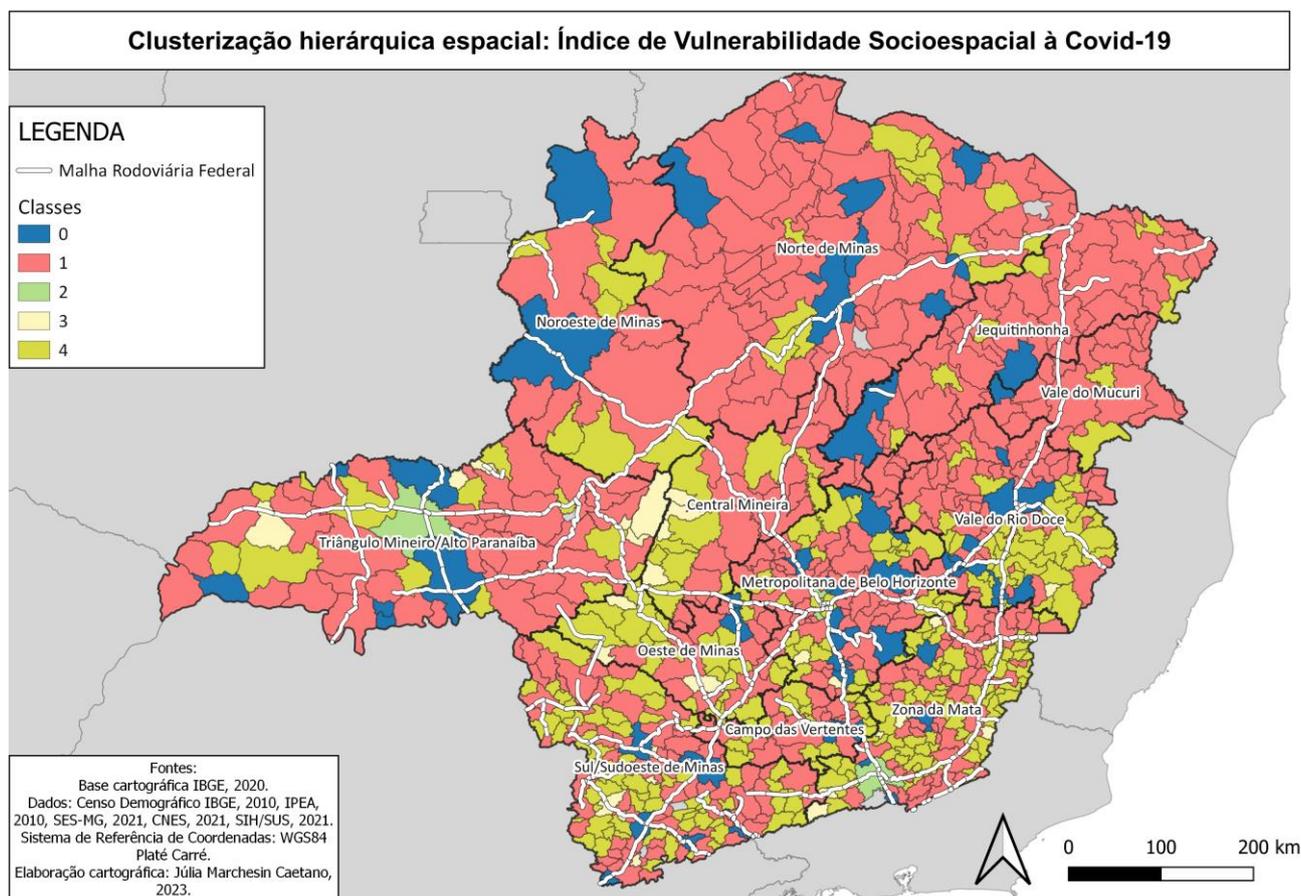
De antemão, pode-se notar que alguns municípios se destacam na análise como os que apresentam maior vulnerabilidade à COVID-19. Porém, ainda é nítida uma certa homogeneidade observada a partir da representação cartográfica escolhida. A Tabela 1 mostra as regiões que se destacaram dentro deste resultado final.

Índice – Porcentagem de Municípios em cada classe por Mesorregião					
Mesorregiões	Classes				
	Muito baixa	Baixa	Média	Alta	Muito Alta
Noroeste de Minas	5%	32%	16%	32%	16%
Norte de Minas	16%	18%	15%	22%	27%
Jequitinhonha	17%	13%	23%	25%	21%
Vale do Mucuri	4%	9%	17%	35%	35%
Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba	18%	12%	27%	17%	24%
Central Mineira	28%	17%	28%	14%	14%
Metropolitana de Belo Horizonte	16%	22%	17%	19%	26%
Vale do Rio Doce	8%	15%	23%	28%	26%
Oeste de Minas	23%	16%	5%	30%	27%
Sul e Sudoeste de Minas	24%	16%	27%	16%	14%
Campo das Vertentes	22%	30%	19%	14%	16%
Zona da Mata	26%	24%	15%	16%	17%

Tabela 1: Porcentagem de Municípios em cada classe relativa ao Índice de Vulnerabilidade à Covid-19 por mesorregião. Fonte: elaborado pelas autoras a partir de dados do IBGE (2010), CNES (2021), SIH-SUS.

Das mesorregiões localizadas na porção norte do estado, Norte de Minas e Vale do Mucuri foram as que apresentaram maior porcentagem de municípios classificados com vulnerabilidade muito alta. Das mesorregiões centrais se destacam Metropolitana de Belo Horizonte, Vale do Rio Doce e Oeste de Minas apresentando mais de 25% dos municípios classificados com vulnerabilidade muito alta. E, nas mesorregiões a Sul do Estado, obteve-se porcentagens abaixo dos 20% para a mesma classificação.

Portanto, para apresentar uma análise que considere a heterogeneidade espacial do território, utilizou-se a técnica da clusterização hierárquica espacial. Dessa forma, é possível identificar grupos homogêneos inseridos na análise do território (Mapa 5).



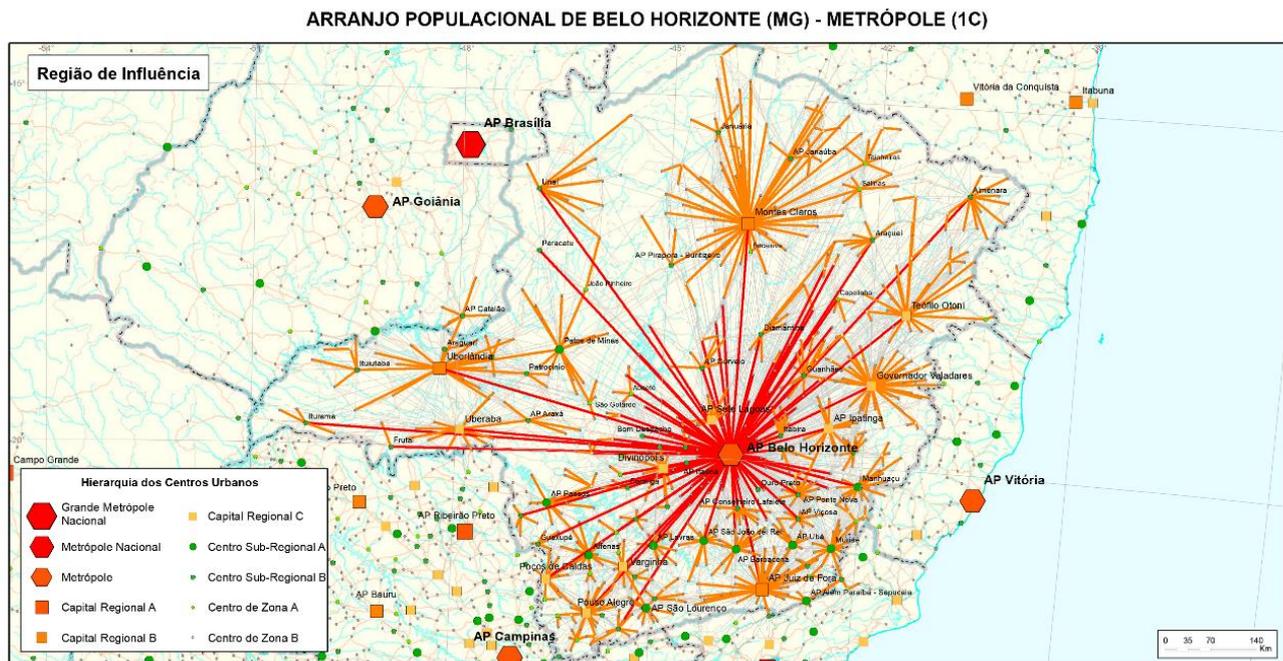
Mapa 5: Índice de Vulnerabilidade Socioespacial à COVID-19 – Clusterização hierárquica espacial – Minas Gerais, 2021. Fonte: elaborado pela autora a partir de dados do IBGE (2010), CNES (2021), SIH-SUS (2021), MINAS GERAIS (2021), IPEA (2015).

A clusterização hierárquica espacial do resultado do índice demonstra que existem agrupamentos dentro do território mineiro. Observa-se uma grande concentração de municípios com características semelhantes a norte do estado, mais precisamente nas mesorregiões Norte de Minas, Jequitinhonha, Vale do Mucuri e Metropolitana de Belo Horizonte, clusterizados na classe 2. Este resultado reforça a observação inicial de que o território mineiro possui fatores de diferenciação não apenas do ponto de vista econômico e social, mas também relacionados espacialmente à exposição ao risco e à vulnerabilidade à COVID-19.

O resultado alcançado em todos os mapeamentos propostos revela focos de alta vulnerabilidade em seis mesorregiões mineiras, sendo elas Triângulo Mineiro, Noroeste de Minas, Norte de Minas, Jequitinhonha, Vale do Mucuri, e Metropolitana de Belo Horizonte. São regiões que concentram elevadas densidades demográficas, além de terem em seu tecido urbano cidades que são consideradas altamente relevantes para a rede urbana, possuindo papéis de conectoras de

fluxos circulatórios, aspecto que está relacionado com a difusão da COVID-19 (TEIXEIRA et al., 2020). São os casos da metrópole Belo Horizonte (MG), Teófilo Otoni (MG) e Diamantina (MG).

A sobreposição da malha rodoviária federal sobre o resultado do Índice de Vulnerabilidade Socioespacial (Mapa 5) ilustra o comportamento dos aspectos associados à COVID-19 em cidades classificadas com maior importância hierárquica dentro da rede urbana. E são perpassadas pelas principais rodovias federais que cortam o estado e as conectam tanto à metrópole mineira como a outras metrópoles brasileiras. O Mapa 6 demonstra a posição hierárquica de alguns centros urbanos relevantes na análise.



Mapa 6: Arranjo populacional de Belo Horizonte (MG) – Metrôpole (1C). Fonte: IBGE, 2018, adaptado pelas autoras.

Uma maior vulnerabilidade nessas cidades se justifica a partir das centralidades que representam, uma vez que são maiores os fluxos de circulação, o que pode aumentar o risco de infecção por COVID-19 nestes locais. Além disso, é importante destacar que esses centros se evidenciam diante da provisão de infraestrutura hospitalar para o enfrentamento da doença.

Retomando o conceito de vulnerabilidade, é importante ressaltar que indivíduos podem se enquadrar em mais de uma categoria, e ressalta-se o conjunto de aspectos que podem caracterizar grupos como vulneráveis que se sobressaíram após a análise proposta: status econômico, condições habitacionais e de renda e comorbidades pré-existentes. Estes fatores podem incidir sobre determinadas populações com maior gravidade, mesmo que não sejam alvo de todos os aspectos elencados.

Retoma-se a afirmação de Moser (1998), que apesar de pessoas pobres normalmente estarem entre os mais vulneráveis, nem todas as pessoas vulneráveis são pobres. Portanto, fica evidente que para identificar grupos em situação de vulnerabilidade é importante considerar uma grande gama de aspectos sociais, econômicos e espaciais.

Considerações finais

As consequências da COVID-19 para o Brasil foram enormes e irreparáveis. Incerteza, medo e angústia tornaram-se sentimentos comuns entre todos os brasileiros em situação de risco, privados de oportunidades de proteção contra um agente infeccioso altamente transmissível. Cidades enfrentaram literalmente a falta de ar, como em Manaus (AM), com escassez de oxigênio para pacientes da doença. Estruturas de emergência se mostraram impotentes diante de um vírus de rápida disseminação. No entanto, os eventos relacionados às medidas de proteção social devem ser vistos sob uma perspectiva de aprendizado para futuros menos catastróficos.

Cunha (2020) destacou uma suposta “vantagem” que o governo brasileiro teria em diferentes momentos de propagação do surto global. “Pode não ser arriscado dizer que perdemos essa janela de oportunidades para nos preparar, supondo que esse fosse o objetivo” (CUNHA, 2020, p.2011).

Avaliar ferramentas para reduzir disparidades frente a agentes extremos, semelhantes ao novo coronavírus, dentro do tecido social é essencial. É crucial compreender como o desenvolvimento de um município, região ou estado está ligado a fatores que exacerbam o risco e a vulnerabilidade. O desespero global causado pela infecção levando a propostas de medidas não igualmente aplicáveis a todos os indivíduos, potencializando disparidades sociais preexistentes.

Retomar discussões sobre proteção social durante crises de saúde é vital, principalmente como medida preventiva contra resultados catastróficos. O Estado, como provedor de proteção social e responsável pela maioria das políticas públicas, usa metodologias de análise estatística e espacial para identificar grupos em risco. Essas ferramentas são cruciais para formular políticas públicas que antecipem e previnam impactos severos em uma população específica, garantindo que o foco do programa seja estruturado para que o indivíduo ou grupo tenha a oportunidade de reduzir a exposição a riscos.

Dentro de um contexto de heterogeneidade estrutural na formação do espaço, Minas Gerais se destaca como exemplo, enfatizando a necessidade de estudar e criar métodos de identificação de vulnerabilidade.

O presente artigo buscou uma maior compreensão a respeito da forma como a COVID-19 afetou os municípios mineiros, considerando os conceitos de risco e vulnerabilidade. Conforme definido por KATZMAN (1999), a vulnerabilidade explica abrangentemente a dinâmica de reprodução da desigualdade social, oferecendo um instrumento robusto para ação.

Portanto, propõe-se a formulação de um Índice de Vulnerabilidade Socioespacial para identificar grupos alvos de políticas públicas inclusivas.

Alguns pontos de limitação devem ser destacados:

1. Devido ao atraso do Censo Demográfico de 2020, parte das informações remete a 2010, podendo ignorar mudanças importantes nas condições socioeconômicas;

2. Variáveis podem não capturar processos complexos, como posturas dos governos locais diante de instruções federais pouco claras sobre medidas a serem adotadas. A abrangência do estudo pode não captar tais disparidades locais;

3. Dados de mortalidade por COVID-19 podem estar subnotificados ou registrados incorretamente, introduzindo viés, uma vez que municípios com melhores condições socioeconômicas podem ter registrado com mais precisão as mortes por essa causa do que municípios com piores condições. Porém, corrigir possíveis falhas no registro dos óbitos não estava no escopo desta análise;

4. A construção de um índice sintético permite comparações entre diversas unidades de análise (municípios), mas pode sugerir falsamente homogeneidade intramunicipal.

Com base nos resultados obtidos, é evidente a heterogeneidade espacial das condições de vulnerabilidade à COVID-19 em Minas Gerais. Os resultados da clusterização hierárquica espacial confirmam a presença de agrupamentos significativos no território mineiro. Uma concentração notável de municípios com características semelhantes foi observada ao norte do estado, abrangendo as mesorregiões Norte de Minas, Jequitinhonha, Vale do Mucuri e Metropolitana de Belo Horizonte. Essa observação ressalta que a diferenciação territorial em Minas Gerais não se limita apenas a aspectos econômicos e sociais, mas também está relacionada à exposição ao risco e à vulnerabilidade à COVID-19.

Os resultados dos mapeamentos revelam focos de alta vulnerabilidade em seis mesorregiões mineiras, incluindo o Triângulo Mineiro, Noroeste de Minas, Jequitinhonha, Vale do Mucuri e Metropolitana de Belo Horizonte. São regiões que apresentam pontos centrais na rede urbana, desempenhando papéis cruciais na interconexão de fluxos populacionais, o que está diretamente relacionado à propagação da COVID-19. Mesmo que essas regiões apresentem melhores índices de desenvolvimento (IVS e IDHM), certas características relacionadas às condições de habitação (adensamento populacional) e papéis desempenhados pelas principais cidades na rede urbana - nos casos do Triângulo Mineiro e Metropolitana de Belo Horizonte - as colocam em destaque perante o risco aos desdobramentos da COVID-19.

Esses achados contribuem para uma compreensão mais abrangente da distribuição geográfica da vulnerabilidade à pandemia no estado de Minas Gerais. Em resumo, a pesquisa revelou profundas diferenciações no tecido socioespacial de Minas Gerais evidenciadas pelos índices de vulnerabilidade demonstrados pelos municípios das mesorregiões supracitadas.

Apesar de algumas dessas mesorregiões apresentarem melhores índices de desenvolvimento (IVS e IDHM) do que regiões ao norte, elas possuem características que indicam maior risco para seus habitantes. Portanto, a porção centro-sul de Minas Gerais sinaliza para um foco em crises de saúde.

Regiões ao norte também merecem atenção, classificadas como altamente vulneráveis com base em suas condições econômicas e sociodemográficas.

A Análise Fatorial e a clusterização foram ferramentas significativas para identificar pontos focais para políticas públicas em um território. Uma análise mais aprofundada de cada mesorregião

ão é crucial para compreender as necessidades de cada município na luta contra agentes infecciosos. Identificar e formular medidas alinhadas aos princípios da epidemiologia são fundamentais para as instituições governamentais.

Transferências de renda, devidamente gerenciadas, podem reduzir disparidades entre grupos vulneráveis, protegendo-os de perdas súbitas de renda durante crises de saúde que exigem isolamento social como proteção, possibilitando que permaneçam isolados. Garantir acesso a estruturas sociais também é fundamental para o planejamento adequado de medidas protetivas, visando um alcance mais equitativo às populações vulneráveis.

Submetido em 8 de janeiro de 2024.

Aceito para publicação em 15 de abril de 2024.

Referências

- BARCELLOS, C.; BASTOS, F. I. Geoprocessamento, ambiente e saúde: uma união possível? **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v.12, jul-set 1996, p.389-397.
- BARROS, J. R. ; GIOIA, T. B.; VASQUES, H. S. Proposta de índice para avaliação de situação de vulnerabilidade social ao Covid-19. **Hygeia - Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, [S.L.], p. 361-369, 24 jun. 2020. EDUFU - Editora da Universidade Federal de Uberlândia. <http://dx.doi.org/10.14393/hygeia0054537>.
- BLOOM, Jesse D.; CHAN, Yujia Alina; BARIC, Ralph S.; BJORKMAN, Pamela J.; COBEY, Sarah; DEVERMAN, Benjamin E.; FISMAN, David N.; GUPTA, Ravindra; IWASAKI, Akiko; LIPSITCH, Marc. Investigate the origins of COVID-19. **Science**, [S.L.], v. 372, n. 6543, p. 694-694, 14 maio 2021. American Association for the Advancement of Science (AAAS). <http://dx.doi.org/10.1126/science.abj0016>.
- CARVALHO, A. X. Y.; ALBUQUERQUE, P. H. M.; JUNIOR, G. R. A.; GUIMARÃES, R.D. **Clusterrização hierárquica espacial**. Texto para discussão nº1427. Brasília: Ipea, 2009.
- CASTEL, R. **As metamorfoses da questão social: uma crônica do salário**. 12. Ed. Petrópolis/Rio de Janeiro: Vozes, 1998, 616 p.
- Centers for Disease Control and Prevention (CDC). **Planning for an Emergency**: Strategies for Identifying and Engaging At-Risk Groups. A guidance document for Emergency Managers: First edition. Atlanta (GA): CDC; 2015.
- CESTARI, Virna Ribeiro Feitosa; FLORÊNCIO, Raquel Sampaio; SOUSA, George Jó Bezerra; GARCES, Thiago Santos; MARANHÃO, Thatiana Araújo; CASTRO, Révia Ribeiro; CORDEIRO, Luana Ibiapina; DAMASCENO, Lara Lídia Ventura; PESSOA, Vera Lucia Mendes de Paula; PEREIRA, Maria Lúcia Duarte. Vulnerabilidade social e incidência de COVID-19 em uma metrópole brasileira. **Ciência & Saúde Coletiva**, [S.L.], v. 26, n. 3, p. 1023-1033, mar. 2021. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1413-81232021263.42372020>.
- CHAMBERS, R. **Vulnerability, Coping and Policy**. Editorial. *IDS Bulletin*, v.20, n.2 Institute of Development Studies, 1989.
- CHAVES. M. A heterogeneidade regional em Minas Gerais: como combinar o dinâmico e o estagnado. In: **VII Seminário sobre a Economia Mineira**. Belo Horizonte: Cedeplar, 1995.
- CNES. Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde. **Médicos e leitos disponíveis por município no primeiro semestre de 2021**. Portal DATASUS, 2021.
- COSTA, I. B. S.; BITTAR, C. S.; RIZK, S.e I.; ARAÚJO, A. E. de; SANTOS, K. A. Q.; MACHADO, T. I. V.; ANDRADE, F. T.; GONZÁLEZ, T. B.; ARÉVALO, A. N. G.; ALMEIDA, J. P. O Coração e a COVID-19: o que o cardiologista precisa saber. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, [S.L.], v. 114, n. 5, p. 805-816, maio 2020. Sociedade Brasileira de Cardiologia. <http://dx.doi.org/10.36660/abc.20200279>.
- CUNHA, T. A. Diga-me com quem tu andas... como com eles se relaciona e pode ser que seja menos vulnerável. **Anais**. Congresso ALAP (2012).

- CUNHA, T. A. ESPANHA, HABITAÇÃO E COVID-19. **Reves – Revista Relações Sociais**, [S.L.], v. 3, n. 3, p. 0207-0211, 20 jun. 2020. Universidade Federal de Vicosa. <http://dx.doi.org/10.18540/revesv3iss3pp0207-0211>.
- FIGUEIREDO, A. M.; FIGUEIREDO, D. C. M. M.; GOMES, L. B.; MASSUDA, A.; GIL-GARCÍA, E.; VIANNA, R. P. T.; DAPONTE, A. Social determinants of health and COVID-19 infection in Brazil: an analysis of the pandemic. **Revista Brasileira de Enfermagem**, [S.L.], v. 73, n. 2, p. 1-7, 07 set. 2020. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/0034-7167-2020-0673>.
- FIGUEIREDO, D. B.; SILVA, J. A. Visão além do alcance: uma introdução à Análise Fatorial. **Opinião Pública**, Campinas, v. 16, n. 1, p. 160-185, jun. 2010.
- IBGE. **Censo Demográfico 2010**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9662-censo-demografico-2010.html?=&t=oque-e>. Acesso em 20 jun 2020.
- _____. **IBGE Cidades**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/panorama>. Acesso em 20 jul 2021.
- _____. **Regiões de Influência das Cidades 2018**. IBGE, 2018. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/redes-e-fluxos-geograficos/15798-regioes-de-influencia-das-cidades.html>. Acesso em 18 abr 2024.
- IPEA. **Atlas da vulnerabilidade social nos municípios brasileiros**. Brasília: IPEA, 2015
- JANNUZZI, P.M. **Indicadores Sociais no Brasil**. Campinas: Editora Alínea, 2012.
- JULIÃO, C. C. B.; LIMA, J. E. de. ÍNDICE DE VULNERABILIDADE SOCIAL: uma aplicação de Análise Fatorial para classificar os municípios pernambucanos. **Revista Planejamento e Políticas Públicas**, [S.L.], v. 1, n. 54-, p. 11-28, 28 set. 2020. Instituto de Pesquisa Economica Aplicada - IPEA. <http://dx.doi.org/10.38116/ppp54art01>.
- KATZMAN, R. **Vulnerabilidad, activos y exclusión social en Argentina y Uruguay**. Santiago de Chile, OIT- Ford. 1999.
- LIMA, J. E. **Curso de análise estatística multivariada**. Viçosa: UFV, 2015.
- MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Saúde de Minas Gerais. **Painel Coronavírus**. Disponível em: <https://coronavirus.saude.mg.gov.br/>. Acesso em: 10 mar. 2022.
- MATOS, D. A. S.; RODRIGUES, E. C. **Análise Fatorial**. Brasília: Enap, 2019.
- MOSER, C. O. N. The Asset Vulnerability Framework: Reassessing Urban Poverty Reduction Strategies. **World Development**, Vol. 26, n.1 pp 1-19, 1998.
- MOTTA, E. M. P. L. da. **Desigualdade socioespacial e o efeito-vizinhança em favelas de Belo Horizonte**. 2017. 168 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Núcleo de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2017.
- ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Folha informativa sobre COVID-19**. Disponível em: <<https://www.paho.org/pt/covid19>> Acesso em: 20 jun 2022.
- PNUD BRASIL, IPEA e FJP. **Atlas do desenvolvimento humano no Brasil**. 2022.

QUEIROZ, B. L.; BRAGA, T. M. **Hierarquia urbana em um contexto de desconcentração econômica e fragmentação do território: questionamentos a partir do caso da rede de cidades mineira.** VIII Enanpur. 2008.

ROCHA, S. **Pobreza no Brasil: afinal, do que se trata?** Rio de Janeiro: Editora FGV, 2003.

SANTOS, B. S. **A cruel pedagogia do vírus.** 1. Ed. Coimbra: Almedina, 2020.

SIH-SUS, Sistema de Informações Hospitalares. **Internações por neoplasias, doenças endócrinas, doenças do aparelho circulatório e doenças do aparelho respiratório.** Portal DATASUS, 2022.

TEIXEIRA, S. H.O; SOUZA, A. L. ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DE COVID-19 NA MESORREGIÃO SUL/SUDOESTE DE MINAS GERAIS. **Hygeia - Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, [S.L.], p. 407-416, 25 jun. 2020. EDUFU - Editora da Universidade Federal de Uberlândia. <http://dx.doi.org/10.14393/hygeia0054632>.

THE LANCET. Redefining vulnerability in the era of COVID-19. Editorial. **The Lancet**, Vol. 295 April 4, 2020.