

**COVID-19 NO ESTADO DE MINAS
GERAIS/BRASIL: UM OLHAR SOBRE A
DIFUSÃO ESPACIAL NAS CIDADES DA
MESORREGIÃO SUL/SUDOESTE DE
MINAS GERAIS**

Sérgio Henrique de Oliveira Teixeira  

Doutor em Geografia pela Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP
Professor da Univ. Federal da Integração Latino-Americana – UNILA
sergio.teixeira@unila.edu.br

Como citar: TEIXEIRA, S. H. O. Covid-19 no Estado de Minas Gerais/Brasil: um olhar sobre a difusão espacial nas cidades da mesorregião sul/sudoeste de Minas Gerais. *Revista Formação (Online)*, v. 30, n. 57, p. 465-485, 2023.

Recebido: 18/09/2021
Aceito: 29/08/2023
Data de publicação: 14/02/2024

Resumo

O conhecimento geográfico tem se revelado como importante instrumento teórico e prático para compreender a dinâmica de distribuição e difusão da COVID-19 no mundo. Em especial, no Brasil, os desafios do enfrentamento à pandemia necessitam de uma análise sistemática, uma vez que o vírus se multiplica em território de proporções continentais com enormes disparidades regionais. Nesse sentido, a reflexão contribui para entender o recorte da mesorregião Sul/Sudoeste de Minas Gerais. Analisou-se como o novo coronavírus se disseminou nos municípios, quais foram os principais determinantes geográficos e as dificuldades de seu enfrentamento. Para isso, investigou-se geograficamente um conjunto de informações, como a hierarquia urbana, casos confirmados e mortes em decorrência da doença, e o papel das vias de transporte. Como conclusão, aponta-se para o destacado papel da estruturação da rede urbana e dos eixos rodoviários na disseminação da COVID-19 nas cidades da mesorregião analisada.

Palavras-chave: COVID-19. Difusão Espacial. Rede Urbana.

COVID-19 IN THE STATE OF MINAS GERAIS/BRASIL: A LOOK AT SPATIAL DIFFUSION IN THE MESOREGION OF THE SOUTH/SOUTHEAST OF MINAS GERAIS

Abstract

Geographical knowledge has been proven to be an important theoretical and practical tool to better understand the dynamics of the distribution and spread of COVID-19 around the world. The challenges of dealing with the pandemic in Brazil in particular require a systematic analysis given that the virus can be seen to have multiplied in a territory of continental proportions and enormous regional disparities. In this sense, our discussion has helped us to understanding the outlines of the south/south-western mesoregion of Minas Gerais. We have also looked at how the virus has spread in the cities, its main geographical determinants and the difficulties in tackling the problem. To achieve this, a range of information such as the city hierarchy, number of confirmed cases and deaths attributed to the disease, and the roles of transport routes were geographically investigated. The result highlight the important structuring role of the urban network and the roads in the dissemination of COVID-19 in the cities of the analyzed mesoregion.

Keywords: COVID-19. Spatial diffusion. Urban network.

COVID-19 EN EL ESTADO DE MINAS GERAIS/BRASIL: UNA MIRADA A LA DIFUSIÓN ESPACIAL EN CIUDADES DEL SUR

Resumen

El conocimiento geográfico ha demostrado ser una importante herramienta teórica y práctica para comprender la dinámica de distribución y difusión de COVID-19 en el mundo. Particularmente en Brasil los desafíos de la lucha contra la pandemia necesitan un análisis sistemático, ya que el virus se multiplica en un territorio de proporciones continentales con enormes disparidades regionales. En este sentido, la reflexión contribuye a comprender el recorte de la mesorregión Sur/Suroeste de Minas Gerais. Se analizó cómo se propagó el nuevo coronavirus en las ciudades, cuáles fueron las principales determinantes geográficas y las dificultades para enfrentarlo. Para ello, fueron analizadas geográficamente un conjunto de informaciones, como la jerarquía urbana, los casos y defunciones por la enfermedad y el papel de las rutas de transporte. En conclusión, se señala el destacado papel de la estructura de la red urbana y carreteras en la difusión del COVID-19 en las ciudades de la mesorregión analizada.

Palabras clave: COVID-19. Difusión espacial. Red urbana.

COVID-19 DANS L'ÉTAT DU MINAS GERAIS/BRÉSIL : UN REGARD SUR LA DIFFUSION SPATIALE DANS LES VILLES DU SUD

Résumé

Les connaissances géographiques se sont avérées comme un outil théorique et pratique important pour comprendre la dynamique de distribution et diffusion du COVID-19 dans le monde. Au Brésil, en particulier, les défis de la lutte

contre la pandémie besoin une analyse systématique, une fois que le virus se multiplie sur un territoire de proportions continentales avec d'énormes disparités régionales. En ses sens, cette réflexion contribue à comprendre les contours de la mésorégion sud/sud-ouest Minas Gerais. Il a été analysé comment le nouveau coronavirus s'est distribué dans les villes, quels ont été les principaux déterminants géographiques et les difficultés pour y faire face. Pour cela, un ensemble d'informations a été investigué, comme la hiérarchie urbaine, les cas confirmés et décès due à la maladie, et le rôle des voies de transport. En conclusion, il pointe le rôle remarquable de la structuration du réseau urbain et des autoroutes dans la diffusion du COVID-19 dans les villes du sud Minas Gerais.

Mots-clé: COVID-19. Diffusion spatiale. Réseau urbain.

INTRODUÇÃO

A livre circulação de mercadorias e pessoas, associada às tecnologias de informação que foram desenvolvidas no período do pós-segunda guerra fizeram com que as velocidades fossem alteradas, fazendo com que o mundo fosse cada vez mais interligado em um tempo rápido. Tal aspecto ganhou impulso a partir da década de 1970 com as mudanças ocasionadas pela reestruturação produtiva. Por meio desse processo foi que a produção se consolidou em uma estrutura mundializada e interligada (BRAVERMAN, 1977). O pleno funcionamento desse processo só foi possível por meio de um grande incremento de ciência e informação aos objetos técnicos, de maneira que propomos entender como um novo meio geográfico que se torna um meio técnico-científico-informacional (SANTOS, 2020 [1996]). Esse meio tornou-se, então, um ambiente propício para a difusão de doenças virais, uma vez que a principal característica destas é o contato e sua difusão diz respeito à capacidade dos vírus de se reproduzirem por meio da expansão contínua.

Tendo esses elementos em vista é que propomos analisar a difusão da COVID-19 pelo espaço geográfico e, em especial, focando o processo de difusão pelas cidades da região sul do estado de Minas Gerais. Tomamos para análise a evidência de que a interligação e aumento das velocidades dos sistemas de movimento no território (CONTEL, 2001) possibilitaram que o novo coronavírus saltasse escalas geográficas, colocando em xeque os modelos clássicos de difusão.

Nesse sentido, os sistemas de movimento rodoviários e aeroviários, por serem aquelas prioritárias para o transporte de pessoas, ganham destaque para a análise da disseminação da COVID-19. Isso porque, geralmente, a difusão envolve tanto o contágio por vizinhança quanto a transmissão por meio da hierarquia das cidades, o que confere àqueles sistemas de movimento prioridade de análise. Sendo assim, a difusão da COVID-19 está relacionada com as interações espaciais existentes na rede de cidades e os sistemas de movimento que articulam a interação nessas redes.

Atenta-se ainda que os sistemas de movimento pelos quais se difundem a COVID-19 são expressões tributárias da organização das interações geográficas (CORRÊA, 2006) que ocorrem entre as cidades, conformando então o que chamamos de difusão pela rede de cidades. Portanto, a análise da difusão territorial da COVID-19 leva em conta os elementos que proporcionam as interações entre as cidades por meio dos sistemas técnicos de movimento. Trata-se, portanto, de analisar as interações que possibilitam a difusão da doença na rede de cidades na região Sul do Estado de Minas Gerais.

O FENÔMENO DA DIFUSÃO SOB O PRISMA DA GEOGRAFIA

O início dos estudos sobre a difusão dos fenômenos geográficos, segundo Silva (1995), se dá pelos estudos do geógrafo sueco Torsten Hagerstrand a partir da análise da difusão de inovações, associada à geografia quantitativa. Devido às oposições que a geografia crítica elaborou em sua renovação a partir das décadas de 1960 e 1970, a análise baseada nos métodos do autor ficou por muito tempo em desuso. Tal oposição se deu, principalmente, pelo uso exacerbado de modelos estatísticos feitos pela *new geography*¹, que não levavam em consideração os processos temporais que dão dinâmica aos processos sociais, sem os quais a realidade se apresenta como estática. Outrossim, tal como nos propõe Santos (2007 [1979]), essa teoria, posta em prática por meio de análise histórica (temporal), coloca uma potência objetiva na análise sobre a difusão. É nesse sentido que essa teoria é posta em evidência neste artigo.

Soma-se a essa perspectiva as contribuições do geógrafo Carl Sauer (1952). O autor foi um dos pioneiros a desenvolver o debate sobre a difusão no campo da geografia nos termos de sua unidade espaço tempo. Em sua geografia cultural, Carl Sauer buscou entender como os elementos culturais se difundiam no espaço em determinadas comunidades, verificando como a difusão evolui no tempo e sendo possível traçar essa trajetória no espaço relacionado a sua localização. Mobilizando os conceitos geográficos (periodização, paisagem, lugar e região), o autor introduz na análise da difusão uma perspectiva diacrônica, estabelecida pela análise da movimentação no espaço e uma análise sincrônica dos fixos espaciais, responsáveis pela movimentação da difusão. Torsten Hagerstrand retoma os estudos de Carl Sauer colocando-os em novos termos, relacionados à inovação. Buscando um esquema sobre o padrão espacial da

¹ A chamada “nova geografia” se manifestou sobretudo através da quantificação. Mas ela utilizou igualmente como instrumento os modelos, a teoria dos sistemas (ecossistemas incluídos), a tese da difusão de inovações, as noções de percepção e de comportamentos, da mesma maneira, as múltiplas formas de valorização do empírico e do ideológico (SANTOS, 2004 [1979], p. 64).

difusão, o autor propõe um esquema de difusão, relacionando os movimentos de expansão, realocação, contágio e hierarquia. Estes não aparecem de forma isolada ou de determinação temporal, podendo ocorrer de maneira síncrona.

A difusão por expansão ocorre de duas maneiras. De um lado, a expansão se dá através da difusão por contágio sugerida por Hagerstrand e depende do contato direto. É fortemente influenciada pela distância, já que os indivíduos mais próximos da fonte de difusão tendem a ser primeiramente atingidos. De outro lado, a Expansão se verifica na forma de uma dispersão por cascata, na qual uma transmissão da inovação realiza-se através de uma sequência regular de ordem, classe e hierarquia dos lugares. A difusão pode começar em qualquer nível hierárquico. Por fim, às vezes, a difusão por contágio é seguida simultaneamente por realocação. Ilustrando, é como se uma pedra batesse em vários pontos de um rio. (SILVA, 1995, p. 35).

Em resumo, podemos sintetizar que uma difusão acompanha os seguintes estágios dos quais todos os processos acima são tributários: 1º difusão hierárquica, 2º difusão por contágio e 3º difusão por realocação (ou aleatório). Entre estes estágios devem ser consideradas as escalas geográficas pelas quais o fenômeno transita e é difundido. Seguindo Hagerstrand (1967), podemos aferir que esses processos ocorrem em diversas escalas (local, regional, nacional) e, acrescentamos por nossa conta, que, no atual período, interage a escala global. Portanto, devemos somar a esses processos uma análise escalar, sem a qual é impossível analisar os processos de difusão.

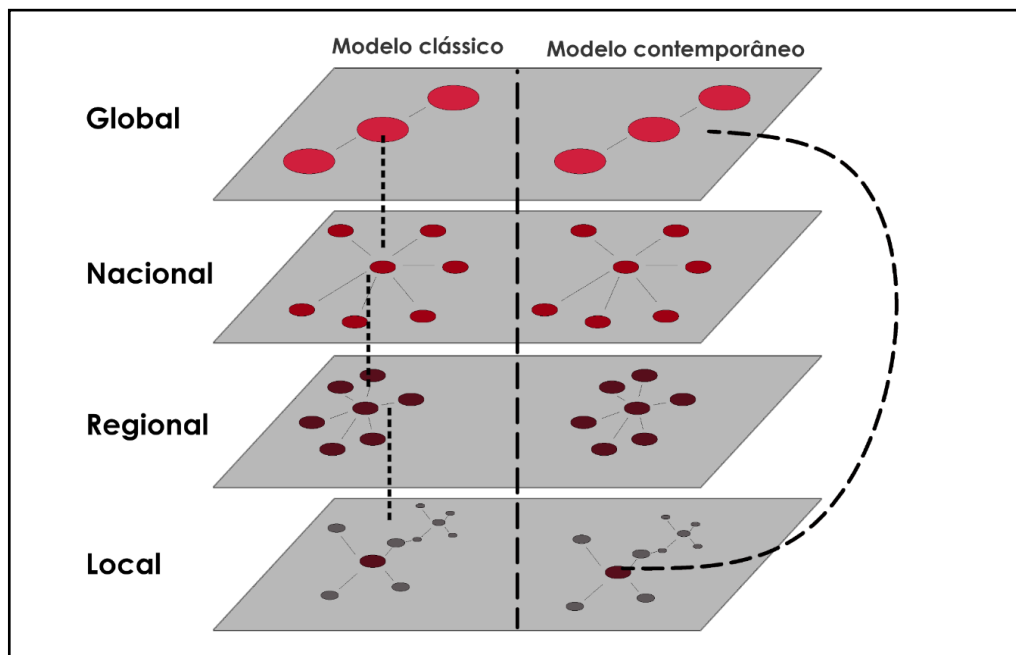
Nesse sentido, uma mudança sensível nos modelos anteriores é que a globalização propõe que a difusão hierárquica seja o processo imperativo de difusão, em especial, para o caso das ocorrências de doenças virais se tornarem pandêmicas, tal é o caso da COVID-19.

DIFUSÃO DA COVID-19 E REDE URBANA

O atual estágio do capitalismo tem como imperativo a difusão dos objetos técnicos pelo mundo em uma rede global que possibilita a rápida difusão de pessoas por meio dos sistemas de movimento que, por estarem preenchidos de ciência e informação, se tornam mais fluidos. Milton Santos (2020 [1996]) analisou esse processo chamando a atenção para o avanço da ciência, da técnica e da informação que possibilitaram que estes elementos se tornassem globais. Para o autor, é esse o sentido do que podemos chamar de globalização. Constatando acerca destes mesmos elementos, David Harvey (1992) chamou esse processo de compressão espaço tempo, no qual os meios de transporte conformaram-se a elementos centrais, que, em certa medida, reduziram o espaço, acelerando o tempo de circulação das pessoas e das mercadorias.

Um mundo interligado é também uma nova fase do capitalismo que se coloca como imperialismo global (HARVEY, 2004). Temos, portanto, um terreno fértil para a difusão de doenças virais e que coloca em xeque o padrão de difusão descrito por Torsten Hagerstrand. Um novo modelo, observado pela difusão da COVID-19, reforça o que Sposito e Borges (2020) chamaram de “salto escalar”.

Figura 1 – Esquema ilustrativo da difusão



Fonte: elaborado pelo autor (2021).

O esquema clássico, pensado em um mundo ainda não globalizado, adverte para a problemática da difusão em escalas. Em um primeiro momento, a difusão por contágio atua no espraiamento do fenômeno na escala local, para em seguida começar a difusão hierárquica chegando às escalas regional e nacional. Entretanto, o modelo moderno sugere que há um salto nas escalas. O exemplo da COVID-19 demonstra que após o vírus surgir na cidade de Wuhan, na China, ela se espalhou para cidades mundiais, antes que houvesse sua difusão pelas regiões intermediárias chinesas.

Portanto, inicialmente, o vírus se espalhou pelos países vizinhos à China, como a Coreia do Sul, que registrou o primeiro caso em 20 de janeiro de 2020. Taiwan também teve seu primeiro registro no dia seguinte (21 de janeiro de 2020). Esta primeira fase de difusão se explica pelas relações intensas destes países com a China, em especial, articulada pelo sistema de movimento aeroportuário. A difusão para países europeus, de início a Itália, aponta para a "relevância das diásporas chinesas e da mobilidade Milão-China" (DUMONT, 2020, p. 4). Da

mesma forma, a cidade de Île-de-France registra também maior mobilidade aérea com Wuhan. Todos estes fatores, considerando-se que até o momento destas primeiras ocasiões não havia sido declarado pela OMS o estado de pandemia, contribuíram para que a doença saísse da China, difundindo-se através de “saltos escalares” para outros países e continentes².

O salto escalar em níveis hierárquicos, em um primeiro momento, acompanha as cidades mais interligadas pelo sistema de movimento aeroviário, sobretudo aquelas cidades globais (SASSEN, 1991). Posto esse movimento, assim que a COVID-19 “pousa” na escala de uma formação socioespacial, ela “pega estrada” passando a acompanhar os elementos das redes de cidades, geralmente acoplados aos sistemas de movimento rodoviário.

Esse movimento na rede urbana é permeado por padrões hierárquicos de interação (CORRÊA, 1997), que atuam no começo de distribuição do fenômeno no processo de **difusão hierárquica**. Estabelece-se, por decorrência, padrões **heterárquicos** (CATELAN, 2013) por meio da difusão por contágio e realocação. Temos, portanto, que os elementos de análise da rede urbana nos propõem eixos de investigação sobre o processo de difusão da COVID-19 no território. Uma breve apreciação das relações de interações na rede urbana nos é útil para entender como a difusão se expressa no território.

Os referenciais teóricos que fundamentam a análise da rede urbana e dos processos a elas associados analisam as relações de dependência e complementaridade, destacando o papel de polarização que algumas cidades têm com relação à rede. Os critérios de centralidade são estabelecidos por meio da busca por bens e serviços em que a população de cidades de menor hierarquia na rede fazem nas cidades de mais alto nível. A rede formada diferencia-se por portes nos quais as cidades intermediárias cumprem funções de interconexões e são, por isso, geralmente, portadoras de infraestruturas de médio e grande fluxo.

As leituras clássicas sobre a rede urbana classificam os centros por meio da sua alocação e função estrutural na rede urbana, o que nos fornece elementos essenciais para entender a difusão do fenômeno pandêmico na rede urbana. Rochefort (1961) propôs classificar a atração das cidades por bens e serviços por meio da classificação estrutural dos centros, classificação que subsidia e é incorporada na teoria das localidades centrais de Christaller (1966).

Ambas as teorias apontam para a necessidade de se entender a posição das cidades em conjunto com as relações de interação na rede, e não de forma isolada, estabelecendo os

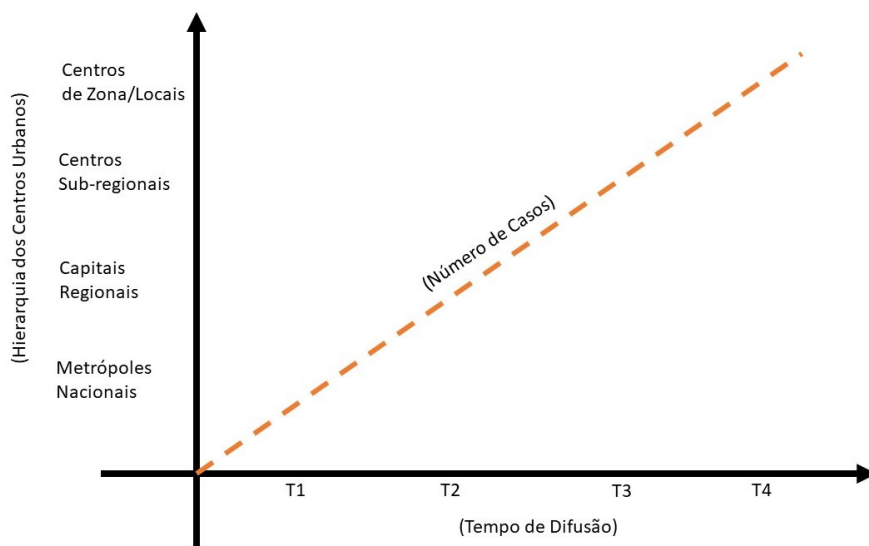
² Também é importante ressaltar que evidências posteriores indicaram pessoas infectadas com a COVID-19 em datas anteriores àquelas apontadas como registros dos primeiros casos. Entretanto, esse fato não interfere na análise, uma vez que a sequência de transmissão e difusão segue o padrão de saltos de escala entre cidades polarizadoras, tendo como origem o continente asiático e destino o continente europeu.

fenômenos que se estabelecem nas cidades como unidade e decorrência da rede urbana, que, em última instância, lhes conferem sua funcionalidade. É, portanto, a rede urbana a unidade de análise com relação aos processos urbanos.

O primeiro processo de difusão da COVID-19 no território só é possível de ser entendido dentro desse quadro teórico, no qual se entende a rede como parte de um processo mais amplo de interação. Entre os diversos portes das cidades, a difusão só é possível por conta das cidades intermediárias (IBGE, 2013, IBGE, 2017), que passam a articular os fluxos fundamentais para as grandes cidades, em especial, pelo sistema de movimento rodoviário. É neste sistema que se transporta os elementos que compõem a polarização, tal como a busca de serviços de saúde, educação e comércio requisitadas pelas populações das cidades de menores níveis hierárquicos (IBGE, 2008; IBGE; 2020).

Nesse sentido, ancorados no padrão de difusão hierárquica, proposto por Hagerstrand, podemos inferir que o aumento de número de casos da COVID-19 em determinada formação socioespacial tende a se espalhar primeiramente em um movimento de hierarquia entre as cidades polarizadoras da rede. Assim, podemos propor o modelo diacrônico³ demonstrado no gráfico 1.

Gráfico 1: Modelo da difusão da COVID-19 na Rede de Cidades. Fonte: elaborado pelo autor, 2021.



Fonte: IBGE (2013, 2017, 2018) Org: autores (2021).

³ “As relações dos modelos com o tempo, relativamente pouco exploradas pelos geógrafos, encaminha-se para modelos sincrônicos e diacrônicos. Os primeiros referem-se à inscrição do tempo, enquanto os segundos dizem respeito à trajetória de um processo ou forma no espaço e no tempo. Ambos são mais importantes do que o uso indica” (CORRÊA, 2021, p. 53).

É importante destacar que “a construção e uso de um modelo está inscrita no tempo e no espaço, pois se trata de uma particularidade e não do universal que é atemporal e a-espacial” (CORRÊA, 2021, p. 54). Neste sentido, destacamos que o modelo apresentado é baseado na relação diacrônica estabelecida na rede urbana da mesorregião Sul/Sudoeste de Minas Gerais, observando a hierarquia adota pelos estudos do IBGE sobre as regiões de influência de Cidades – REGICs (IBGE, 2008; IBGE, 2020). Isso, pois, em um país continental como Brasil, as dinâmicas das cidades podem variar bastante. Digamos, a título de exemplo, uma rede pouco estruturada do ponto de vista de sua articulação com uma rede aeroportuária poderia favorecer a difusão diretamente de uma metrópole nacional para um centro de zona, caso nesta rede uma cidade local tivesse como principal ligação um aeródromo de pequeno porte. É o caso, por exemplo, das redes intermediárias do Norte do país. Neste sentido, o modelo acima perderia efetividade. Já para as redes presentes no Sudeste, em que há uma hierarquia bem construída do ponto de vista das infraestruturas, o modelo tem certa generalização.

Na medida em que os casos crescem no território, a COVID-19 tende a se estabelecer em cada vez mais cidades. As cidades que são atingidas são primeiramente aquelas de maior nível hierárquico na rede urbana, seguindo para as cidades de menores níveis, sendo intermediadas pela proximidade com os eixos de maiores circulações dos sistemas de movimento rodoviário. Tal constatação deveria servir de elemento imprescindível para as tomadas de decisão com relação ao controle da disseminação da pandemia.

Entretanto, deve-se levar em consideração os novos processos de interações que têm mudado as articulações das redes. Tratam-se de relações que escapam e rompem com o padrão hierárquico. Trabalhos como Catelan (2013); IBGE (2017); Sposito e Catelan (2014) e Sposito (2017) têm apontado para as diversas interpretações recentes que têm renovado as perspectivas metodológicas na interpretação da rede urbana. Entre elas, a ideia da *heterarquia urbana* defendida como par da hierarquia nos dá chaves interpretativas muito importantes para se entender a difusão da COVID-19. Isso pois, a heterarquia urbana propõem “a possibilidade de compreensão dos interstícios gerados na estruturação hierárquica da rede urbana e na complexa trama de interações espaciais urbanas interescares (CATELAN, 2013, p. 78).

Propomos, dessa forma, a utilização do par *hierarquia e heterarquia* para se entender a estruturação e as articulações da rede urbana nas suas múltiplas escalas com relação à difusão da COVID-19, sistematizado no quadro 1. Entendemos que as interações na rede urbana entre as hierarquias e as heterarquias possibilitam a difusão da COVID-19 pela transmissão hierárquica e por contágio, propondo um quadro interpretativo (gráfico 1) do “caminho” da doença no território brasileiro.

Quadro 1: Esquema de difusão da COVID-19 na Rede Urbana

Interações da Rede Urbana	Difusão da COVID-19
Hierárquicas	Hierárquico
Heterárquicas	Contágio e Realocação

Fonte: elaborado pelo autor (2021).

Portanto, as múltiplas escalas que passam a interagir na rede urbana se manifestam na estrutura dos fluxos que se utilizam das redes intermediárias e conformam também uma heterarquia da transmissão da doença. A análise que se segue busca demonstrar como as hierarquias e heterarquias se articulam no processo de difusão da COVID-19, tomando como caso concreto o processo de difusão da doença na região sul do estado de Minas Gerais.

DIFUSÃO NO ESTADO DE MINAS GERAIS - BRASIL

Para a análise proposta, foi utilizada a regionalização do estado de Minas Gerais feita pelo IBGE que delimita o estado em mesorregiões⁴. Para a elaboração da análise, partimos da apreciação de um conjunto de mapas que foram organizados por meio de técnicas cartográficas que pudessem nos oferecer uma visão ampla do processo de difusão da COVID-19 na região e suas relações com os estados limítrofes.

Para tanto, em uma primeira análise, foram utilizadas as bases de dados dos primeiros casos da COVID-19 em cada município dos estados do Rio de Janeiro, São Paulo, Goiás e Minas Gerais e os interpolamos utilizando o método de modelagem estatística denominado Inverso por Distância (IDW), no software livre QGis 3.10. Os dados foram coletados na Secretaria de Estado de Saúde de Minas Gerais – COES/MG, Secretaria de Saúde do Rio de Janeiro, Secretaria de Saúde de Goiás e Secretaria de Saúde de São Paulo. Utilizamos como categorização a malha digital dos estados, disponibilizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, e a malha rodoviária disponível no Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT.

A seguir, apresenta-se, por meio da Tabela 1, a distribuição dos municípios da mesorregião em classes populacionais, de modo a demonstrar o total de municípios

⁴ A atual regionalização proposta pelo IBGE em 2014, propõem um olhar sobre as regiões imediatas e intermediárias. Porém, como tratou-se de organizar um artigo que buscasse informar sobre as decorrências da pandemia, preferiu-se utilizar a divisão regional mais consagrada e difundida nos trabalhos científicos regionais no estado de Minas Gerais.

pertencentes a cada classe e sua referida porcentagem em relação ao total de municípios da região.

Tabela 1 - Distribuição dos municípios do sul de Minas por classes populacionais: total de municípios pertencentes a cada classe e sua referida porcentagem em relação ao total de municípios do sul de MG

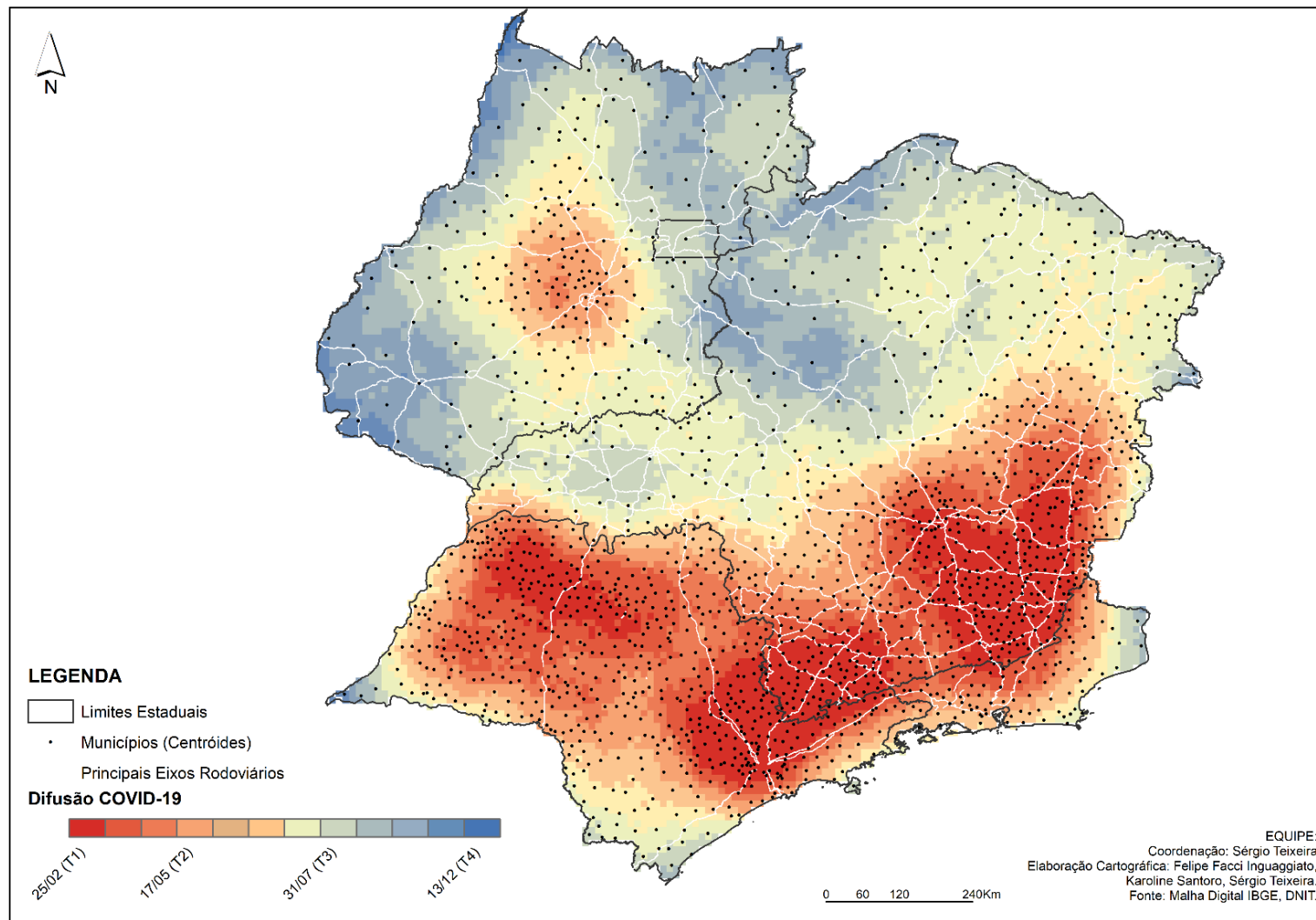
Classes Populacionais	Total de municípios pertencentes à classe populacional	Porcentagem de municípios pertencentes à classe populacional em relação ao total de municípios do sul de MG
Até 10 mil hab.	71	48,63%
De 10 mil a 20 mil hab.	43	29,45%
De 20 mil a 30 mil hab.	15	10,27%
De 30 mil a 40 mil hab.	2	1,36%
De 40 mil a 50 mil hab.	5	3,42%
De 50 mil a 60 mil hab.	2	1,36%
De 60 mil a 80 mil hab.	3	2,05%
De 80 mil a 100 mil hab.	1	0,68%
Mais de 100 mil hab.	4	2,73%
TOTAL	146	100%

Fonte: IBGE (2020).

Desta maneira, constata-se que a região em destaque é majoritariamente formada por municípios pequenos, denominados como “centros locais” segundo a classificação hierárquica urbana do IBGE, os quais apresentam, em sua grande maioria, um contingente populacional inferior a 20 mil habitantes, representando 78% do total de municípios da região.

Para uma aproximação da explicação dos processos, selecionamos quatro momentos do movimento de difusão e os estabelecemos como pontos críticos, nos quais o desenvolvimento da difusão ocorreu com maior intensidade, demonstrados na figura 2. Nos tempos T1 e T2 mostra-se um padrão de difusão vertical, uma vez que a difusão ocorre associada ao padrão hierárquico, por meio dos eixos rodoviários que interligam a mesorregião Sul/Sudoeste do estado de Minas Gerais com as principais cidades polarizadoras da rede de influência que interage com as cidades sul-mineiras. No dia 30 de maio, identificamos que a grande metrópole nacional de São Paulo e as Metrópoles nacionais Rio de Janeiro e Brasília já têm um grande número de casos. Por meio das rodovias Fernão Dias (BR 381), BR 459 e BR 354, essas cidades exercem uma influência de circulação que leva os primeiros movimentos de contágio. Nota-se que se pode identificar a intensidade da interiorização dos casos por esses eixos.

Figura 2 - Esquema de mapas da difusão da COVID-19 nos estados de Rio de Janeiro, Goiás, Minas Gerais e São Paulo.

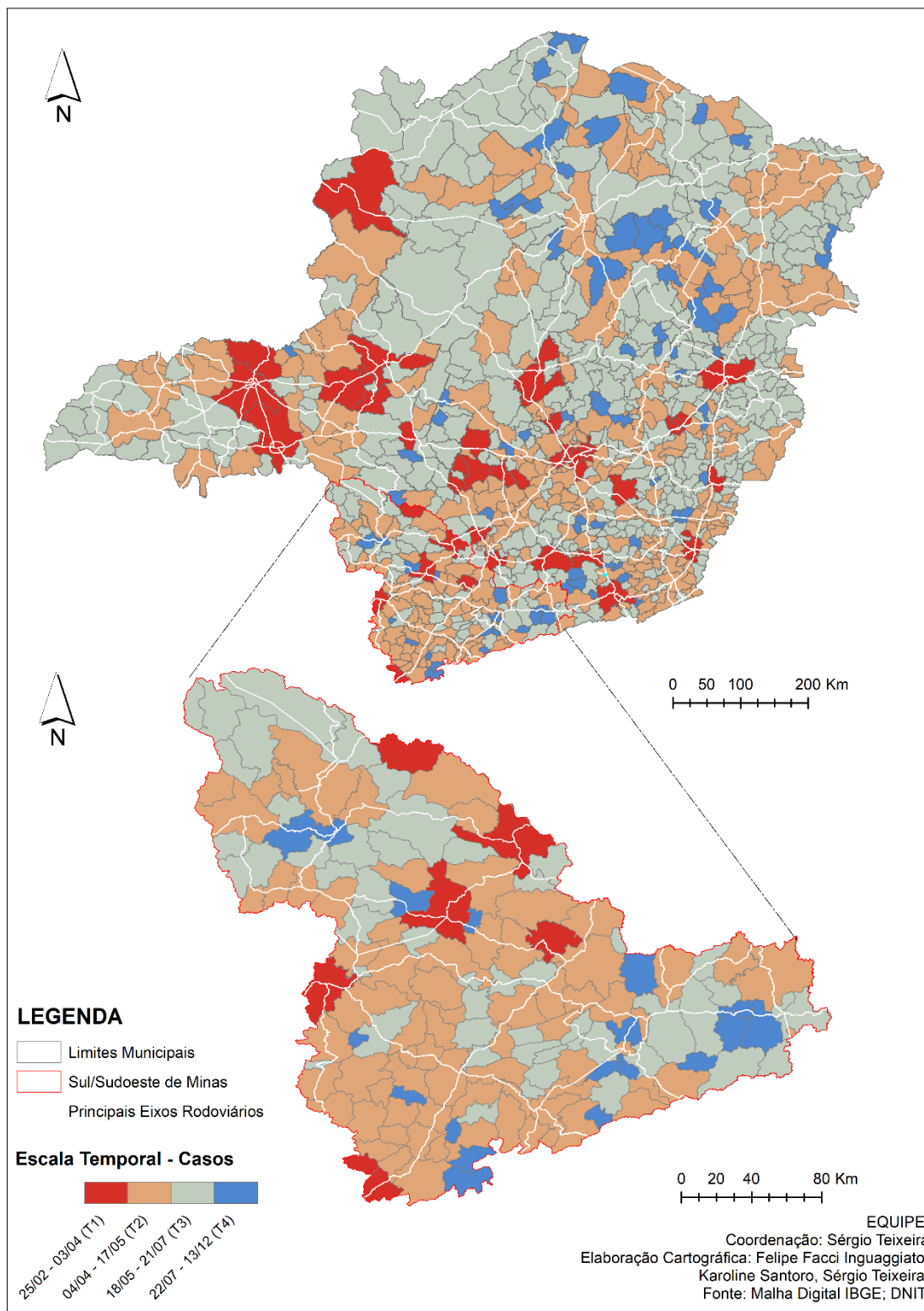


Fonte: elaborado pelo autor (2021).

Note-se que a difusão, até o dia 25 de fevereiro de 2020, mostrava que os primeiros casos se localizavam primeiramente nas regiões metropolitanas, com destaque para as cidades de São Paulo/SP, Rio de Janeiro/RJ, Belo Horizonte/MG e Brasília/DF. A análise posterior (T2), estendendo-se até 17 de maio de 2020, mostra que a tendência de difusão das metrópoles para as cidades médias e pequenas se consolida como um dado de grande relevância. Nota-se ainda, dessa forma, que os casos passam a se difundir pelas regiões interioranas de cada estado, o que pode ser identificado na medida em que a coloração mais quente passa a estar mais presente nos mapas. Ou seja, os casos mais antigos passam a ser mais frequentes em parcelas mais amplas do território, seguindo primeiramente as principais cidades próximas às rodovias e depois se difundindo de forma comunitária nas menores cidades, adquirindo capilaridade.

De forma geral, na medida em que os casos crescem no território, a COVID-19 tende a se estabelecer em cada vez mais cidades de menor nível hierárquico na rede urbana, porém com forte influência do sistema de movimento rodoviário. No tempo T3, nota-se o desenvolvimento da difusão até o dia 31 de julho de 2020; nele, é possível verificar que os novos casos acompanham as cidades médias influenciadas pelos entroncamentos das principais rodovias, levando a interiorização da COVID-19 às cidades médias e pequenas dos estados de São Paulo e Rio de Janeiro. Tal influência tem um rebatimento direto nas cidades do sul de Minas Gerais, isso porque o vírus passa a ser difundido por meio das relações heterárquicas, das cidades médias às pequenas em um movimento tributário das interações espaciais promovidas pela influência dos eixos rodoviários provenientes dos estados do Rio de Janeiro e São Paulo. Dessa maneira, temos uma situação de forte difusão por contágio que se completa no dia 13 de dezembro de 2020 (T4), onde temos já todas as cidades do sul de Minas Gerais com ao menos um caso de COVID-19. Tais constatações devem servir de elementos imprescindíveis para a tomada de decisões com relação ao controle da disseminação de futuras pandemias.

Figura 3 - Esquema de mapas da difusão da COVID-19 do estado de Minas Gerais e da mesorregião Sul/Sudoeste de Minas

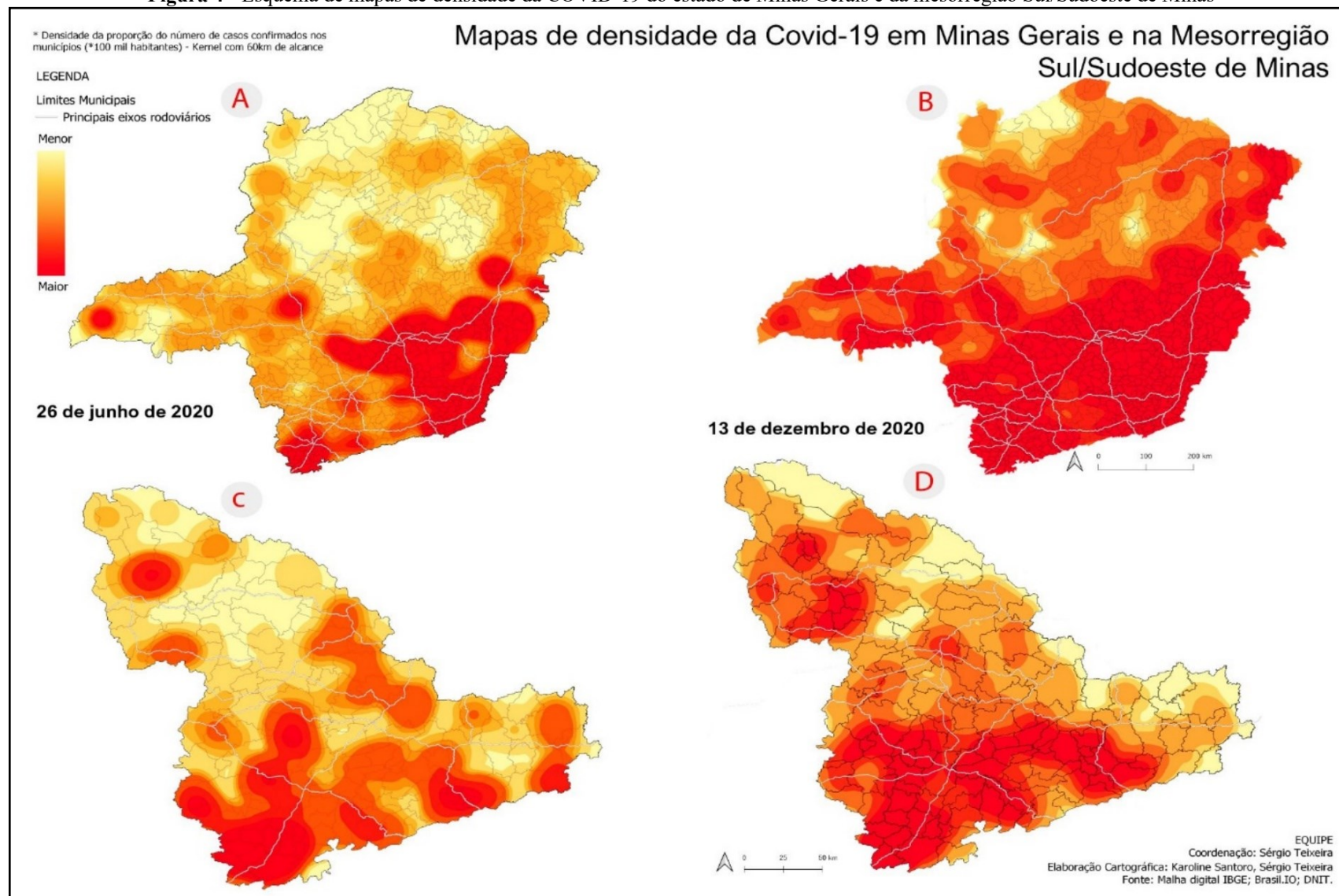


Fonte: elaborado pelo autor (2021).

O mapa de difusão do estado de Minas Gerais (Figura 3) mostra que as primeiras cidades intra-estaduais a serem afetadas foram as que contavam com aeroportos de voos domésticos e internacionais. Após a difusão da COVID-19 por meio das rodovias, a doença se espalhou em áreas concêntricas a partir da região metropolitana de Belo Horizonte/MG, mostrando consistência no padrão de difusão.

O mapa também destaca a difusão na mesorregião Sul/Sudoeste de Minas Gerais mostrando que os casos se originam primeiramente nas cidades perpassadas pelas principais rodovias da região. Posteriormente, nota-se que os casos, no período mais recente, se distribuem nas menores cidades. Esse processo está associado ao padrão de interação heterárquico dessas cidades. Tal movimento está associado à contaminação por contágio e ou realocação. A melhor forma de se apreciar esse processo não é mais pelo movimento, ou seja, pela difusão, mas sim por meio da análise do número de casos e sua densidade. Isso porque, os movimentos de difusão entre as cidades menores acontecem de forma horizontal e por conta disso há diversos “momentos” de contaminação. Esses movimentos são estimulados por fatores particulares e, geralmente, se dão por especificidades de cidades menores. Tais movimentos teriam menos impactos nas cidades de maiores níveis hierárquicos, mas são decisivos para cidades menores.

Figura 4 - Esquema de mapas de densidade da COVID-19 do estado de Minas Gerais e da mesorregião Sul/Sudoeste de Minas



Fonte: elaborado pelo autor (2021).

Conforme discutido acima, os mapas de densidade da COVID-19 no estado de Minas Gerais (Figura 4) evidenciam o cruzamento de duas variáveis (número de casos confirmados de COVID-19, no dia 23 de junho de 2020 e em 13 de dezembro de 2020, e a população estimada em 2019 segundo o IBGE). Dessa maneira, permite observar os índices de densidade da contaminação por todo estado mineiro.

Observa-se, nos mapas das figuras 4A e 4B, que as regiões Noroeste, Norte e Jequitinhonha e Vale do Mucuri apresentaram os menores índices de densidade da COVID-19. Isso se deve, ao mesmo tempo, por serem regiões menos ocupadas populacionalmente e por estarem mais distantes dos estados que apresentam mais casos da doença, como Rio de Janeiro, São Paulo e Goiás. Esses estados são identificados como principais vetores de contaminação da COVID-19 para o estado de Minas Gerais.

Consequentemente, os maiores índices de densidade da COVID-19 foram registrados nas regiões que comportam as maiores densidades populacionais urbanas e maiores densidades de infraestruturas (dentre elas, as de transporte rodoviário). Entretanto, as dinâmicas com que acontece o contágio são reveladoras dos movimentos da COVID-19.

Note-se que as densidades dos casos, verificadas em 26 de junho de 2020 (4A) concentram-se na região metropolitana de Belo Horizonte/MG, estendendo-se à porção sudeste com fronteira no estado do Rio de Janeiro; na região Sul do estado com fronteira no estado de São Paulo. Ainda sob influência deste último, destaca-se a região do triângulo mineiro sob influência do crescimento dos casos no interior paulista, destacando um movimento de forte crescimento, como evidenciado na figura 4B.

A aproximação da escala para a região Sul de Minas Gerais confirma as hipóteses levantadas sobre a contaminação por contágio. Se no dia 26 de junho de 2020 temos uma mancha verificada na divisa com o estado de São Paulo, sobretudo com concentração de casos nas cidades circunscritas ao eixo da rodovia Fernão Dias, no dia 13 de dezembro, data em que se completa a difusão no estado, temos a consolidação dessas manchas com intensificação nas regiões transfronteiriças com São Paulo e com as rodovias que trazem o fluxo do estado do Rio de Janeiro. Os dados do quadro 2 mostram essa dinâmica nas cidades mais atingidas.

Por exemplo, em Pouso Alegre/MG residem 150.737 pessoas e seu número absoluto de casos confirmados foi 3.756, no dia 13 de dezembro de 2020. Sendo assim, estima-se um índice de densidade da COVID-19 de 2.462 pessoas contaminadas a cada 100 mil habitantes.

Outro exemplo é Extrema/MG, onde residem 36.225 pessoas e seu número absoluto de casos confirmados foi 3.201, no dia 13 de dezembro de 2020. Por ser um município menor do que 100 mil habitantes, seu índice de densidade da COVID-19 sobe expressivamente para 8.662 pessoas contaminadas a cada 100 mil habitantes.

Portanto, a diferença entre os números absolutos de casos de Extrema/MG e Pouso Alegre/MG é 0,85, todavia, o índice de densidade da COVID-19 de Extrema/MG é, aproximadamente, 351% superior ao de Pouso Alegre/MG. Esse resultado se dá pela diferença dos tamanhos populacionais dos municípios.

O resultado obtido, na grande maioria, foi de índices mais elevados de densidade de contaminados em municípios de pequeno porte e aqueles atravessados ou às margens das rodovias federais, como pode ser observado no quadro 2.

Quadro 2 – *Ranking* dos municípios com maiores índices de densidade da COVID-19 na Mesorregião Sul/Sudoeste de Minas Gerais (13 de dezembro de 2020)

Município	Índice de densidade da COVID-19 (Número de contaminados por 100 mil hab.)	População estimada em 2019	Casos confirmados	Rodovias que atravessam o município
Extrema	8.662	36.225	3.201	BR-381
Itapeva	6.861	8.664	678	BR-381
Camanducaia	3.770	21.770	822	BR-381
Ibitiúra de Minas	3.178	3.382	111	MG-455
Alfenas	2.895	73.774	2.331	Entroncamento das BRs 369 e 491
Itamonte	2.825	15.579	444	BR-354
Bom Jesus da Penha	2.615	3.887	111	BR-265
Juruáia	2.602	9.238	278	Perpassado por rodovias secundárias com ligação à MG-446 e BRs 146 e 491
Jacuí	2.600	7.502	200	BR-265
Itanhandu	2.593	15.331	400	MG-158 (no entroncamento da BR-354)
Santa Rita de Caldas	2.577	9.027	230	MG-455
Careaçu	2.532	6.298	172	BR-381
Itaú de Minas	2.518	14.945	408	MG-050 (entroncamento da MG-344)
Alagoa	2.514	2.709	67	LMG-881
Pouso Alegre	2.462	150.737	3.756	BR-381
São João Batista do Glória	2.440	6.887	183	Entroncamento da BR-464 e BR-146

São Lourenço	2.404	45.851	1.111	BR-460 e BR-383
Itamogi	2.392	10.349	243	BR-491 e BR-265
Córrego do Bom Jesus	2.273	3.730	84	BR-381
Guaxupé	2.225	49.430	1.159	Entroncamento das BRs 491 e 146 e MG-450
Senador José Bento	2.190	1.868	32	BR-459

Fonte: SES/MG (2020). IBGE: Estimativa Populacional (2019). DNIT (2020).

Os índices de densidade da COVID-19 se mostraram superiores, predominantemente, nos municípios que são atravessados ou às margens dos principais eixos dos sistemas de movimento rodoviário da região⁵.

CONCLUSÃO

Como já evidenciado no decorrer deste artigo, no momento da pesquisa, o movimento de interiorização do novo coronavírus no território mineiro e, em especial na região Sul/Sudoeste. Concluímos que a disseminação se deu em consonância à hierarquia urbana de cidades. Ou seja, as cidades de maiores posições na hierarquia urbana, metrópoles nacionais por excelência, apresentaram os primeiros casos da doença, pois possuem sistema de movimento aéreo integrado com voos internacionais. Em seguida, as cidades médias começaram a apresentar os primeiros casos confirmados de COVID-19, pois esses centros urbanos possuem relações diretas com as metrópoles nacionais, além de estarem nos entroncamentos das principais rodovias que articulam o sistema de movimento rodoviário da região. Doravante, os casos de COVID-19 foram confirmados nos centros locais, num constante e gradual movimento de interiorização.

Tais movimentos podem ser considerados como previsíveis ao se analisar a teoria da difusão, estabelecendo suas relações com os sistemas de movimento e com a rede urbana. Podemos então nos aproximar do que estamos denominando de memória epidemiológica territorial, uma vez que a COVID-19 nos mostrou os possíveis “caminhos” e dinâmicas para

⁵ O sistema de movimento rodoviário que se relaciona com as cidades da região é composto pelas rodovias: 1) BR-381 que interliga as cidades de Extrema/MG, Itapeva/MG, Camanducaia/MG, Careçu/MG, Pouso Alegre/MG e Córrego do Bom Jesus/MG; 2) nos trechos da rodovia BR-459, encontram-se as cidades de Senador José Bento/MG e; 3) nos trechos da BR-354, as cidades de Itamonte/MG e Itanhandu/MG. Outros municípios com altos índices de densidade da COVID-19 se encontram nos trechos rodoviários das BR-460, BR-146, BR-494, MG-851, MG-158, MG-460, MG-295 e MG-179.

análise de futuras pandemias ou variações de coronavírus que possam se estabelecer no território nacional. Por isso, a análise aqui proposta torna-se importante e, quiçá, imprescindível para orientar pesquisadores e gestores nas medidas de mitigação e controle de contágio.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Geógrafo Felipe Facci Inguaggiato, doutorando em Engenharia Urbana pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), pelas contribuições na elaboração cartográfica dos mapas que integram este artigo.

REFERÊNCIAS

BRAVERMAN, H. **Trabalho e capital monopolista: a degradação do trabalho no século XX**. Tradução de Nathanael C. Caixeiro. Rio de Janeiro: Zahar, 1977.

CATELAN, M. J. **Heterarquia urbana: interações espaciais interescolares e cidades médias**. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2013.

CONTEL, F. B. Os sistemas de movimento do território brasileiro. *In*: SANTOS, M.; SILVEIRA, M. L. **O Brasil**. São Paulo: EDUSP, 2001.

CORRÊA, R. L. Interações espaciais. *In*: CASTRO, Iná Elias de; GOMES, Paulo César da Costa; CORRÊA, Roberto Lobato (Org.). **Explorações geográficas**. 3 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1997.p. 279-318.

_____. **Estudo sobre a rede urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006.

_____. **Trajetórias Geográficas**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010.

CHRISTALLER, W. **Central Places in Southern Germany**. Prentice-Hall: Inc. Englewood Cliffs, 1966.

DUMONT, G. Covid-19: fim da geografia da hiper mobilidade? **Espaço e Economia**, [S.L.], n. 18, p. 1-10, 21 abr. 2020. OpenEdition. <http://dx.doi.org/10.4000/espacoeconomia.12926>.

HAGERSTRAND, T. **Innovation diffusion as a spatial process**. Chicago: University of Chicago Press, 1967.

HARVEY, D. **A condição pós-moderna**. 17. ed. Trad. Adail Ubirajara Sobral e Maria Stela Gonçalves. São Paulo: Loyola, 1992.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Regiões de Influências das Cidades 2007 - REGIC**. Rio de Janeiro: IBGE, 2008.

IBGE. **Tipologia intraurbana: espaços de diferenciação socioeconômica nas concentrações urbanas do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 2017.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Regiões de Influências das Cidades 2018 - REGIC**. Rio de Janeiro: IBGE, 2020.

KOSIK, K. **Dialética do Concreto**. Rio de Janeiro, 1976.

ROCHEFORT, M. Métodos de estudos das redes urbanas: interesse da análise e do setor terciário da população ativa. **Boletim Geográfico**, 160 ed., p. 03-59, jan./fev. 1961.

SAUER, C. O. **Agricultural origins and dispersals**. New York: American Geographical Society, 1952.

SANTOS, M. Difusão de Inovações ou Estratégias de Vendas? *In*: SANTOS, M. **Economia Espacial: Críticas e Alternativas**. São Paulo: EDUSP, 2007 [1979].

SANTOS, M. **A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção**. São Paulo: EDUSP, 2020 [1996].

SASSEN, S. The Global City. **Bulletin Of Science, Technology & Society**, [S.L.], v. 13, n. 2, p. 115-115, abr. 1993. SAGE Publications. <http://dx.doi.org/10.1177/027046769301300240>.

SILVA, C. A. F. Os avatares da teoria da difusão espacial: uma revisão teórica. **Revista Brasileira de Geografia**, v. 57, n. 1, p. 25-55, 1995.

SPOSITO, M. E. B.; CATELAN, M. J. Hierarchy and Heterarchy in Brazil's urban network. **Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities research medium**, Ituiutaba, v. 5, n. 2, p. 556-554, jul./dez. 2014.

SPOSITO, M. E. B. Olhando de vários pontos de vista o processo de urbanização e a rede urbana. *In*: SUERTEGARAY, D. M. A. *et al.* **Geografia e conjuntura brasileira**. Rio de Janeiro: Editora Consequência, 2017. p. 185-212.