



Artigos

Estrabão
Vol. (5): 243 - 254
© Autores
DOI: 10.53455/re.v5i1.240



Recebido em: 06/03/2024
Publicado em: 11/04/2024

Implicações espaciais da pandemia de covid-19 na Amazônia Legal: o uso da modelização gráfica como recurso da compreensão do espaço

Spatial implications of the covid-19 pandemic in the Legal Amazon: the use of graphic modelling as a resource for understanding space

Matheus Vasconcelos da Paixão^{1A}, Eivelton da Silva Fonseca, Lorrâny Moraes de Almeida, Abraão Levi dos Santos Mascarenhas

Resumo:

Contexto: Na Amazônia legal, a discussão sobre como a pandemia da covid-19 afetou a população testou a capacidade de saúde pública devido à sua complexa dinâmica territorial, desigualdades socioeconômicas e limitações de assistência à saúde. Nesse contexto, o uso da modelagem gráfica, baseada na teoria dos coremas, apoiada no SIG, surgiu como uma abordagem promissora para compreender as implicações espaciais da disseminação da doença. **Metodologia:** O desenho do estudo foi uma abordagem prospectiva, utilizando dados sobre casos acumulados de covid-19 disponibilizado pelo portal de dados Coronavírus Brasil do Governo Federal, bem como mapas de base do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). A modelagem gráfica, baseada na linguagem gráfica de Roger Brunet e Théry, permitiu a análise de padrões espaciais, incluindo mapas de incidência e letalidade. **Conclusões:** A modelagem gráfica revelou que a propagação da covid-19 na Amazônia Legal originou-se das capitais estaduais para municípios regionais. A análise da dinâmica territorial destacou a importância da hierarquia urbana, dos fluxos de contágio e dos recursos de saúde na evolução da pandemia na região. O raciocínio geográfico da propagação do vírus evidenciou fragilidade das cidades amazônicas e sua implicação, enfatizando a necessidade de políticas de saúde eficazes e infra-estrutura adequada, a fim de criar planos de emergência para alcançar áreas mais remotas e carentes no planejamento de surtos.

Palavras-Chave: covid-19, Pandemia, Modelização gráfica, Amazônia Legal.

Abstract:

Context: In the legal Amazon, the discussion on how the covid-19 pandemic affected the population tested public health capacity due to its complex territorial dynamics, socioeconomic inequalities, and health assistance limitations. In this context, the use of graphic modeling, based on coremas theory, supported by GIS, emerged as a promising approach to understanding the spatial implications of the disease's spread. **Methodology:** The study design was a prospective approach, using data on accumulated covid-19 cases made available by the Brazilian Federal Government's Coronavirus Brazil data portal, as well as basemaps from the Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Graphic modeling, based on Roger Brunet's and Théry's graphic language, allowed the analysis of spatial patterns, including incidence and lethality maps. **Conclusions:** Graphic modeling revealed that the spread of covid-19 in the Legal Amazon originated from the state capitals toward regional municipalities. The analysis of territorial dynamics highlighted the importance of urban hierarchy, contagion flows, and health resources in the pandemic's evolution in the region. Geographic reasoning of the virus's propagation spotted weakness of the Amazonian cities and its implication, emphasizing the need for effective health policies and adequate infrastructure, in order to create emergency plans to reach most remote and deprived areas in outbreak planning.

Keywords: covid-19, Pandemic, Graphic modeling, Legal Amazon.

Introdução

O termo pandemia é utilizado para caracterizar aquelas doenças que perpassam fronteiras de nações e se espalham para o mundo todo. Em diferentes períodos da história, a população global é atingida por pandemias, que se caracterizam por ter o potencial de se propagar por grandes áreas geográficas, a exemplo da tuberculose, varíola e gripe espanhola, que no passado causaram milhões de mortes. No caso do covid-19, a partir do dia 11 de março de 2020, o agravamento da disseminação com 118.000 contaminações em 114 países fez com que a Organização Mundial da Saúde decretasse medidas e estado de pandemia, disparando ações na sociedade, instituições de pesquisa, deslocando recursos para o combate à difusão da doença.

Desde o final do ano de 2019, os serviços de saúde e autoridades globais foram desafiados a combater a pandemia de covid-19, causada pelo vírus SARS-COV-2 (Fernandes, 2020). Neste contexto, o Brasil apresentou um dos piores exemplos de enfrentamento a pandemia, devido a descrença da população e do governo, aquisição tardia de vacinas e equipamentos, e a histórica falta de investimento no Sistema Único de Saúde (SUS), que entrou em colapso devido aos números de casos e a sua demanda já clara pelo atendimento de outros problemas de saúde pública.

Por conta dos avanços na área da saúde foi possível a redução drástica no número de casos, sobretudo devido à vacinação em massa da população (Rezende et al., 2023). Apesar disso, no ano de 2023 contava-se com o registro de 764,474,387 casos acumulados e 6,915,286 óbitos. No caso do Brasil, sendo o Brasil o quinto país em número de casos, com 38.264.864 casos, mas o segundo no mundo em número de óbitos, com 708.999 (OMS, 2023).

No contexto das tecnologias, um ramo despontou como um instrumento célere de tomada de medidas e decisões: as geotecnologias, que direcionaram autoridades nas tomadas de decisão e ajudaram com medidas epidemiológicas de conhecimento, análise, divulgação e atuação para entender a difusão da covid19. O uso de geotecnologias se fez importante para mapear a região de origem e dispersão dos registros, as regiões com maior produção de casos novos, as áreas com ausência de cobertura e acesso ao atendimento dos casos graves e no caso da testagem e vacinação, definição de municípios prioritários. Assim, as geotecnologias atuaram conjuntamente com outras medidas pra instrumentalizar a tomada da primeira frente de combate, no tempo e no espaço, à difusão da pandemia direcionando medidas como o isolamento social, o lockdown, o monitoramento dos super spreaders e um plano massivo de imunização, para que menos pessoas se infectassem e houvesse uma redução na contaminação (Kamel Boulos & Geraghty, 2020).

No Brasil, o primeiro caso de covid-19 foi identificado em São Paulo, por ser uma das cidades mais importantes do país, sobretudo em termos econômicos, com a maior população e maior fluxo de pessoas e diversos aeroportos que recebem voos internacionais. Isso acabou influenciando e tornando a metrópole paulista a porta de entrada do vírus no país. Já na região norte o primeiro caso de covid-19 foi registrado no estado do Amazonas, pelo destaque de Manaus também como a metrópole amazônica. Pode-se dizer que as cidades com aeroportos e maior fluxo de pessoas, foram vetores de dispersão do vírus para vetores rodoviários e hidroviários de média densidade técnica. O que não foi diferente na região amazônica, onde a maior concentração de casos e o início da transmissão se deu nas capitais. Uma característica muito importante da região foi o processo de difusão por modais hidroviários, assim como a dificuldade de o serviço de transporte de equipamentos de saúde encontrar grande dificuldade em alcançar áreas mais remotas do espaço amazônico. Dois fatores geográficos tiveram alta relevância para agravar ainda mais o quadro, a velocidade reduzida de acesso aos locais e a baixa capacidade de resposta ao problema.

Neste estudo, para que a espacialização dos casos com o intuito de produzir uma chave de leitura da pandemia na Amazônia legal se desse de forma eficaz, a criação de bancos de dados foi de suma importância, pois a partir disto foi possível fazer diversas análises, como por exemplo, monitorar a dispersão/difusão espacial, calcular as taxas de incidência e letalidade, gerar modelização gráfica com os resultados do mapeamento descritivo. Estes dados ganharam um importante arsenal de análise a partir das camadas de informação espacial, registrando a localização dos casos durante o período de avanço da pandemia, de 2020 a 2023, bem como outras variáveis correlatas que apoiaram a construção de um modelo cartográfico de diferenciação espacial e de fluxo de densidade técnica, com o apoio de sistemas de informação geográfica.

Utilizou-se também dos métodos de modelização gráfica baseada em cores pois, por meio desta

se faz possível a criação de gráficos que irão representar o espaço e seus fenômenos (Brunet, 1980; 2001). Por sua versatilidade e aplicabilidade em diferentes escalas e contextos, esse método nos permitiu a elaboração crítica de uma representação do espaço geográfico no contexto da pandemia, reforçando a ideia de implicações espaciais nesta série histórica.

Nesse sentido, este trabalho tem por objetivo analisar a taxa de incidência e de letalidade de covid-19 e variáveis associadas no contexto da Amazônia legal, a partir da aplicação de um conjunto de técnicas de geoprocessamento que permitam a varredura da região, para organizar as informações produzidas em camadas geográficas para conceber a estrutura organizacional e suas implicações no processo de difusão da pandemia de covid-19 na região, e assim elaborar uma modelização gráfica da região amazônica no contexto da pandemia.

Desenvolvimento

Pensar para além das medidas a serem tomadas no combate à uma doença e buscando entender quais os fatores de ordem espacial e temporal que estão por trás desta é uma das linhas de aplicação da geografia da saúde, levando em consideração aspectos econômicos, sociais e ambientais. Na geografia médica tradicional, o intuito é explicar como as doenças se dão no espaço, principalmente as infecciosas (Santos, 2010). Tendo isso em mente, destacamos como essas concepções são importantes para uma análise da pandemia de covid-19 no contexto da Amazônia, pois, além de entender como se deu a distribuição da doença no espaço, também é possível identificar a partir de um estudo interdisciplinar como fatores de ordem geográfica emergem como importante componente explicativo da pandemia.

A distribuição dos casos de covid-19 na Amazônia revelou um padrão de disseminação a partir das capitais dos estados e centros regionais, que atuaram como importantes vetores de dispersão do vírus. Especificamente, no estado do Amazonas, observou-se que o modal hidroviário desempenhou um papel significativo na interiorização do vírus, contribuindo para a propagação da doença em áreas mais remotas da região. Em outros estados da região como Mato Grosso, Tocantins, Pará e Rondônia que também apresentaram forte incidência de casos, as vias terrestres foram os principais eixos de disseminação dos casos de covid-19. Essa dinâmica ressalta a importância de considerar não apenas os centros urbanos, mas também as vias de transporte e comunicação, como fatores determinantes na disseminação do vírus na Amazônia Legal.

Apesar de não apresentar uma densidade demográfica tão alta quanto outras regiões do Brasil, a Amazônia Legal foi marcada por uma alta infestação de casos de COVID-19. Essa situação pode ser atribuída a diversos fatores, incluindo a falta de coordenação de ações entre as esferas do governo federal e estadual, bem como a disparidade de indicadores sociais, econômicos e sanitários (Rezende et al., 2023). A região é caracterizada por desigualdades socioeconômicas e sanitárias significativas, com muitas áreas remotas e de difícil acesso, o que pode ter contribuído para a disseminação da doença. Além disso, a falta de investimentos em infraestrutura de saúde e a escassez de recursos humanos e materiais também podem ter agravado a situação. Esses fatores destacam a importância de políticas públicas que considerem as particularidades da região amazônica e que busquem reduzir as desigualdades socioeconômicas e sanitárias.

Há algum tempo vem se resgatando o papel da Amazônia como a nova fronteira do capital monopolista, suas riquezas naturais são essenciais ao processo de desenvolvimento, e passa a não mais ser tratada como periferia, como destaca Cardoso e Muller (2008). Esse movimento tem duas forças bem definidas, uma é *soft power* – aspectos das forças geopolíticas no controle dos territórios são bem explanados em Costa (2009) – revelando que as assimetrias e disparidades contribuem para os aspectos da gestão política dos territórios. onde se exalta o potencial das atividades econômicas atrelada ao turismo e ao ecoturismo, aí está a base para a desestruturação dos modos de vidas amazônicas, já bombardeada pela indústria cultural da televisão, e agora pelas mídias sociais.

A outra força denominamos de *full power* – relações mais incisivas tendem a processos de violências entre os que tendem a controlar o território influenciando decisões (Becker, 2007) – essa ignora todas as territorialidades ancestrais gerando ou potencializando conflitos. O passo que as políticas de desenvolvimento regional vão sendo pensadas e executadas, junto aos territórios, vemos surgir novas territorialidades marcadas pela expropriação, violência e mutilação de toda sociabilidade que ainda resiste as avassaladoras sede do lucro.

São essas duas forças que contribuiram na disseminação do vírus pelo espaço amazônico. A difusão

espacial do covid-19 não produziu um novo normal, mas avanço das formas de se apropriar dos recursos naturais, assim é que vemos o aumento dos desflorestamentos junto ao aumento das queimadas, estando ligado ao fato de que os monitoramentos presenciais foram afetados por conta da pandemia. De forma contrária vemos recrudescimento dos investimentos em monitoramento e combate a crimes ambientais. Assim, ferramentas como o geoprocessamento e sensoriamento remoto são essenciais para auxiliar no combate às práticas citadas anteriormente e ajudam no entendimento de como o clima, ambiente e outros fatores naturais podem influenciar na disseminação de um vírus e na saúde das pessoas, tornando tal análise parte de uma geografia médica ou da saúde.

Os princípios da conexão e da integralidade espacial são essenciais ao entendimento das dinâmicas espaciais e de como esses dois princípios dinamizam os processos de produção de estruturas territoriais. Assim, se pensarmos a geografia como descrição do mundo, não apenas como o planeta, mas também como relações sociais (Moraes, 2007), os esquemas gráficos ajudam a explicar padrões e dinâmicas do Espaço Geográfico, por meio do entendimento da produção específica dos espaços particulares, subsidiando a produção de modelos espaciais, modelos regionais, modelos elementares e modelos específicos. Apesar das formas de apropriação/reprodução feita pela sociedade, suas motivações e/ou mecanismo não são de uma mesma ordem, mas podem representar uma convergência nos sistemas da coremática, revelam de outro lado as dissimetrias/contradições no espaço amazônico.

O modelo gráfico baseado em coremas é uma forma eficaz de representar os arranjos e as dinâmicas territoriais, permitindo uma análise mais aprofundada da estrutura territorial e sua influência na disseminação de doenças como a covid-19. Os coremas são unidades elementares da linguagem gráfica do modelo de Brunet, 1980, e são utilizados na modelização gráfica, que é uma linguagem gráfica desenvolvida por Théry em 2004, baseada nos modelos de Roger Brunet de 2001. Através da modelização gráfica, apoiada em sistemas de informação geográfica, permite-se a elaboração de mapas temáticos que podem evidenciar as áreas com maiores taxas de incidência e letalidade em municípios da Amazônia Legal, bem como a identificação de áreas com maior risco de disseminação da doença. Além disso, a modelização gráfica permite a análise das dinâmicas territoriais, incluindo hierarquia urbana, fluxos de contágio e recursos de saúde, que desempenham um papel crucial na evolução da pandemia na região. O uso de sistemas de informação geográfica e modelização gráfica pode ser uma ferramenta valiosa para orientar políticas públicas de combate à pandemia, permitindo uma compreensão mais abrangente da situação epidemiológica e a identificação de áreas prioritárias para ações de prevenção e controle da doença.

Ao propor um sistema geográfico (*systeme géographique*) para compreender e descrever o espaço geográfico através das formas produzidas pelos que ordenam o território – ressalta-se que Brunet (2001) afirma que os indivíduos não impõem as formas no espaço aleatoriamente, existem regras e leis compartilhadas, cabendo o uso das táticas territoriais para a organização do espaço, sendo resultante da prática social (Brunet, 2001, p. 139).

Como recurso metodológico à análise espacial e do entendimento das estruturas territoriais, faz-se necessário usar a linguagem gráfica dos Coremas, almejando explicar as estruturas territoriais, mas não somente em descrever as dinâmicas/processos espaciais, mas permitir explicar a dinâmica social que produz e se estabelece sobre o espaço na Amazônia, na produção e disseminação de casos de covid-19 durante desde o início da pandemia em 2020 até o primeiro semestre de 2023.

Materiais e métodos

O estudo foi delineado como prospectivo, tendo como ponto central a representação cartográfica dos padrões espaciais impressos na região da Amazônia legal. Para a realização deste trabalho foram utilizados dados de casos acumulados de covid-19 disponibilizados no portal Coronavírus Brasil, do Governo Federal. Também foram utilizados mapas base e malhas digitais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) que serviram para auxiliar nas análises, além de estimativa anuais de população para utilizar no cálculo das incidências.

A partir dos dados obtidos nas plataformas citadas anteriormente, foi possível elaborar mapas temáticos onde foram representadas as taxas de incidência e letalidade, por município dos estados da Amazônia legal.

Antes de calcular as taxas, foi preciso fazer uma filtragem dos dados obtidos na “Coronavírus Brasil”, pois os dados são divididos em diferentes planilhas organizadas por semestre, totalizando oito planilhas com dados de 2020 a 2023 – período analisado – de todos os municípios do Brasil. O processo de filtragem se deu por seleccionar cada estado da região da Amazônia Legal e por filtrar a data, seleccionando o último mês e dia do semestre para retornar apenas dados dos municípios analisados.

regiao	estado	município	coduf	codmun	codRegiaoSi	nomeRegiaoSaude	data	semanaEpi	populacaoTCU2019	casosAcumulado	casosNovos	obitosAcumulado	obitosNovos	RecuperadosNov
4557	Norte	RO	Alta Floresta D'C	11 110001	11005	ZONA DA MATA	31/03/2020	14	22945	0	0	0	0	0
4558	Norte	RO	Alta Floresta D'C	11 110001	11005	ZONA DA MATA	01/04/2020	14	22945	0	0	0	0	0
4559	Norte	RO	Alta Floresta D'C	11 110001	11005	ZONA DA MATA	02/04/2020	14	22945	0	0	0	0	0
4560	Norte	RO	Alta Floresta D'C	11 110001	11005	ZONA DA MATA	03/04/2020	14	22945	0	0	0	0	0
4561	Norte	RO	Alta Floresta D'C	11 110001	11005	ZONA DA MATA	04/04/2020	14	22945	0	0	0	0	0
4562	Norte	RO	Alta Floresta D'C	11 110001	11005	ZONA DA MATA	05/04/2020	15	22945	0	0	0	0	0
4563	Norte	RO	Alta Floresta D'C	11 110001	11005	ZONA DA MATA	06/04/2020	15	22945	0	0	0	0	0
4564	Norte	RO	Alta Floresta D'C	11 110001	11005	ZONA DA MATA	07/04/2020	15	22945	0	0	0	0	0
4565	Norte	RO	Alta Floresta D'C	11 110001	11005	ZONA DA MATA	08/04/2020	15	22945	0	0	0	0	0
4566	Norte	RO	Alta Floresta D'C	11 110001	11005	ZONA DA MATA	09/04/2020	15	22945	0	0	0	0	0
4567	Norte	RO	Alta Floresta D'C	11 110001	11005	ZONA DA MATA	10/04/2020	15	22945	0	0	0	0	0
4568	Norte	RO	Alta Floresta D'C	11 110001	11005	ZONA DA MATA	11/04/2020	15	22945	0	0	0	0	0
4569	Norte	RO	Alta Floresta D'C	11 110001	11005	ZONA DA MATA	12/04/2020	16	22945	0	0	0	0	0
4570	Norte	RO	Alta Floresta D'C	11 110001	11005	ZONA DA MATA	13/04/2020	16	22945	0	0	0	0	0
4571	Norte	RO	Alta Floresta D'C	11 110001	11005	ZONA DA MATA	14/04/2020	16	22945	0	0	0	0	0
4572	Norte	RO	Alta Floresta D'C	11 110001	11005	ZONA DA MATA	15/04/2020	16	22945	0	0	0	0	0
4573	Norte	RO	Alta Floresta D'C	11 110001	11005	ZONA DA MATA	16/04/2020	16	22945	0	0	0	0	0
4574	Norte	RO	Alta Floresta D'C	11 110001	11005	ZONA DA MATA	17/04/2020	16	22945	0	0	0	0	0
4575	Norte	RO	Alta Floresta D'C	11 110001	11005	ZONA DA MATA	18/04/2020	16	22945	0	0	0	0	0
4576	Norte	RO	Alta Floresta D'C	11 110001	11005	ZONA DA MATA	19/04/2020	17	22945	0	0	0	0	0
4577	Norte	RO	Alta Floresta D'C	11 110001	11005	ZONA DA MATA	20/04/2020	17	22945	0	0	0	0	0
4578	Norte	RO	Alta Floresta D'C	11 110001	11005	ZONA DA MATA	21/04/2020	17	22945	0	0	0	0	0
4579	Norte	RO	Alta Floresta D'C	11 110001	11005	ZONA DA MATA	22/04/2020	17	22945	0	0	0	0	0
4580	Norte	RO	Alta Floresta D'C	11 110001	11005	ZONA DA MATA	23/04/2020	17	22945	0	0	0	0	0
4581	Norte	RO	Alta Floresta D'C	11 110001	11005	ZONA DA MATA	24/04/2020	17	22945	0	0	0	0	0
4582	Norte	RO	Alta Floresta D'C	11 110001	11005	ZONA DA MATA	25/04/2020	17	22945	0	0	0	0	0
4583	Norte	RO	Alta Floresta D'C	11 110001	11005	ZONA DA MATA	26/04/2020	18	22945	0	0	0	0	0
4584	Norte	RO	Alta Floresta D'C	11 110001	11005	ZONA DA MATA	27/04/2020	18	22945	0	0	0	0	0
4585	Norte	RO	Alta Floresta D'C	11 110001	11005	ZONA DA MATA	28/04/2020	18	22945	0	0	0	0	0
4586	Norte	RO	Alta Floresta D'C	11 110001	11005	ZONA DA MATA	29/04/2020	18	22945	0	0	0	0	0

Figura 1: planilha com dados de covid-19 da plataforma Coronavírus Brasil

Fonte: fotografia do autor (2023)

regiao	estado	município	coduf	codmun	codRegiaoSi	nomeRegiaoSaude	data	semanaEpi	populacaoTCU2019	casosAcumulado	casosNovos	obitosAcumulado	obitosNovos	RecuperadosNov
475	Norte	AC		12			31/07/2020	31	881935	19625	52	531	10	
11283	Norte	AC	Acrelândia	12 120001	12002	BAIXO ACRE E PURUS	31/07/2020	31	15256	277	0	6	0	
11410	Norte	AC	Assis Brasil	12 120005	12001	ALTO ACRE	31/07/2020	31	7417	316	0	6	0	
11537	Norte	AC	Brasília	12 120010	12001	ALTO ACRE	31/07/2020	31	26278	791	0	11	0	
11664	Norte	AC	Bujari	12 120013	12002	BAIXO ACRE E PURUS	31/07/2020	31	10266	322	0	5	0	
11791	Norte	AC	Capixaba	12 120017	12002	BAIXO ACRE E PURUS	31/07/2020	31	11733	211	6	7	0	
11918	Norte	AC	Cruzeiro do Sul	12 120020	12003	JURUA E TARAUAJA/EN	31/07/2020	31	88976	2721	1	53	1	
12045	Norte	AC	Epitaciolândia	12 120025	12001	ALTO ACRE	31/07/2020	31	18411	354	0	9	0	
12172	Norte	AC	Feijó	12 120030	12003	JURUA E TARAUAJA/EN	31/07/2020	31	34780	629	0	9	0	
12299	Norte	AC	Jordão	12 120032	12002	BAIXO ACRE E PURUS	31/07/2020	31	8317	72	0	1	0	
12426	Norte	AC	Mâncio Lima	12 120033	12003	JURUA E TARAUAJA/EN	31/07/2020	31	18977	371	0	7	0	
12553	Norte	AC	Manoel Urbano	12 120034	12002	BAIXO ACRE E PURUS	31/07/2020	31	9459	148	0	2	0	
12689	Norte	AC	Marechal Thaun	12 120035	12003	JURUA E TARAUAJA/EN	31/07/2020	31	18867	258	0	1	0	
12807	Norte	AC	Plácido de Castro	12 120038	12002	BAIXO ACRE E PURUS	31/07/2020	31	15761	357	2	8	0	
12934	Norte	AC	Porto Walter	12 120039	12003	JURUA E TARAUAJA/EN	31/07/2020	31	11582	216	0	1	0	
13061	Norte	AC	Rio Branco	12 120040	12002	BAIXO ACRE E PURUS	31/07/2020	31	407319	8904	36	350	7	
13188	Norte	AC	Rodrigues Alves	12 120042	12003	JURUA E TARAUAJA/EN	31/07/2020	31	18930	126	0	6	1	
13315	Norte	AC	Santa Rosa do P	12 120043	12002	BAIXO ACRE E PURUS	31/07/2020	31	6540	183	0	2	0	
13442	Norte	AC	Senador Guiomê	12 120045	12002	BAIXO ACRE E PURUS	31/07/2020	31	23024	350	3	9	0	
13560	Norte	AC	Sena Madureira	12 120050	12002	BAIXO ACRE E PURUS	31/07/2020	31	45848	1010	0	9	0	
13696	Norte	AC	Tarasá	12 120060	12003	JURUA E TARAUAJA/EN	31/07/2020	31	42567	1174	1	11	1	
13823	Norte	AC	Xapuri	12 120070	12001	ALTO ACRE	31/07/2020	31	19323	417	0	6	0	
13950	Norte	AC	Porto Acre	12 120080	12002	BAIXO ACRE E PURUS	31/07/2020	31	18504	418	3	12	0	

Figura 2: planilha após o processo de filtragem dos dados

Fonte: fotografia do autor (2023)

Após o processo de filtragem de todos os estados e municípios da Amazônia legal, foram utilizados os dados de casos acumulados (coluna K) e óbitos acumulados (coluna N) para compor uma nova planilha com dados dos municípios e população para então serem calculadas as taxas.

Para se obter as taxas de incidência e letalidade, primeiramente, no Excel foi feita a tabulação dos dados do número de casos e óbitos acumulados e a população dos municípios, organizando os dados em quatro colunas (figura 3), sendo A: município; B: população; C: casos acumulados; D: óbitos acumulados. Os dados da coluna A e B foram disponibilizados pelo IBGE e os dados das colunas C e D foram obtidos através da plataforma “Coronavírus Brasil”.

A taxa de incidência foi calculada a partir da fórmula: . A letalidade foi calculada pela fórmula: . O cálculo da incidência e da letalidade são importantes, pois, são indicadores que revelam um determinado aspecto de uma doença (Merchán-Hamann et al., 2000). Nesse sentido, buscamos analisar onde houve uma maior frequência e a concentração dos casos de covid-19 nos municípios da Amazônia Legal.

município	população	casos acumulados	óbitos acumulados	TAXA DE INCIDENCIA	LETALIDADE
1 Abaetetuba	157698	13083	244	8.296	1.87
2 Abel Figueiredo	7434	1452	12	19.532	0.83
3 Abreulândia	2579	526	8	20.396	1.52
4 Açailândia	112445	6976	297	6.204	4.26
5 Acará	55591	2576	46	4.634	1.79
6 Acorizal	5399	1705	24	31.580	1.41
7 Acrelândia	15256	3490	40	22.876	1.15
9 Afonso Cunha	6524	461	2	7.066	0.43
10 Aírá	39218	3590	20	9.154	0.56
11 Água Azul do Norte	27420	1761	19	6.420	1.08
12 Água Boa	25721	6334	105	24.628	1.66
13 Água Doce do Maranhão	12571	1045	10	8.313	0.96
14 Aguiarnópolis	6733	1199	15	17.808	1.25
15 Alcântara	22097	337	21	1.525	6.23
16 Aldeias Altas	26532	1189	14	4.481	1.18
17 Alenquer	56789	6233	175	10.976	2.81
18 Alтанa do Tocantins	5390	1351	26	25.065	1.92
19 Almas	7055	337	5	4.777	1.48
20 Almeirim	34109	4849	57	14.216	1.18
21 Alta Floresta	51782	18588	193	35.897	1.04
22 Alta Floresta D'Oeste	22945	9201	84	40.100	0.91
23 Altamira	114594	25480	364	22.235	1.43

Figura 3: Dados tabulados e taxas calculadas

Fonte: fotografia do autor (2023)

Com as taxas já calculadas, no software Qgis 3.10 (a Coruña) foram elaborados os mapas temáticos. Para categorização dos dados das taxas de incidência e letalidade foi utilizado o método de quebras naturais, que tende a homogeneizar as classes semelhantes em número de ocorrências/taxas. Para contribuir na análise, também foi feito um mapa de casos acumulados, a fim de destacar quais os municípios mais apresentaram casos da doença.

Outra parte da metodologia consistiu na utilização de um método de modelização gráfica, no caso, a coremática, idealizado por Brunet (2001) que utiliza e analisa representações esquemáticas com o intuito de criar modelos gráficos que representam um espaço ou tipo de espaço e os fenômenos espaciais que o dizem respeito.

Os coremos serviram de base para a compreensão ampliada do mapa de incidências e letalidade, bem como dos casos acumulados. Com as feições que visualmente os mapas apresentaram, mais o conhecimento especialista geográfico e de outras áreas, foi possível elaborar uma sofisticada leitura do espaço amazônicos *Ex-post-facto*.

		PONTO	LINHA	ÁREA	REDE
ESTRATÉGIAS E DINÂMICAS ESSENCIAIS	MALHA				
		capital	limite administrativo	Estado, região	centros, limites e polígonos
	DISPOSIÇÃO				
		centro de rede entroncamento	vias de comunicação	área de irrigação, drenagem	grafo
	GRAVITAÇÃO				
		pontos de atração de satélites	linhas de isotropia	órbitas	auréolas faixas
	CONTATO				
		ponto de passagem, de entrada etc.	ruptura, interface	áreas em contato	regiões overdesenvolvidas regiões atrasadas
	TROPISMO				
		centro de atração	linha de partilha	superfície de tendência	dissimetria
DINÂMICA TERRITORIAL					
	evoluções pontuais	eixos de propagação	áreas de extensão ou de regressão	tecido de mudança	
HIERARQUIA					
	distribuição urbana	relação de dependência	limites administrativos	subconjunto	
				rede de elos	

Figura 4: Perfil básico e feições dos Coremas de acordo com os modos de implantação Cartográfica, proposto por Brunet (2001).

Fonte: Adaptado e traduzido de Brunet (2001), por Girardi (2008).

Para a elaboração do mapa com os coremas, foi utilizado o software livre Inkscape 1.3.2, que é uma ferramenta de edição de gráficos vetoriais. Com o Inkscape, foi possível atribuir as feições necessárias para representar a malha territorial, dinâmica territorial e hierarquia urbana da região amazônica.

Resultados e discussões

Partimos do entendimento que há uma configuração espacial de proximidade de diferença, da qual as conexões existentes estão bem consolidadas e pensar diferente torna-se incongruência a partir da realidade em tela, ou seja, o vírus viaja a carona e se dissemina em todas as direções. (Monteiro et al, 2020). A sentença sobre uma “imunidade do rebanho” coloca em dúvida as estratégias das organizações de saúde, pois ela está ancorada em uma forte necropolítica para os menos assistidos, conforme demonstram os dados do mapa 1, onde é destacada taxa de incidência nas classes mais elevadas nos estados do Mato Grosso, Amazonas e Amapá. Outros estados, como o Tocantins, Pará e Acre apresentaram taxas elevadas em alguns municípios.

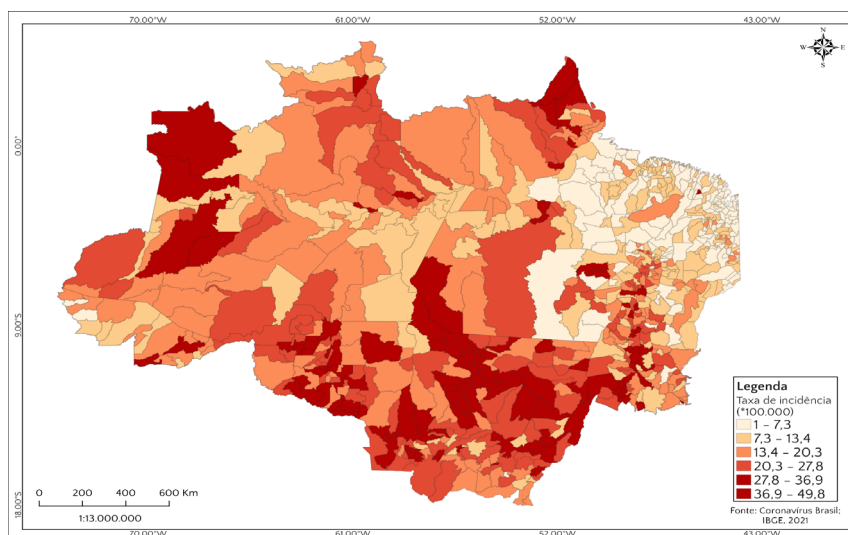


Figura 5: mapa da taxa de incidência de casos de covid-19 nos municípios da Amazônia legal - 2020 a 2023.

Fonte: autores (2023)

As leis espaciais e os arranjos territoriais derivados das relações sociais têm seus rebatimentos no espaço geográfico, conjuntamente as paisagens naturais embasam os movimentos e a dinâmicas dos fluxos, ora limitando, ora permitindo maior aproximação entre as pessoas, permitindo maior contágio é maior letalidade, rios, estradas, regiões de integração, conglomerados urbanos são vetores que marcam as taxas de letalidades (Guimarães et al., 2020), ver figura 6.

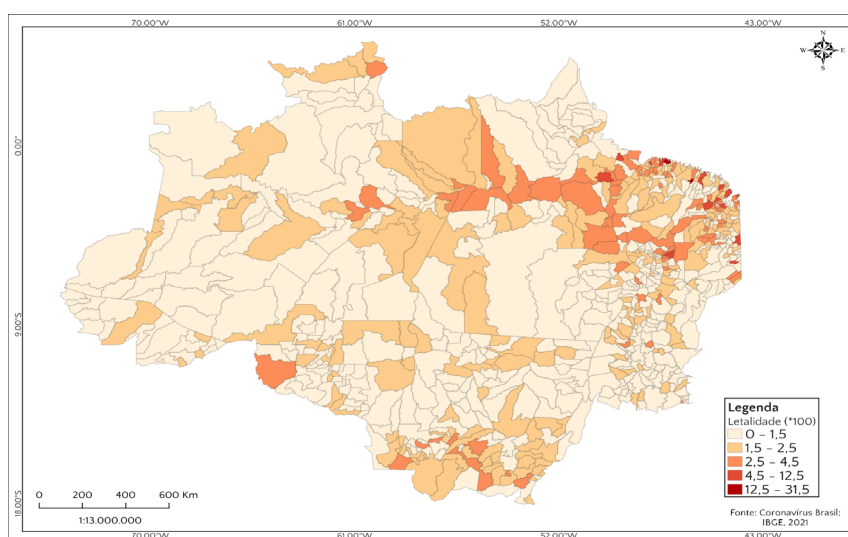


Figura 6: mapa da taxa de letalidade de casos de covid-19 nos municípios da Amazônia legal - 2020 a 2023

Fonte: autores (2023)

Portanto, o mapa da figura 5 apresenta uma relação clara do poder de dispersão da covid-19 com a força do contexto regional, pós primeira onda, aquela da transmissão focal nas capitais. Já o mapa da figura 6, mostrou o poder da dispersão dos óbitos (letalidade) na extensão do Rio Amazonas, ligando Belém a Manaus, passando por Santarém, as principais cidades deste eixo. Como consequência, em termos de letalidade, a região de Marajó, Metropolitana de Belém e Nordeste Paraense, que não tem, maior destaque em termos de número de casos, se despontam como uma região de alta taxa de óbitos, no espelhamento dos mapas de taxas de incidência e letalidade.

Para os casos acumulados em estados como Amapá, Roraima, Rondônia e parte das regiões metropolitanas de Manaus, Belém, Rio Branco, Porto Velho entre outras, ver figura 7, estão atribuídos em parte, pela fraca

cobertura vacinal, abandono das medidas sanitárias como isolamento social e aglomerações são apontadas como causas imediatas de acúmulos nesses espaços, como foi noticiado pelos veículos de comunicação, ao longo da pandemia. Os casos acumulados são uma terceira forma de observar o impacto da covid-19 na Amazônia Legal. No mapa da figura 7 podemos observar que as capitais amazônicas, que além de promoverem maior concentração populacional se comparado a outras regiões brasileiras, também promoveram maior produção de casos, notificação de casos e se tornam, durante a segunda onda, unidades pulsáteis de novas trocas com municípios menores, uma vez que os casos não pararam de ocorrer e não se tornou uma estrutura de única via da transmissão. Isso ocorreu, como é destacado anteriormente, por se tratar de um movimento do vírus em carreamento pelo movimento das pessoas.

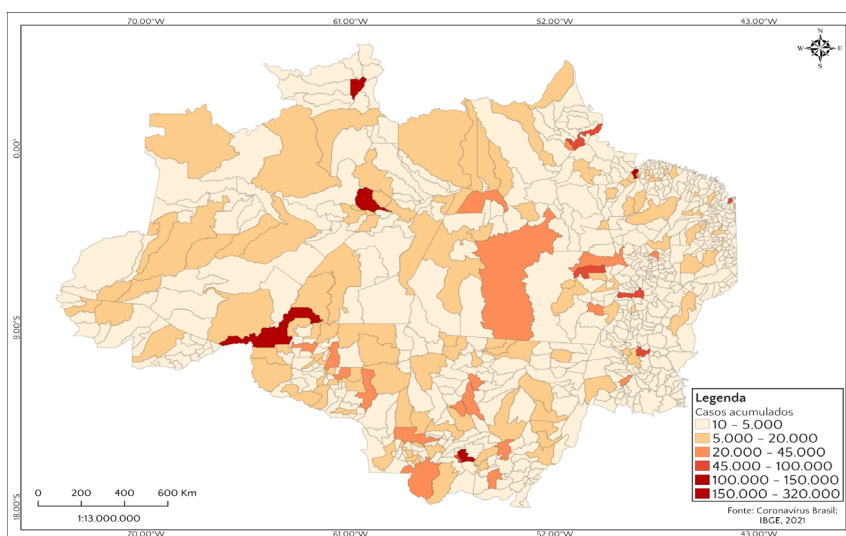


Figura 7: mapa de casos acumulados de covid-19 nos municípios da Amazônia legal - 2020 a 2023
Fonte: autores (2023)

No mapa é possível observar que a concentração de casos se deu justamente nas capitais estaduais e centros regionais. No quadro 1, estão destacados os municípios que registraram mais de 50 mil casos de covid-19, com destaque para Manaus com mais de 300 mil casos.

Como outra ilustração do número absoluto dos casos acumulados, a tabela 1 destaca o número de casos nas capitais das regiões

Município	Casos acumulados	População
Manaus	318.333	2.063.689
Belém	159.023	1.303.403
Cuiabá	154.319	650.877
Boa Vista	141.021	23.785
Porto Velho	130.119	460.434
Macapá	99.714	442.933
Palmas	90.885	302.692
Rio Branco	87.968	364.756
São Luís	77.816	1.037.775
Parauapebas	66.552	267.836

Tabela 1: Municípios da Amazônia Legal com mais casos acumulados registrados de covid-19
Fonte: Coronavírus Brasil e IBGE. Org: Autores

Representação espacial por meio dos coremas: dinâmicas na Amazônia legal

Modelização gráfica é uma maneira de analisar as dinâmicas territoriais que fundam a organização

espaço possível de ser correlacionar com os demais atributos do espaço, conforme já afirmado por Théry (2004) que a combinação de elementos do espaço possibilita revelar estruturas territoriais onde os recursos da semiologia gráfica nos ajudam no desenvolvimento metodológico da modelização.

A dinâmica dos sistemas em seus processos e suas estruturas potencializam novos conflitos e tensões sociais e é preciso estar atento a essas conexões e disjunções espaciais, assim, é possível, estabelecer uma modelização capaz de representar as estruturas territoriais que envolve a prevalência de infecções pelo SARS-CoV-2 em consonância as questões metodológicas da modelização gráfica de Brunet (1980; 2001); Théry (2004); Voiron e Chéry (2005); Mascarenhas e Vidal (2020).

Em caráter geral as dissimetrias, redes, hierarquias, sistemas de atração, proximidades e eixos de propagação revelam uma estrutura territorial capaz de compreender as potencialidades e as fragilidades que a região apresenta e, quais elementos de políticas públicas de saúde devem ser implementadas. Uma região carente de infraestrutura e rede hospitalar, bem como políticas efetivas de vacinação podem contribuir com a diminuição dos casos de infestação e mortalidade.

A conformação de taxas de incidências do covid-19 até 2023 revela elementos que ainda estão presentes na estrutura territorial amazônica, configurando-se pelo menos quatro troncos de transmissão e, que revelam uma concentração nas redes hidroviárias, rodoviárias, faixas de fronteiras e regiões de forte atividades de agrossistemas, ver figura 3 das quatro tipologias de incidência do covid-19 na Amazônia até 2023.

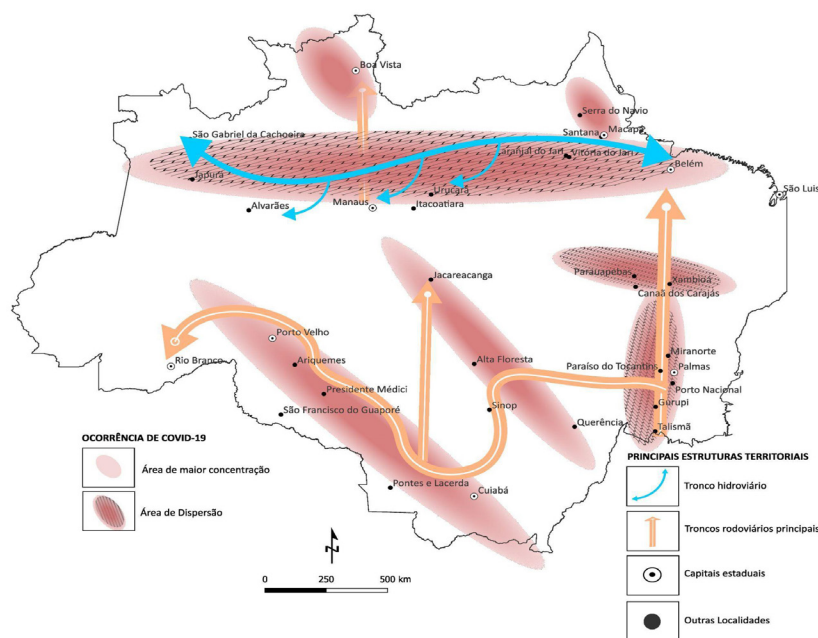


Figura 8: mapa com tipologias de incidência do Covid na Amazônia até 2023

Fonte: Autores (2023)

No mapa da figura 8 revelam-se quatro tipologias: I) Faixa de fronteira brasileira, essa torna-se um vetor de mobilidade populacional dos países vizinhos que buscam pelos serviços de saúde nas cidades brasileiras com melhor oferta de serviços no estado do Amapá concentra-se taxas de incidência na capital Macapá, na região portuária do Laranjal do Jari, nas áreas de mineração de Serra do Navio e Monte Dourado, Indígenas (RR) juntamente com as fronteiras do estado do Amazonas nas áreas do Alto rio negro e Alto rio Japurá, capital de Manaus e Região portuária de Itacoatiara. II) A Fronteira do agronegócio (MT e RO) como mesorregião de Sinop, Pontes e Lacerda, Querência no Mato Grosso, em Rondônia Presidente Médice e Ariquemes bem como São Francisco do Guaporé. III) No estado do Pará temos a Região da Serra dos Carajás (Complexo Carajás) e Marabá se configurando como sub-centro regional com disponibilidade de infraestrutura de saúde para a região sul e sudeste daquele estado; IV) No estado do Tocantins o tronco rodoviário da BR 226 ligando o Centro-oeste ao Nordeste revestisse de grande importância para a concentração de taxas de incidências do covid-19.

As capitais estaduais pela oferta de serviços hospitalares e melhores infraestruturas continuam a ser ponto de concentração de casos de prevalência da covid-19, já os troncos rodoviários e hidroviários são centros de

dispersão, nessas estruturas territoriais o vírus se propaga em meio aos espaços geográficos tornando espaços vulneráveis e suscetíveis à dispersão.

Considerações finais

Ao analisar o espaço geográfico podemos utilizar diferentes tipos de recursos, como sensoriamento remoto, sistemas de informação geográfica, dentre outros. A partir disso, pode-se revelar características como desmatamento, interações na rede geográfica, usos do solo e outras possibilidades. A modelização gráfica pode ser uma ferramenta valiosa na análise do espaço por meio de uma representação esquemática, visando a compreensão da complexidade dos territórios, que serviu para entender as implicações espaciais da pandemia de covid-19 na Amazônia Legal. Assim, a análise dos dados permitiu identificar áreas com maior incidência de casos e letalidade, bem como entender a estrutura territorial e sua influência na disseminação do vírus.

No entanto, é importante destacar que a modelização gráfica pode apresentar limitações quando se trata de um cenário complexo, como no caso de uma pandemia global, por conta da disponibilidade e qualidade dos dados, a complexidade da análise e as limitações de escala e resolução. Portanto, embora seja uma ferramenta que auxilie na compreensão de análises espaciais é necessário complementar a modelização gráfica com outras abordagens para garantir uma compreensão abrangente de uma situação epidemiológica.

Por fim, este estudo contribui para a geografia da saúde ao demonstrar como a modelização gráfica pode ser utilizada para entender as implicações espaciais da pandemia de covid-19 na Amazônia Legal e orientar políticas públicas de combate à doença. Esperamos que este estudo possa inspirar futuras pesquisas que explorem ainda mais o potencial da modelização gráfica para a análise de dados em saúde pública e com isso, pensar na utilidade de tal ferramenta para tomar medidas de prevenção contra possíveis eventos futuros, devido a dinamicidade de se pensar diferentes cenários e possíveis desdobramentos.

Créditos

Matheus Vasconcelos da Paixão: Conceitualização, curadoria de dados, metodologia, análise formal.

Elivelton da Silva Fonseca: Administração de projetos, Conceitualização, curadoria de dados, metodologia, análise formal.

Lorrâny Moraes de Almeida: Curadoria de dados.

Abraão Levi Santos Mascarenhas: Administração de projetos, Conceitualização, curadoria de dados, metodologia, análise formal.

Redação, revisão e edição – Todos os autores

Referências

- Becker, B. K. (2007). *Amazônia: Geopolítica na virada do III milênio*. Garamond.
- Brunet, R. (1986). *La carte-modèle et les chorèmes*. Mappemonde, 4.
- Brunet, R. (2001). *Le déchiffrement du Monde: Théorie et pratique de La géographie*. Editions Berlin.
- Cardoso, F. H., & Müller, G. (2008). O desenvolvimento econômico recente na Amazônia e seus aspectos demográficos. In F.H. Cardoso, & G. Muller. (Eds.), *Amazônia: expansão do capitalismo*. (pp. 29-39). Centro Edelstein de Pesquisas Sociais. <https://doi.org/10.7476/9788599662731>
- Costa, W. M. (2009). O Brasil e a América do Sul: cenários geopolíticos e os desafios da integração. *Confins*. <https://doi.org/10.4000/confins.6107>
- Girardi, E. P. (2008). *Proposição teórico-metodológica de uma cartografia geográfica crítica e sua aplicação no desenvolvimento do atlas da questão agrária brasileira*. [Tese de Doutorado, Universidade Estadual

Paulista] https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/105064/girardi_ep_dr_prud.pdf?sequence=1

Lima, J., & Borges Guimarães, R. (2022). Análise Espacial da COVID-19 em Presidente Prudente e Botucatu - São Paulo. *Estrabão*, 3(1), 130–141. <https://doi.org/10.53455/re.v3i.21>

Mascarenhas, A. L. S & Vidal, M. R. (2020). Estimativa da prevalência de infecção por COVID-19 na Amazônia Legal a partir da teoria corológica e da ciência da informação geográfica. *Revista Ensaios de Geografia*, 5(9), 16-21.

Merchán-Hamann, E., Tauil, P. L., & Costa, M. P. (2000). Terminologia das medidas e indicadores em epidemiologia: subsídios para uma possível padronização da nomenclatura. *Informe Epidemiológico do Sus*, 9(4), 276-284. <https://dx.doi.org/10.5123/S0104-1673200000040000>

Moraes, A. C. (2007). *Geografia: pequena história crítica*. (21a ed.). Annablume.

Rezende, A. A. B. et al. (2023). Distribuição da COVID-19 e dos recursos de saúde na Amazônia Legal: uma análise espacial. *Ciência & Saúde Coletiva*. 28(1), 131-141. <https://doi.org/10.1590/1413-81232023281.10782022>

Théry, H. (2004). Modelização gráfica para análise regional: um método. *Geosp espaço e tempo*, 15.

Voiron, C., & Chéry, J.-P. (2005). Espace géographique, spatialisation et modélisation en dynamique des systèmes. *Res-Systemica*, 5, 10 p. <https://hal.science/hal-00602190>

Fernandes, H. S. (2020). Covid-19 and Other Viruses in Brazil: Can the New Pandemic Influence Epidemiological Records? *Preprints*, 19(May), 1–5. <https://doi.org/10.20944/preprints202005.0138.v1>

Guimarães, R. B., de Castro Catão, R., da Silva Martinuci, O., Pugliesi, E. A., & Matsumoto, P. S. S. (2020). O raciocínio geográfico e as chaves de leitura da Covid-19 no território brasileiro. *Estudos Avancados*, 34(99), 119–140. <https://doi.org/10.1590/S0103-4014.2020.3499.008>

Kamel Boulos, M. N., & Geraghty, E. M. (2020). Geographical tracking and mapping of coronavirus disease COVID-19/severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) epidemic and associated events around the world: How 21st century GIS technologies are supporting the global fight against outbreaks and epidemics. *International Journal of Health Geographics*, 19(1). <https://doi.org/10.1186/s12942-020-00202-8>

Rezende, A. A. B., da Silva, R. P., Pedrosa, N. L., da Luz, R. A., da Paixão, A. N., Rodrigues, W., da Rocha Silva, M. A., & de Rezende Campos, A. (2023). Distribution of COVID-19 cases and health resources in Brazil's Amazon region: a spatial analysis. *Ciencia e Saude Coletiva*, 28(1), 131–141. <https://doi.org/10.1590/1413-81232023281.10782022>