

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS
Programa de Pós-Graduação em Geografia - Tratamento da Informação Espacial

Island Costa Pereira Júnior

**ANÁLISE ESPACIAL DA COVID-19 NA CIDADE DE CURVELO/MG: estudo de
caso entre 2020 e 2022**

Belo Horizonte

2024

Island Costa Pereira Júnior

**ANÁLISE ESPACIAL DA COVID-19 NA CIDADE DE CURVELO/MG: estudo de
caso entre 2020 e 2022**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Geografia – Tratamento da Informação Espacial da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. Sandro Laudares

Área de concentração: Análise Espacial

Linha de pesquisa: Sistemas de Informações Geográficas

Belo Horizonte

2024

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Biblioteca da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

P436a Pereira Júnior, Island Costa
Análise espacial da COVID-19 na cidade de Curvelo/MG: estudo de caso entre 2020 e 2022 / Island Costa Pereira Júnior. Belo Horizonte, 2024.
71 f. : il.

Orientador: Sandro Laudares

Dissertação (Mestrado) - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.
Programa de Pós-Graduação em Geografia - Tratamento da Informação Espacial

1. Sistemas de informação geográfica. 2. Visualização da informação. 3. Análise espacial (Estatística). 4. COVID-19, Pandemia de, 2020- - Curvelo (MG). 5. Saúde pública - Curvelo (MG). 6. Método de estudo de casos. I. Laudares, Sandro. II. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Geografia - Tratamento da Informação Espacial. III. Título.

SIB PUC MINAS

CDU: 91:681.3

Island Costa Pereira Júnior

**ANÁLISE ESPACIAL DA COVID-19 NA CIDADE DE CURVELO/MG: estudo de
caso entre 2020 e 2022**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Geografia – Tratamento da Informação Espacial da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Geografia.

Área de concentração: Análise Espacial

Linha de pesquisa: Sistemas de Informações Geográficas

Prof. Dr. Sandro Laudaes - PUC Minas (Orientador)

Prof. Dr. Jorge Batista de Souza - PUC Minas (Banca Examinadora)

Prof. Dr. Marcos Esdras Leite - Unimontes (Banca Examinadora)

Belo Horizonte, 04 de outubro de 2024.

AGRADECIMENTOS

A Deus, primeiramente, pelo ingresso no Programa de Pós-Graduação em Geografia – TIE da PUC Minas, pela força, persistência, sabedoria e saúde para prosseguir com o propósito.

Aos meus familiares, em especial minha mãe Maria Terezinha Vieira Pereira e meu pai Island Costa Pereira, por todo o conhecimento e sabedoria de vida passados a mim.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Sandro Laudares, pelo acompanhamento, orientação e amizade.

Aos professores e demais funcionários do Programa de Pós-Graduação em Geografia – TIE da PUC Minas pelos ensinamentos e suporte.

Aos meus colegas de curso que sempre me ajudaram e apoiaram nessa jornada acadêmica, em especial Luthiana, Arthur, Elaine e Érick (laboratório de Cartografia).

À Prefeitura Municipal de Curvelo por ter cedido as bases cartográficas do município.

À Secretaria Municipal de Saúde pela disponibilização dos bancos de dados utilizados na pesquisa.

À PUC Minas pela acolhida, de forma excepcional e à CAPES, pela disponibilização de uma bolsa de estudo integral, pois, sem ela, não teria sido possível realizar este sonho.

Muito obrigado a todos (as)!

*“Aquele que habita no esconderijo do Altíssimo, à
sombra do Onipotente, descansará. Direi do Senhor:
Ele é o meu Deus, o meu refúgio, a minha fortaleza, e
nele confiarei.”*

(Salmos 91)

RESUMO

A doença ocasionada pelo novo Coronavírus é designada oficialmente como COVID-19 e é uma infecção respiratória aguda causada pelo Coronavírus SARS-CoV-2, potencialmente grave, de elevada transmissibilidade e de distribuição global. O objetivo desta pesquisa é desenvolver uma ferramenta (solução) de geovisualização que forneça aos gestores públicos informações atualizadas e de interpretação intuitiva, para aprimorar o monitoramento, controle e formulação de políticas públicas efetivas de combate à COVID-19. A pesquisa está dividida em 6 etapas: pesquisa bibliográfica, coleta de dados, tratamento dos dados da COVID-19, elaboração do protótipo de geovisualização, avaliação e simulações, ajustes e publicação e análise espacial. Os dados obtidos se referem aos casos positivos notificados (fevereiro de 2020 a dezembro de 2020) e óbitos notificados de (fevereiro de 2020 a junho de 2022) decorrentes da COVID-19 no município de Curvelo/MG. Diante da grande quantidade de casos e óbitos confirmados no município, o uso do produto de geovisualização pode trazer um grande benefício aos gestores públicos, pois favorece uma análise lógica e intuitiva por meio de observações visuais do fenômeno ocorrido no espaço e tempo.

Palavras-chave: COVID-19; Curvelo/MG; Geovisualização; Análise espacial.

ABSTRACT

The disease caused by the new Coronavirus is officially designated as COVID-19 and is an acute respiratory infection caused by the Coronavirus SARS-CoV-2, potentially serious, highly transmissible and globally distributed. The objective of this research is to develop a geovisualization tool (solution) that provides public managers with updated information and intuitive interpretation, to improve monitoring, control and formulation of effective public policies to combat COVID-19. The research is divided into 6 stages: bibliographical research, data collection, processing of COVID-19 data, development of the geovisualization prototype, evaluation and simulations, adjustments and publication, and spatial analysis. The data obtained refers to positive cases reported (February 2020 to December 2020) and deaths reported from (February 2020 to June 2022) resulting from COVID-19 in the municipality of Curvelo/MG. Given the large number of confirmed cases and deaths in the municipality, the use of the geovisualization product can bring great benefit to public managers, as it favors a logical and intuitive analysis through visual observations of the phenomenon occurring in space and time.

Keywords: COVID-19; Curvelo/MG; Geovisualization; Spatial analysis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Detalhamento da definição de caso por COVID-19.....	20
Figura 2: Parâmetros utilizados na revisão de literatura.	24
Figura 3: Síntese da literatura mundial sobre a geovisualização da COVID-19.....	25
Figura 4: Relações fundamentais entre os objetos.	31
Figura 5: Crescimento populacional do município de Curvelo/MG de 1970 a 2022.	31
Figura 6: Pirâmide etária do município de Curvelo/MG, em 2022.	33
Figura 7: Formulário de coleta de dados da COVID-19.	36
Figura 8: Formulário de coleta de dados da COVID-19 (continuação).....	37
Figura 9: Banco de dados de epidemiologia.	38
Figura 10: Unidades de saúde da cidade Curvelo/MG.....	39
Figura 11: ArcGis online acionado contendo o protótipo de geovisualização.	43
Figura 12: Protótipo publicado como um produto de geovisualização do ArcGis Online.	45
Figura 13: Mapa de Clusters dos casos positivos e óbitos notificados nos distritos/localidades, no período de fevereiro/2020 a dezembro/2020.	47
Figura 14: Mapa de Clusters dos óbitos notificados nos distritos/localidades, no período de fevereiro/2020 a junho/2022.....	49
Figura 15: Mapa coroplético extraído do protótipo de geovisualização dos casos positivos notificados nos bairros da cidade de Curvelo/MG, no período de fevereiro/2020 a junho/2020.....	44
Figura 16: Mapa coroplético extraído do protótipo de geovisualização dos casos positivos notificados nos bairros da cidade de Curvelo/MG, no período de julho/2020 a dezembro/2020.	45
Figura 17: Mapa coroplético extraído do protótipo de geovisualização dos casos positivos notificados nos bairros da cidade de Curvelo/MG, no período de fevereiro/2020 a dezembro/2020.....	46
Figura 18: Mapa de Calor (Heatmap) dos casos positivos notificados nos bairros da cidade de Curvelo/MG no período de fevereiro/2020 a dezembro/2020.	48
Figura 19: Mapa coroplético dos óbitos notificados nos bairros da cidade de Curvelo/MG em fevereiro de 2020 a junho de 2020.....	50
Figura 20: Mapa coroplético dos óbitos notificados nos bairros da cidade de Curvelo/MG em julho de 2020 a dezembro de 2020.	51

Figura 21: Mapa coroplético dos óbitos notificados nos bairros da cidade de Curvelo/MG em janeiro de 2021 a junho de 2021.	52
Figura 22: Mapa coroplético dos óbitos notificados nos bairros da cidade de Curvelo/MG em julho de 2021 a dezembro de 2021.	53
Figura 23: Mapa coroplético dos óbitos notificados nos bairros da cidade de Curvelo/MG em janeiro de 2022 a junho de 2022.	54
Figura 24: Mapa coroplético dos óbitos notificados nos bairros da cidade de Curvelo/MG em fevereiro de 2020 a junho de 2022.	55
Figura 25: Mapa de Calor (heatmap) dos óbitos notificados nos bairros da cidade de Curvelo/MG, em fevereiro de 2020 a junho de 2022.	57
Figura 26: Linhas de ônibus inseridas no protótipo de geovisualização.	59

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: População total do município de Curvelo/MG por sexo, em 2022.	33
Gráfico 2: Percentual de casos positivos nos distritos, localidades e zonas rurais no período de fevereiro de 2020 a dezembro de 2020.....	50
Gráfico 3: Percentual de óbitos nos distritos, localidades e zonas rurais no período de fevereiro de 2020 a dezembro de 2020.....	50
Gráfico 4: Percentual de casos positivos e de óbitos nos distritos, localidades e zonas rurais no período de fevereiro de 2020 a junho de 2022.....	51
Gráfico 5: Quantitativo de casos informados e não informado por bairro da cidade de Curvelo/MG, em fevereiro/2020 a dezembro/2020.....	49

LISTA DE MAPAS

Mapa 1: Localização da microrregião de Curvelo/MG.	30
Mapa 2: Densidade demográfica dos setores censitários da cidade de Curvelo/MG (2022).....	32

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Algumas produções científicas relacionadas com os campos da COVID-19 e WebSIG.....	26
---	----

SUMÁRIO

1. Introdução	15
1.1 Objetivos	16
1.1.1 Objetivo geral	16
1.1.2 Objetivos específicos	16
1.2 Justificativa	17
2. Referencial teórico	19
2.1 O novo Coronavírus	19
2.2 A Geografia da Saúde.....	20
2.3 Geovisualização da COVID-19 no mundo e no Brasil	23
3. Metodologia	29
3.1 Caracterização da área de estudo	30
3.2 Etapas da Metodologia de Pesquisa.....	35
4. Resultados e discussões.....	46
5. Considerações finais	62
Referências.....	64

1. Introdução

A cidade de Wuhan, Província de Hubei, China, em 31 de dezembro de 2019, notificou um grupo de 27 casos de Síndrome Respiratória Aguda (SRA), de etiologia desconhecida, incluindo 7 casos de eventos clínicos graves (MINAS GERAIS, 2020). Conforme a Secretaria Municipal de Saúde de Curvelo/MG (2020), pesquisadores chineses conseguiram identificar o provável causador da SRA: um novo Coronavírus, nomeado inicialmente como 2019-nCoV e atualmente chamado de SARS-CoV-2.

Em 30 de janeiro de 2020, de acordo com Castro (2020), a Organização Mundial da Saúde (OMS) constitui o surto da doença do novo Coronavírus (COVID-19) como uma Emergência de Saúde Pública de Importância Internacional (o mais alto nível de alerta em todo o mundo), segundo conjecturado nos regulamentos internacionais de saúde. Em 11 de março de 2020, a OMS (2020) descreveu a COVID-19 como uma pandemia (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE, 2020).

No Brasil, o primeiro caso foi confirmado em fevereiro de 2020 e várias medidas foram tomadas para prevenir e minimizar a propagação da doença (CAVALCANTE *et al.*, 2020). Conforme informações da Secretaria Municipal de Saúde de Curvelo (2020), em março de 2020 foi registrado o primeiro caso confirmado de COVID-19 atendido em Curvelo/MG e em junho de 2020 foi notificado o primeiro óbito devido a COVID-19 na cidade.

Este estudo aborda a questão crítica de como identificar e interpretar padrões espaciais de casos de COVID-19, utilizando dados epidemiológicos do município de Curvelo/MG. A compreensão desses padrões espaciais por meio de geovisualização dinâmica, de fevereiro de 2020 a junho de 2022, é de suma importância para o desenvolvimento de políticas públicas contra a disseminação dessa doença respiratória, assim como, de doenças que se comportam de forma análoga.

O problema da pesquisa, portanto, busca explorar a possibilidade de identificação de padrões espaciais, por meio da espacialização de dados epidemiológicos no município de Curvelo/MG, à partir da geovisualização dinâmica dos casos positivos/óbitos decorrentes da COVID-19 de fevereiro de 2020 a junho de 2022. À partir do problema exposto, a hipótese está na associação entre o quantitativo de casos/óbitos com o fluxo de pessoas e veículos nos bairros. Assim, espera-se que os quantitativos de casos positivos/óbitos sejam maiores em bairros com alto fluxo de

pessoas e veículos (linhas de ônibus). Em contrapartida, bairros com baixo fluxo de pessoas e veículos (linhas de ônibus) tendem a apresentar menores quantidades de casos/óbitos. A comprovação das hipóteses desta pesquisa poderá garantir ao poder público a tomada de decisões mais assertivas ao estabelecer políticas públicas para o monitoramento e a erradicação de doenças similares.

Esta pesquisa está estruturada em cinco capítulos. Além desta introdução, o capítulo 2 apresenta o referencial teórico sobre geovisualização e sobre a COVID-19 no mundo e no Brasil. O capítulo 3 traz a metodologia, materiais e métodos utilizados. O capítulo 4 inicia a apresentação e análise dos resultados até o presente momento. E, finalmente, o capítulo 5 apresenta o cronograma e considerações para as próximas etapas do trabalho.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

O objetivo desta pesquisa é desenvolver uma ferramenta (solução) de geovisualização que forneça aos gestores públicos informações de interpretação intuitiva para aprimorar o monitoramento, controle e formulação de políticas públicas efetivas de combate à COVID-19. Especificamente, E

1.1.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos desta pesquisa são:

- ✓ Identificar possíveis padrões espaciais dos casos da COVID-19 na cidade de Curvelo/MG e viabilizar sua apresentação por meio de um protótipo de geovisualização na Web;
- ✓ Relacionar os possíveis padrões espaciais identificados com a rede de transporte coletivo (linhas de ônibus);
- ✓ Viabilizar ao poder público na identificação de tomadas de decisão que possam prevenir a dissipação de casos da COVID-19, assim como de novas variantes e demais doenças respiratórias que se comportam de maneira análoga.

1.2 Justificativa

Em função do momento crítico que a Saúde Pública enfrentou devido a pandemia do Coronavírus SARS-CoV-2, a geovisualização tem se mostrado uma ferramenta valiosa e eficiente para compreender, monitorar e controlar a disseminação da COVID-19 (AHASAN *et al.*, 2020). Contudo, mesmo a geovisualização tendo essa importância, segundo Lan *et al.* (2021), poucas abordagens têm levado em conta a visualização de dados ao longo do tempo, o que torna a análise da evolução da pandemia mais complexa e compromete a efetividade das estratégias de controle adotadas.

No Brasil, de acordo com Bandeira *et al.* (2022), o estudo acerca da geovisualização da COVID-19 é carente tanto em relação ao aspecto temporal quanto espacial. Lan *et al.* (2021) também destacam que aspectos temporais com ciclicidade e sazonalidade carecem de uma investigação mais aprofundada. A quantidade de publicações relacionadas ao tema é bastante limitada e as pesquisas nesse campo estão em uma fase bem preliminar (BANDEIRA *et al.*, 2022). Ainda de acordo com Bandeira *et al.* (2022), esse nível inicial de desenvolvimento influencia de maneira direta o monitoramento, controle e a eficácia das políticas públicas voltadas ao enfrentamento da pandemia. Os pesquisadores propõem sanar essa falta por meio da criação de tecnologias dinâmicas e interativas que possam investigar o tempo e o espaço de maneira conjunta (LAN *et al.*, 2021).

A plataforma Outbreak é um exemplo de como a geovisualização pode ser aplicada. De acordo com a Agência FAPESP (2020), esta ferramenta online de georreferenciamento foi criada por um grupo de pesquisadores da Universidade de São Paulo (USP) e da Universidade do Chile, com o suporte da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) e permite acompanhar a localização geográfica ao longo do tempo de casos de infecção, óbitos ou pessoas vacinadas contra doenças no Brasil, o que facilita a monitoração de pandemias, como a COVID-19. Dessa maneira, a ferramenta proporciona aos gestores de saúde a capacidade de rastrear surtos ou a distribuição de vacinas em várias escalas (estado, município, bairro, rua e até mesmo em prédios residenciais), permitindo decisões mais eficazes para mitigar os impactos (FAPESP, 2020).

Outra aplicação de geovisualização para abordar a COVID-19 é o sistema MonitoraCovid-19, que foi lançado pelo Instituto de Comunicação e Informação em

Saúde (ICICT/FIOCRUZ) e que reúne e analisa dados sobre o novo coronavírus tanto no Brasil quanto no resto do mundo (FIOCRUZ, 2020). Ainda de acordo com a FIOCRUZ (2020), por meio de gráficos e mapas, essa plataforma online possibilita o acompanhamento da pandemia e suas tendências em estados e municípios brasileiros, além de permitir comparações com países que estão em fases mais avançadas da pandemia.

Diante do exposto, este estudo visa enriquecer a literatura através de duas abordagens. A primeira delas tem um caráter prático e envolve a aplicação da geovisualização em Curvelo/MG para fins de formulação de políticas públicas eficazes para serem aplicadas no enfrentamento da COVID-19 e de outros eventos epidemiológicos que se comportam de maneira análoga. A segunda contribuição possui um aspecto teórico e está relacionada à expansão e ao aprofundamento do conhecimento acerca da geovisualização, sua evolução durante a pandemia da COVID-19 e à lacuna tecnológica presente na literatura tanto internacional, quanto brasileira.

A cidade de Curvelo/MG ainda é deficiente em pesquisas científicas voltadas para a geovisualização e a COVID-19. Localizada no centro de Minas Gerais, Curvelo/MG está a 167 km da capital Belo Horizonte/MG e é considerada uma cidade-polo da microrregião, pois mantém intenso comércio e prestação de serviços com os outros 10 municípios, sendo Augusto de Lima, Buenópolis, Corinto, Felixlândia, Inimutaba, Joaquim Felício, Monjolos, Morro da Garça, Presidente Juscelino e Santo Hipólito, conforme informações da Prefeitura Municipal de Curvelo (2013).

Dessa forma, a presente pesquisa visa contribuir com a comunidade acadêmica e, ao mesmo tempo, dar subsídios ao poder público nas tomadas de decisões futuras quanto à erradicação da propagação de vírus, especificamente, do Coronavírus. Além disso, é importante ressaltar que o projeto está relacionado diretamente com a área de concentração Análise Espacial, à linha de pesquisa Sistemas de Informações Geográficas (SIG) e à temática prioritária Geografia da Saúde, pois se trata da aplicação da geovisualização para a apresentação de mapas digitais da cidade de Curvelo/MG. Esse produto de geovisualização poderá ser manuseado online e conterá informações referentes aos casos de COVID-19 que serão analisadas para a identificação de padrões espaciais.

2. Referencial teórico

2.1 O novo Coronavírus

A doença ocasionada pelo novo Coronavírus é designada oficialmente como COVID-19, sigla em inglês para “*Coronavirus disease 2019*” (doença por Coronavírus 2019) (GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2020). Segundo o Ministério da Saúde (2021), a COVID-19 é uma “infecção respiratória aguda causada pelo Coronavírus SARS-CoV-2, potencialmente grave, de elevada transmissibilidade e de distribuição global”.

A propagação do Coronavírus da síndrome respiratória aguda grave 2 (SARS-COV-2), tem associação direta com infraestruturas técnicas para transportes, mobilidades e fluxos de pessoas e mercadorias vinculado ao fenômeno globalização, apresentando uma ligação direta com a rede da hierarquia urbana (Sposito e Guimarães, 2020). Esse vínculo direto com o fenômeno da globalização de produtos e pessoas foi determinante para o alastramento da enfermidade no planeta especialmente através dos meios de transportes que progressivamente exprimem, eficiência e agilidade entre os municípios.

A disseminação do SARS-CoV-2, para Barros *et al.* (2020), está diretamente relacionada à infraestrutura técnica para transportes, mobilidade e fluxo de pessoas e mercadorias vinculados à globalização. De acordo com as evidências mais recentes, conforme o Ministério da Saúde (2021), o SARS-CoV-2 é transmitido da mesma maneira que os outros vírus, sendo de três modos:

- ✓ Contato: transmissão da infecção por meio do contato direto com uma pessoa infectada ou com objetos e superfícies contaminadas/contaminantes;
- ✓ Transmissão por gotículas: transmissão por contato com gotículas respiratórias contendo o vírus quando uma pessoa infectada tosse ou espirra, especialmente quando essa pessoa está a 1 metro da outra pessoa;
- ✓ Transmissão por aerossol: transmissão da doença por gotículas respiratórias menores (aerossóis) que contêm o vírus e podem ser transportadas pelo ar, transmitidas a distâncias maiores que 1 metro e por períodos mais longos (geralmente horas).

A COVID-19 é marcada por sintomas como febre, tosse, sintomas gripais, dor

de garganta, diarreia, fadiga, perda do olfato e paladar e em casos mais graves, falta de ar e fibrose pulmonar, além do acometimento de outros órgãos e sintomas (CASTRO, 2020). Segundo o Ministério da Saúde (2023), um caso de COVID-19 é constatado quando o indivíduo possui os quadros de Síndrome Gripal (SG) ou Síndrome Respiratória Aguda Grave (SRAG) confirmados pelo critério laboratorial ou clínico-epidemiológico. A Figura 1, a seguir, apresenta o detalhamento da definição de caso por COVID-19.

Figura 1: Detalhamento da definição de caso por COVID-19.

	Teste de Biologia molecular com resultado DETECTÁVEL para SARS-Cov-2* OU Pesquisa de antígeno com resultado REAGENTE para SARS-CoV-2**	Histórico de contato próximo ou domiciliar nos sete (7) dias anteriores ao aparecimento dos sinais e sintomas com caso confirmado para covid-19
Síndrome Gripal		
Indivíduo com quadro respiratório agudo, caracterizado por pelo menos dois (2) dos seguintes sinais e sintomas: febre (mesmo que referida), calafrios, dor de garganta, dor de cabeça, tosse, coriza, distúrbios olfativos ou distúrbios gustativos.	Caso de covid-19 confirmado pelo critério laboratorial	Caso de covid-19 confirmado pelo critério clínico-epidemiológico
Síndrome Respiratória Aguda Grave		
Indivíduo com SG que apresente: dispneia/desconforto respiratório ou pressão ou dor persistente no tórax ou saturação de O ₂ ≤ 94% em ar ambiente ou coloração azulada (cianose) dos lábios ou rosto.	Caso de covid-19 confirmado pelo critério laboratorial	Caso de covid-19 confirmado pelo critério clínico-epidemiológico

Fonte: Ministério da Saúde (2023).

Legenda:

*Métodos moleculares RT-PCR em tempo real ou RT-LAMP

**Método de imunocromatografia para detecção de antígeno

De acordo com CASTRO (2020), as principais medidas de prevenção contra a COVID-19 adotadas são: lavagem das mãos com água e sabão, utilização de álcool nas mãos e em superfícies de contato, distanciamento social e uso de máscaras.

2.2 A Geografia da Saúde

A Geografia da Saúde, em 2020, passou a enfrentar um novo desafio: a COVID-19. A disseminação acelerada do Coronavírus no Brasil ocasionou em mudanças e ajustes inesperados em todos os setores da sociedade brasileira e desencadeou muita preocupação na rede pública de saúde, em especial do Sistema Único de Saúde - SUS, pois ao longo da história esse sistema tem subsistido, mesmo que não receba a devida atenção dos governantes, sobretudo pela falta de infraestrutura para o funcionamento e atendimento à população (MOTA, *et al.* 2021).

Segundo Peiter (2005), como campo do conhecimento, a Geografia da Saúde vem se desenvolvendo desde o século XIX. Entre seus objetivos destacam-se a disponibilização de novos conhecimentos e o desenvolvimento de propostas teóricas e metodológicas para o estudo das relações espaciais dos processos de saúde e doença. A Geografia da Saúde contribui para a produção de resultados que têm valor prático para as investigações epidemiológicas, à administração de saúde, e, de modo geral, à racionalidade das medidas que visam melhorar o bem-estar da população (PEITER, 2005).

As duas principais facetas da Geografia da Saúde são a *Nosogeografia* (palavra de origem do grego antigo formada pela junção dos termos “*nosos*” que significa doença e “*geografia*”, estudo da Terra), que é a mais tradicional e identifica e analisa padrões de distribuição espacial das doenças; e a Geografia da Atenção Médica (mais recente), que caracteriza a distribuição e o planejamento dos recursos humanos e estruturais do Sistema de Atenção Médica (PEITER, 2005).

Conforme Barcellos *et al.* (2018), a Geografia da Saúde não deve se limitar a um foco geográfico quanto aos problemas de saúde, mas deve ser uma ferramenta de conceitos e métodos para compreender e atuar sobre os problemas de saúde. Ainda segundo Barcellos *et al.* (2018), a cartografia e a pesquisa de campo constituem ferramentas elaboradas dentro da geografia, úteis para entender os contextos das questões de saúde e aparecem em inúmeros estudos recentes sobre epidemiologia social, ecologia das doenças, alocação de serviços de saúde, desigualdades sociais, propagação de enfermidades, entre outros temas.

A utilização de dados secundários gerados por censos e levantamentos populacionais, assim como informações provenientes dos sistemas de saúde possibilitam a elaboração e avaliação de indicadores de saúde que têm sido amplamente empregados na área da geografia da saúde (BARCELLOS *et al.*, 2018, p. 10).

Tendo em vista isso, conforme Najar e Marques (1998), a perspectiva geográfica no sistema de saúde pública, dentro do contexto dos Sistemas de Informação Geográfica, proporciona, sem dúvida, um maior dinamismo e uma nova orientação para as políticas públicas que, atualmente, favorecem as intervenções assistenciais e curativas em detrimento das iniciativas preventivas.

Segundo Mota *et al.* (2021), o mapeamento e a análise da doença do novo coronavírus (COVID-19) no território mostram que sua evolução está intimamente

ligada a essas estruturas territoriais, que são formas fixas relativas aos fluxos por elas conformadas. Em função dessas características, a geografia pode subsidiar não apenas o diagnóstico da dinâmica territorial dos casos da doença, como também a formulação de prognósticos que orientem as ações de saúde pública, desde que respeitadas e compreendidas as características desse fenômeno para cada local.

Uma das premissas mais importantes da geografia da saúde é que a doença não pode ser tratada isoladamente do seu contexto físico-sócio-cultural (PEITER, 2005). A outra é que os padrões de mortalidade e morbidade, assim como, a distribuição dos sistemas de saúde não ocorre aleatoriamente, mas seguem algum grau de determinismo (político, social, cultural e ambiental), o que pode ser fundamental para a compreensão dos processos saúde-doença um determinado momento histórico e lugar. A Geografia da Saúde enfatiza a dimensão espacial do fenômeno saúde-doença, uma perspectiva também abarcada pelos epidemiologistas (PEITER, 2005).

Os problemas de saúde não são distribuídos aleatoriamente e muito menos ocorrem com frequência e gravidade semelhantes em todos os grupos humanos. Em cada momento de suas existências, indivíduos, famílias, comunidades e grupos sociais tem riscos e necessidades característicos a cada um deles, quer seja pela idade, sexo e outros atributos pessoais, quer seja pela localização geográfica e ecológica, ou até mesmo pelo nível cultural e grau de instrução educativo (inserção econômico-social), que se refletem em perfis de problemas de saúde-doença específicos que ajudam ou dificultam, em graus diferentes, as sua conquistas como indivíduo e como projeto social (CASTELLANOS, 1997). Somado a isso, conforme Junqueira (2009), o termo “Geografia da Saúde” foi adotado por ser considerado mais abrangente, pois vincula qualidade de vida, educação, habitação, saneamento básico, infraestrutura e outras questões à saúde da população. Segundo Ribeiro (2014), o benefício de usar espaços geográficos como indicadores de qualidade de vida reside em considerar a complexidade da estrutura social como um todo, ao invés de separá-la em diversas variáveis.

Assim, mediante Ribeiro (2014), o uso do geoprocessamento e SIG (Sistemas de Informações Geográficas) se expandiu para compreender a distribuição espacial dos riscos à saúde e propor hipóteses etiológicas, bem como identificar desigualdades e iniquidades espaciais em saúde, combatendo-as de forma mais eficaz no território. Nessa perspectiva, de acordo com Junqueira (2009), os mapas são fundamentais

para compreender a distribuição espacial de situações de risco e problemas de saúde, o que facilita a integração de dados ambientais, socioeconômicos e demográficos, promove a correlação de informações de diferentes bancos de dados e contribui para análises mais completas.

O geoprocessamento, segundo Laudares (2014), refere-se a um conjunto de tecnologias destinadas à coleta e ao processamento de informações geográficas, com o intuito de identificar, distribuir e analisar espacialmente diferentes atributos, beneficiando a todos. Na perspectiva do desenvolvimento sustentável de Kirnbauer *et al.* (2009), a conexão entre crescimento econômico e conservação ambiental sustenta uma estrutura robusta para o compartilhamento e a disseminação do conhecimento, com a geovisualização se destacando como um importante instrumento de comunicação de dados.

2.3 Geovisualização da COVID-19 no mundo e no Brasil

Lorenzi *et al.* (2014) define a geovisualização como o processo de criação e manipulação de mapas e seus conjuntos de dados de forma conexa. Para Bowie *et al.* (2014), a geovisualização é uma técnica de análise de reconhecimento de padrões em ambientes computacionais interativos, o que a torna uma ferramenta útil e apropriada para realizar descobertas e criar hipóteses.

O compartilhamento do conhecimento através do WebGIS, afirma Laudares (2014), possibilita a descentralização do poder, alimentando o sentimento de pertencimento e ação cidadã participativa, fortalecendo a participação da população na gestão pública.

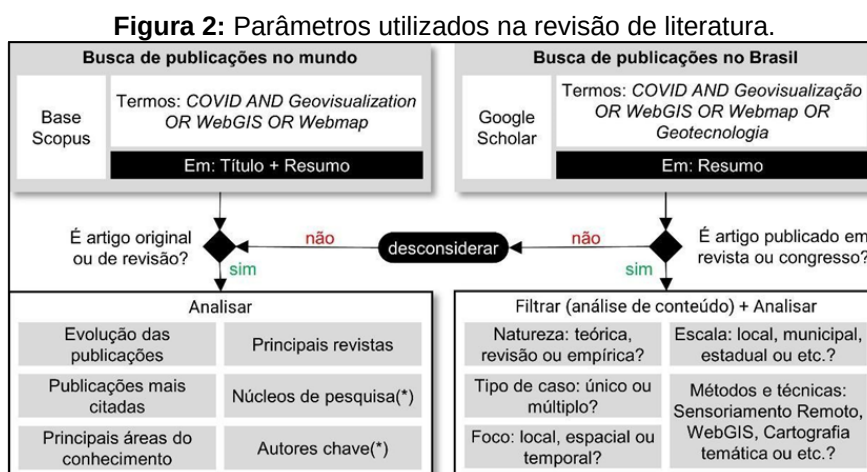
De acordo com Matias (2001), SIG pode ser considerado como um conjunto de programas de computador que basicamente processam uma coleção de mapas e representações relacionadas (imagens de satélite, modelos digitais de terreno, etc.) de forma georreferenciada. Dessa maneira, para Santana *et al.* (2009), WebSIG pode ser entendido como sistema para disponibilização e construção cartográfica manuseando a interface da internet. Conforme Caeiro (2020), a maior característica dos WebSIG é que eles se mostram como sistemas de informação geográfica que operam em rede, sendo possível que a informação seja atualizada a cada minuto.

Quanto às interfaces interativas de usuário para visualização cartográfica, elas devem permitir ao usuário realizar algumas tarefas básicas, como: mudança de

escala (zoom in e zoom out), nível de generalização das informações, deslocamento (pan), acesso a informações sobre atributos, manipulação de parâmetros de apresentação (cor, textura). É importante ressaltar que as interfaces devem ser projetadas em torno dos aspectos cognitivos da busca de informações. Isso muda, fundamentalmente, o mapa de um produto estático para uma ferramenta dinâmica e traz novas necessidades para o projeto de interfaces. (DELAZARI, 2004)

De acordo com Delazari (2004), a capacidade de alterar dinamicamente as representações mapeadas pode alterar, de maneira fundamental, fundamentalmente, a compreensão de um mapa. Assim, a prática passiva de leitura de um mapa torna-se um processo ativo de manipulação de informações e criação de conhecimento. A introdução de dinamicidade no mapeamento levanta questões sobre o que é controlado (manipulação de dados, visualização) e como controlar cada componente do sistema de análise de dados espaciais.

A revisão de literatura sobre COVID-19 foi baseada nas bases Scopus e Google Scholar. A base Scopus foi usada para investigar a literatura internacional, enquanto a base do Google Scholar foi usada para buscar publicações nacionais. A busca foi realizada em 25 de janeiro de 2023, conforme os parâmetros indicados na Figura 2.



Fonte: Informações geradas pelo software VOSviewer.

O número de publicações internacionais sobre a geovisualização da COVID-19 pode ser considerado baixo. Apenas 19 artigos sobre o assunto estavam indexados na base Scopus até a data de 17 de janeiro. Esse baixo número de artigos sobre a geovisualização da COVID-19 ocorre por ser tratar de um assunto emergente e altamente especializado. As primeiras publicações sobre o assunto

ocorreram em 2020, sendo que a maior parte das publicações ocorreu em 2021.

Ciências sociais e de computação são as áreas de ciência que mais publicam artigos sobre a geovisualização da COVID-19, concentrando 25% e 14% dos artigos sobre o assunto, respectivamente. As áreas da engenharia e ciência ambiental também são bastante representativas, como mostra a Figura 3. Em particular, essas áreas da ciência concentram 10% das publicações sobre o assunto cada uma.

Figura 3: Síntese da literatura mundial sobre a geovisualização da COVID-19.



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Em particular, a análise de co-citações realizada no VOSviewer indica que existem duas frentes de pesquisa associadas à geovisualização da COVID-19 na literatura internacional. Pesquisas que citam pesquisadores da rede de Elwood e Jung focam em análises de dados interativos da pandemia de COVID-19. Pesquisas que citam autores da rede de Li, Corcoran e Fotheringham estão voltadas para análises espaço-temporais e desenvolvimento de WebGIS e dashboards para o monitoramento da COVID-19.

Dez artigos sobre geovisualização da Covid-19 tem mais de cinco citações. Iyanda *et al.* (2020) examinam os determinantes sociais e de saúde do COVID-19 em 175 países através de uma abordagem epidemiológica espacial, oferecendo um guia que contribui para o desenvolvimento de programas de saúde pública e vigilância epidemiológica. Pászto *et al.* (2020) analisam espacialmente alterações do comportamento de grupos populacionais, levando em consideração relatórios de

mobilidade e de localização do Google Mobility. Zhai *et al.* (2021) se utilizam da geovisualização para analisar o padrão de mobilidade nas cidades Estadunidenses, mostrando que pessoas de regiões mais pobres reduziram menos a mobilidade do que as pessoas de regiões mais ricas. Gavurova *et al.* (2022) desenvolvem um modelo de avaliação de risco de pandemias como COVID-19 COVID-19, oferecendo informações úteis para tomadores de decisão com base em conjuntos difusos. Beuren *et al.* (2022) desenvolvem um WebGIS para a geovisualização de dados epidemiológicos que agilizam, facilitam e simplificam a comunicação visual e a compreensão da disseminação da COVID-19, oferecendo informações úteis para medidas de controle, em especial no nível local.

A seguir, o Quadro 1 apresenta algumas produções identificadas com os campos da COVID-19 e WebSIG.

Quadro 1: Algumas produções científicas relacionadas com os campos da COVID-19 e WebSIG.

Autor (es)	Descrição
Barros <i>et al.</i> (2020)	Levantamento de dados sobre o quantitativo de casos da COVID-19 no município de João Monlevade/MG referentes aos meses de abril a junho de 2020 para a geração de mapas de geovisualização via Web e identificação de padrões espaciais.
Silva e Costa (2020)	Utilização da geotecnologia, especialmente, a representação cartográfica no mapeamento e distribuição dos casos de COVID-19 na região nordeste do Brasil, nos meses de março e abril de 2020. Assim, foi realizado um levantamento bibliográfico sobre os temas propostos, além de ter sido construído um Banco de Dados Geográficos (BDG) com informações fornecidas pelo pelas Secretarias de Saúde de cada estado da região Nordeste, assim como, do Ministério da Saúde, indicando casos suspeitos, descartados, confirmados e óbitos, e por fim, a formas de divulgação dessas informações foram apresentadas aos governos estaduais da região estudada.
Canalez <i>et al.</i> (2020)	Apresentação da disseminação do novo coronavírus (SARS-Cov2) nos municípios da microrregião do Alto Solimões, Amazonas, Brasil. Os dados utilizados são provenientes do Sistema Monitoramento de casos de COVID-19 nos municípios do estado do Amazonas e do Sistema Monitoramento de casos de COVID-19 dos povos indígenas no Brasil, organizados em um banco de dados e no WebSIG. Eles foram coletados e processados no ambiente computacional R para serem disponibilizados por serviços em ambiente de WebSIG. Devido às características geográficas, políticas e socioeconômicas da microrregião do Alto Solimões, os dados sobre a infecção pelo novo coronavírus e os óbitos por complicações da doença preveem a vulnerabilidade e risco do cenário para a população, especialmente a população indígena.

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

A literatura brasileira sobre geovisualização da COVID-19 se mostra mais

embrionária do que a literatura internacional. A análise de conteúdo dos nove artigos que mencionam os termos “COVID-19” AND (“Geovisualização” OR “WebGIS” OR “WebMap” OR “Geotecnologia” no resumo do artigo permitiu identificar apenas 1 artigo que explora a geovisualização e a COVID-19 no Brasil. Outros 4 artigos usam se utilizam das vantagens da geovisualização para a ações de educação, turismo e gestão de serviços públicos durante a pandemia da COVID-19. Em particular, Mesquita *et al.* (2022) identificam a percepção dos moradores de Belém do Pará sobre o acúmulo de resíduos sólidos. Santos Costa *et al.* (2022) desenvolvem um WebGIS usando ferramentas cartográficas gratuitas do Google para criar um roteiro virtual interativo do parque de Seridó, Rio Grande do Norte. Leão *et al.* (2022) aplicam questionário em plataforma WebGIS para analisar o comportamento de caminhada antes e durante a pandemia na cidade de Londrina no Paraná. Freitas Pereira *et al.* (2022) usam das geotecnologias para o processo ensino aprendizagem dos conhecimentos geográficos e cartográficos por parte de alunos da Universidade Estadual de Londrina.

O estudo de Bandeira *et al.* (2022) realiza a geovisualização da COVID-19 entre as publicações analisadas. Os autores analisam as taxas de incidência e mortalidade da COVID-19 no período pré-vacina nos bairros de Natal, Rio Grande do Norte. Os resultados da pesquisa mostram que as taxas de incidência da COVID-19 são maiores nos bairros com melhores indicadores socioeconômicos e ambientais. Esses resultados estão alinhados a outros estudos nacionais e internacionais que revelam uma relação direta e negativa entre indicadores associados à expectativa de vida e casos e mortes por COVID-19 (Libório, Ekel *et al.*, 2022; Libório, Martinuci *et al.*, 2022).

O baixo número de publicações nacionais sobre a geovisualização da COVID-19 pode estar associado a diferentes aspectos. Por exemplo, baixo interesse de pesquisadores em publicar em revistas científicas, tempo de revisão dos artigos ou mesmo a carência de estudos na área. Independentemente disso, a presente revisão de literatura sugere que os benefícios da geovisualização não estão sendo apropriados pelos gestores públicos no Brasil.

Há uma aparente carência por tecnologias de geovisualização que contribuam para o monitoramento e enfrentamento da pandemia de COVID-19 no país, abrindo oportunidades para diversas frentes de trabalho. Esta pesquisa está inserida neste cenário e apresenta soluções de geovisualização para atender às necessidades dos

gestores públicos de saúde do município de Curvelo, MG. Tais soluções podem ser estendidas para outros municípios do mesmo porte sem maiores dificuldades. A partir da metodologia adotada outras prefeituras poderão iniciar processos de mapeamento e monitoramento da COVID e outras viroses em seus próprios municípios.

3. Metodologia

A metodologia, de acordo com Gerhardt e Silveira (2009), se refere ao estudo dos métodos e instrumentos utilizados para conduzir pesquisas científicas. Etimologicamente, o termo metodologia vem do grego *methodos* que quer dizer organização e do grego *logos*, que significa estudo sistemático, pesquisa, investigação.

Em termos gerais, segundo Menezes *et al.* (2019), a pesquisa busca descobrir resultados e respostas para um problema que já foi apresentado. Para atingir esse objetivo, um conjunto de ações são envolvidos e devem seguir procedimentos previamente definidos por meio de um método racional.

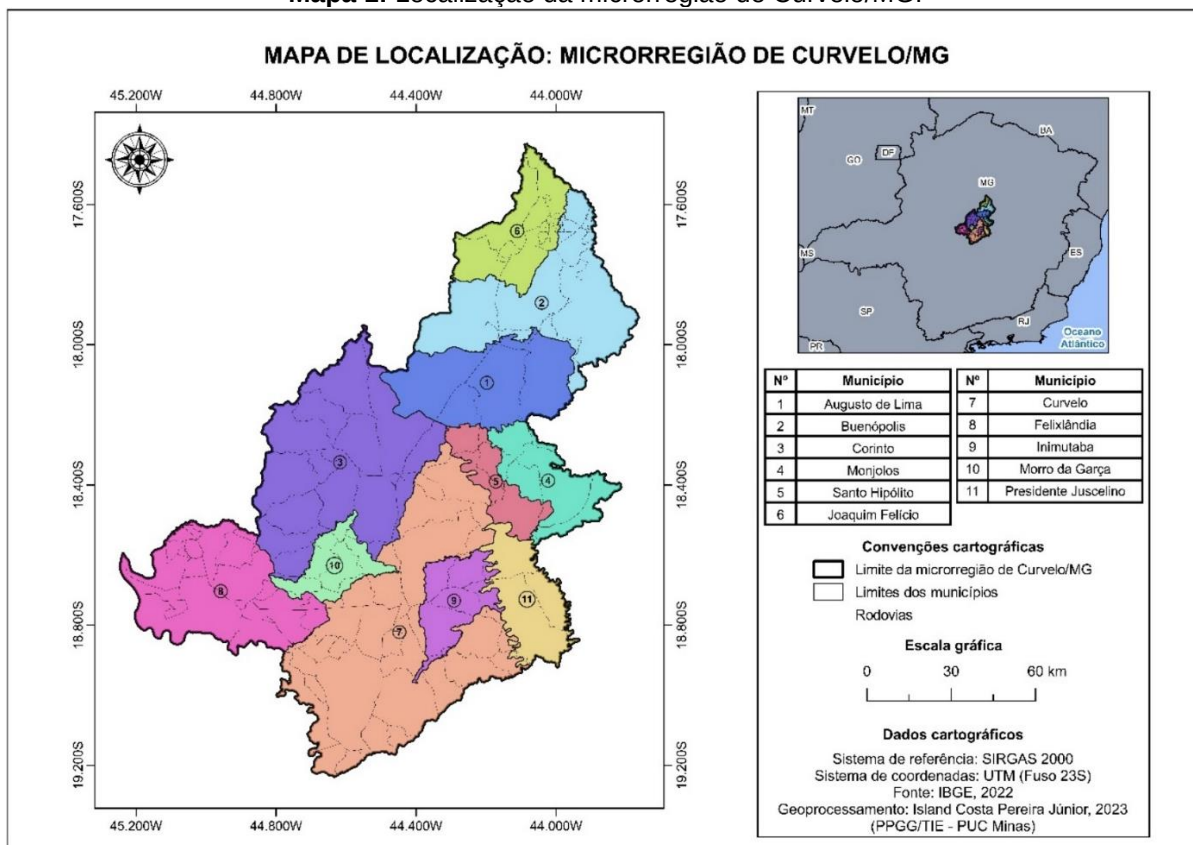
Este trabalho acadêmico se caracteriza como uma pesquisa aplicada, exploratória, descritiva, quantitativa e um estudo de caso. A pesquisa aplicada pretende fornecer conhecimentos que possam ser usados na prática, com foco na resolução de problemas específicos e considerando os interesses e verdades locais (GERHARDT e SILVEIRA, 2009). Em conformidade com o que foi dito por Gerhardt e Silveira (2009), a pesquisa exploratória busca promover uma compreensão mais profunda de um problema, com ênfase em torná-lo mais explícito ou a estabelecer uma hipótese. Conforme Gerhardt e Silveira (2009), a pesquisa descritiva exige que o pesquisador forneça uma grande quantidade de informações sobre o estudo desejado, que tem como objetivo descrever os fatos e fenômenos de uma determinada realidade. Consoante Almeida (2020), a pesquisa quantitativa acredita que tudo pode ser quantificado, o que significa converter opiniões e números em informações que podem ser classificadas e analisadas. Para Gil (2008), um estudo de caso é baseado em uma investigação detalhada e exaustiva de um ou alguns objetos de forma a possibilitar um conhecimento amplo e minucioso.

Essas classificações da presente pesquisa são pertinentes, uma vez que neste trabalho houve a busca bibliográfica a respeito da COVID-19 para a ampliação do conhecimento do pesquisador e a coleta e registro de dados e análises das informações da propagação do vírus da COVID-19 no município de Curvelo/MG, a fim de identificar possíveis padrões espaciais e áreas com diferentes níveis de exposição ao vírus.

3.1 Caracterização da área de estudo

O Mapa 1 abaixo apresenta os municípios da microrregião de Curvelo/MG, assim como, os municípios adjacentes que mantêm intenso comércio e prestação de serviços.

Mapa 1: Localização da microrregião de Curvelo/MG.



Fonte: IBGE (2022). **Geoprocessamento:** Autor (2023).

O mapa 1 foi elaborado utilizando as técnicas de semiologia gráfica apresentadas por Bertin (1967), que têm por finalidade melhorar a visualização e a comunicação. A tarefa central da semiologia gráfica é o uso racional da linguagem cartográfica seguindo as três relações básicas do conhecimento: diversidade ($\neq$), ordem (O) e proporcionalidade (Q) (BERTIN, 1967). Na Figura 4, a seguir, de acordo com Martinelli (2003a), as relações fundamentais são retratadas por transcrições gráficas de diversidade, ordem e proporcionalidade visual por meio dos vínculos entre os objetos.

Figura 4: Relações fundamentais entre os objetos.

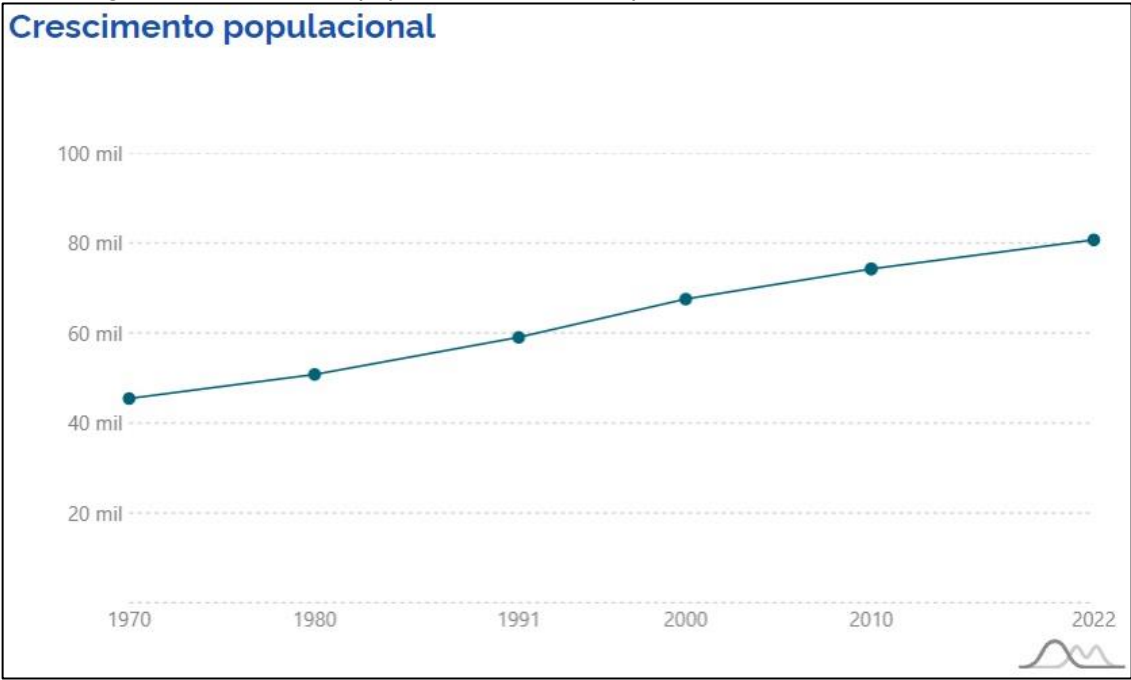
Relações entre objetos	Conceitos	Transcrição gráfica
Caderno Lápis Borracha	$\neq$ Diversidade	  
Medalha de ouro Medalha de prata Medalha de bronze	 Ordem	  
1 kg de arroz 4 kg de arroz 16 kg de arroz	 Proporcionalidade	  

Fonte: Martinelli (2003a).

Deste modo, as informações contidas no Mapa 1 permitem, essencialmente, segundo Bertin (1967), o estudo da localização, ordenação e organização da área geográfica estudada, em função da variação visual de cor, granulação, tamanho, valor, orientação e forma.

O município de Curvelo/MG possui 80.665 habitantes, segundo o último censo demográfico do IBGE (2022). A Figura 5, a seguir, apresenta o crescimento populacional de Curvelo/MG de 1970 a 2022.

Figura 5: Crescimento populacional do município de Curvelo/MG de 1970 a 2022.



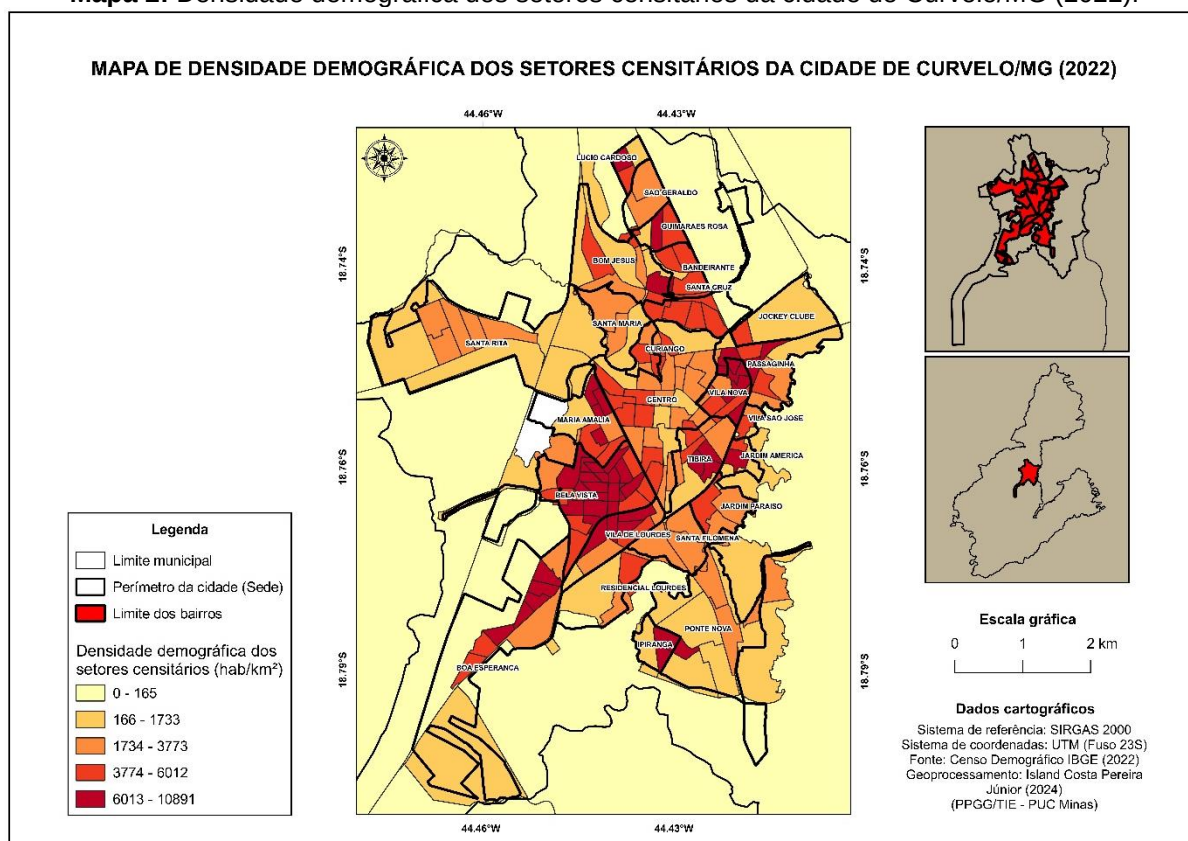
Fonte: IBGE (2022).

Percebe-se que a população do município dobrou nos últimos 50 anos. Toda

essa população habita em uma área total de 3.296,2 km², sendo a densidade demográfica de 24,47 habitantes por km². O IBGE (2024) informou que, infelizmente, não possui os dados da população por bairro de Curvelo, pois a administração da cidade não levou a lei de bairros a conhecimento do IBGE até a data de referência do Censo 2022. Entretanto, os dados da população dos setores censitários de Curvelo/MG do Censo Demográfico de 2022 estão disponíveis e, dessa maneira, foram utilizados para a elaboração do Mapa 2.

É importante destacar que, segundo Mota *et al.* (2018), a densidade demográfica é “o número médio de habitantes por quilômetros quadrados (hab/km²), ou seja, o número de pessoas em relação a uma unidade de área, geralmente os setores censitários”. Conforme apontado pelo IBGE (2011), o setor censitário representa a menor unidade de área territorial, constituída por uma região contínua que está totalmente inserida em áreas urbanas ou rurais e sua extensão é apropriada para a realização de pesquisas, abrangendo todo o território nacional, o que garante uma cobertura completa do país e assegura a coleta de estatísticas dentro dos prazos determinados.

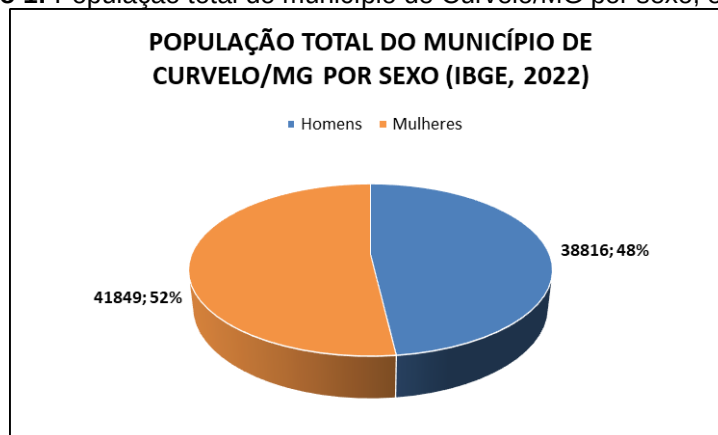
Mapa 2: Densidade demográfica dos setores censitários da cidade de Curvelo/MG (2022).



Fonte: IBGE (2022). **Geoprocessamento:** Autor (2024).

Nota-se que no Mapa 2, o bairro Bela Vista apresentou o maior quantitativo populacional dos setores censitários de Curvelo/MG, em 2022. O Gráfico 1, a seguir, mostra a população total de Curvelo/MG por sexo, em 2022.

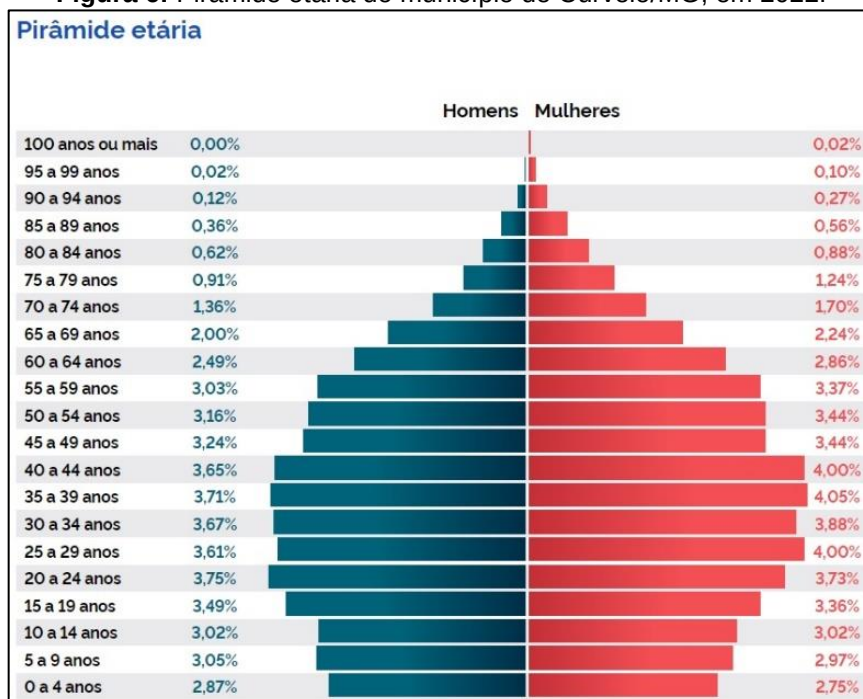
Gráfico 1: População total do município de Curvelo/MG por sexo, em 2022.



Fonte: IBGE (2022).

O total de mulheres é 4% a mais que o quantitativo de homens. A Figura 6 exibe essa população de acordo a faixa etária, segundo o último censo do IBGE (2022).

Figura 6: Pirâmide etária do município de Curvelo/MG, em 2022.



Fonte: IBGE (2022).

Pode-se perceber na Figura 6 que a base da pirâmide, que representa a população jovem (0 a 19 anos), é um pouco mais estreita em relação ao corpo, o que

significa uma menor natalidade. O corpo da pirâmide, que retrata a população adulta (20 a 59 anos), é mais largo que a base, o que indica alta sobrevivência dos adultos e uma menor taxa de mortalidade. Já o topo da pirâmide, que caracteriza a população idosa (60 anos ou mais), é mais estreito em relação ao corpo e a base, o que aponta menor expectativa de vida e maior taxa de mortalidade entre os idosos. Além disso, é possível identificar uma maior natalidade de homens de 0 a 4 anos (2,87%) em relação as mulheres de mesma faixa etária (2,75%), contudo, o percentual de mulheres é maior que o dos homens à partir da faixa de 25 a 29 anos.

Diante do que foi exposto, segundo Becker (2018), “as pirâmides etárias são representações gráficas que revelam a estrutura etária de uma população, permitindo análises sobre seu crescimento e envelhecimento”. Conforme Souza *et al.* (2020), fatores demográficos como a repartição da população por gênero e faixa etária são importantes na avaliação da pandemia de COVID-19, pois isso se deve ao fato de que os jovens têm a mesma probabilidade de contrair e espalhar o vírus, mas apresentam um risco reduzido de desenvolver formas severas da doença ou de falecer. Além disso, mediante a pesquisa realizada por Souza *et al.* (2020), observou-se que os homens experimentam um risco elevado de mortalidade, possivelmente relacionado a aspectos biológicos e comportamentais.

O salário médio mensal dos trabalhadores formais de Curvelo/MG, conforme o IBGE (2022), é de 1,8 salário mínimo. Ainda de acordo com o IBGE (2022), Curvelo/MG apresenta 82,5% de domicílios com esgotamento sanitário adequado, 58,7% de domicílios urbanos em vias públicas com arborização e 6,4% de domicílios urbanos em vias públicas com urbanização adequada (presença de bueiro, calçada, pavimentação e meio-fio).

A área de Curvelo, localizada em Minas Gerais, na parte elevada do São Francisco, possui seus ecossistemas de Cerrado na zona de concentração leste-sudeste. (RATTER *et al.*, 1996). Os Cerrados se estabelecem em solos que apresentam fatores restritivos, os quais podem ser de natureza química, caracterizados por baixa fertilidade e alta presença de alumínio trocável, ou de natureza física, com texturas e perfis de drenagem que variam de bons a intensamente drenados (REATTO e MARTINS, 2005; FERREIRA, 2007).

Segundo Ferreira (2007), as características do solo, juntamente com as condições climáticas dos cerrados, favorecem a formação de uma vegetação específica adaptada ao ambiente. A flora do Cerrado apresenta uma maior

resistência a períodos de seca, carências nutricionais e a várias toxinas (FERREIRA, 2007).

Sob a perspectiva hidrológica, as áreas de Cerrado, devido à presença de zonas de planalto, abrigam várias nascentes de rios e, por isso, são essenciais para a recarga de água, sendo reconhecidas como um significativo centro de produção hídrica das principais bacias hidrográficas na região central da América do Sul (LIMA e SILVA, 2005; RIBEIRO *et al.*, 2005; OLIVEIRA, 2006).

3.2 Etapas da Metodologia de Pesquisa

A metodologia de pesquisa se dividiu em 06 etapas, sendo:

- ✓ pesquisa bibliográfica;
- ✓ coletas dos dados da COVID-19 e das bases cartográficas;
- ✓ tratamento dos dados da COVID-19;
- ✓ elaboração do protótipo de geovisualização;
- ✓ avaliação e simulações;
- ✓ ajustes e publicação;
- ✓ análise espacial;

Na etapa da pesquisa bibliográfica, foram realizadas consultas às literaturas sobre a Geografia da Saúde, o novo Coronavírus e geovisualização.

A coleta dos dados da COVID-19 ocorreu à partir da visita realizada na Secretaria Municipal de Saúde de Curvelo/MG. O estudo foi abordado de forma quantitativa, pois foram coletadas as quantidades de casos positivos e óbitos notificados, de acordo com o período temporal, bairros, distritos, localidades e zonas rurais. O período temporal dos casos positivos foi de fevereiro/2020 a dezembro/2020 e dos óbitos foi de fevereiro/2020 a junho/2022. A Secretaria Municipal de Saúde informou que não possuía no sistema de saúde os casos positivos à partir de Janeiro/2021, por isso, há essa distinção temporal entre os casos positivos e óbitos. Importante ressaltar que houve também uma abordagem qualitativa, pois foi analisado os possíveis fatores que colaboraram para a disseminação do vírus.

As Figuras 7 e 8 ilustram o formulário de coleta de dados utilizado pelas Unidades de Saúde do município. Trata-se de um formulário padrão do Ministério da Saúde que é utilizado em todos os municípios do país.

Figura 7: Formulário de coleta de dados da COVID-19.

		Nº			
 MINISTÉRIO DA SAÚDE SECRETARIA DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE SIVEP-Gripe - SISTEMA DE INFORMAÇÃO DA VIGILÂNCIA EPIDEMIOLÓGICA DA GRIPE FICHA DE REGISTRO INDIVIDUAL - CASOS DE SÍNDROME RESPIRATÓRIA AGUDA GRAVE HOSPITALIZADO - 10/02/2023.					
CASO DE SÍNDROME RESPIRATÓRIA AGUDA GRAVE (SRAG-HOSPITALIZADO): Indivíduo com SG que apresente: dispneia/desconforto respiratório OU pressão persistente no tórax OU saturação de O2 menor que 95% em ar ambiente OU coloração azulada dos lábios ou rosto. Para efeito de notificação no SIVEP-Gripe, devem ser considerados os casos de SRAG hospitalizados ou os óbitos por SRAG independente de hospitalização.					
1	Data do preenchimento da ficha de notificação:	2	Data de 1ºs sintomas		
3	UF:	4	Município:		
		Código (IBGE):			
5	Unidade de Saúde:	Código (CNES):			
Dados do Paciente	6	Tem CPF? ☐ 1-Sim 2-Não	7	CPF:	
	8	Estrangeiro ☐ 1-Sim 2-Não			
	9	Cartão Nacional de Saúde (CNS):			
	10	Nome:		11	Sexo: ☐ 1-Masc. 2-Fem. 9-Ign
	12	Data de nascimento:	13	(Ou) Idade:	
			1-Dia 2-Mês 3-Ano		
	15	Raça/Cor: ☐ 1-Branca 2-Preta 3-Amarela 4-Parda 5-Indígena 9-Ignorado	14		Gestante: ☐
	16		Se indígena, qual etnia?		
	17		É membro de povo ou comunidade tradicional? ☐ 1-Sim 2-Não		
	18		Se sim, qual?		
Dados de residência	19	Escolaridade: ☐ 0-Sem escolaridade/Analfabeto 1-Fundamental 1º ciclo (1ª a 5ª série) 2-Fundamental 2º ciclo (6ª a 9ª série) 3-Médio (1º ao 3º ano) 4-Superior 5-Não se aplica 9-Ignorado			
	20	Ocupação:	21		Nome da mãe:
	22	CEP:	23		UF:
	24	Município:	Código (IBGE):		
	25	Bairro:	26	Logradouro (Rua, Avenida, etc.):	
			27	Nº:	
	28	Complemento (apto, casa, etc.):	29	(DDD) Telefone:	
			30		Zona: ☐ 1-Urbana 2-Rural 3-Periurbana 9-Ignorado
			31		País: (se residente fora do Brasil)
	Dados Clínicos e Epidemiológicos	32	Trata-se de caso nosocomial (infecção adquirida no hospital)? ☐ 1-Sim 2-Não 9-Ignorado		
33		Paciente trabalha ou tem contato direto com aves, suínos, ou outro animal? ☐ 1-Sim, aves e/ou suínos 2-Não, nenhum ☐ 3-Sim, outros, qual 9-Ignorado			
34		Sinais e Sintomas: 1-Sim 2-Não 9-Ignorado ☐ Febre ☐ Tosse ☐ Dor de Garganta ☐ Dispneia ☐ Desconforto Respiratório ☐ Saturação O2 < 95% ☐ Diarreia ☐ Vômito ☐ Dor abdominal ☐ Fadiga ☐ Perda do olfato ☐ Perda do paladar ☐ Outros			
35		Possui fatores de risco/comorbidades? ☐ 1-Sim 2-Não 9-Ignorado Se sim, qual(is)? (Marcar X) ☐ Púrpura (até 45 dias do parto) ☐ Doença Cardiovascular Crônica ☐ Doença Hematológica Crônica ☐ Síndrome de Down ☐ Doença Hepática Crônica ☐ Asma ☐ Diabetes mellitus ☐ Doença Neurológica Crônica ☐ Outra Pneumopatia Crônica ☐ Imunodeficiência/immunodepressão ☐ Doença Renal Crônica ☐ Obesidade, IMC ☐ Tabagismo ☐ Outros			
36		Recebeu vacina COVID-19? ☐ 1-Sim 2-Não 9-Ignorado			
37		Data da dose vacina COVID-19: Data da 1ª dose: Data da dose reforço: Data da 2ª dose: Data da 2ª dose reforço: Data da dose adicional:			
38		Fabricante vacina COVID-19: Fabricante 1ª dose: Fabricante 2ª dose: Fabricante dose reforço: Fabricante 2ª dose reforço: Fabricante dose adicional:			
39		Lote da vacina COVID-19: Lote 1ª dose: Lote 2ª dose: Lote dose reforço: Lote 2ª dose reforço: Lote dose adicional:			
40		Recebeu vacina contra Gripe na última campanha? ☐ 1-Sim 2-Não 9-Ignorado			
41		Data da vacinação:			
Atendimento	Se < 6 meses: a mãe recebeu a vacina? ☐ 1-Sim 2-Não 9-Ignorado Se sim, data:				
	a mãe amamenta a criança? ☐ 1-Sim 2-Não 9-Ignorado				
	Se >= 6 meses e <= 8 anos: Data da dose única 1/1: (dose única para crianças vacinadas em campanhas de anos anteriores) Data da 1ª dose: (1ª dose para crianças vacinadas pela primeira vez) Data da 2ª dose: (2ª dose para crianças vacinadas pela primeira vez)				
	42	Usou antiviral para gripe? ☐ 1-Sim 2-Não 9-Ignorado	43	Qual antiviral? ☐ 1- Oseltamivir 2-Zanamivir 3-Outro, especifique:	
	44	Data início do tratamento:			
	45	Recebeu tratamento antiviral para covid-19? ☐ 1-Sim 2-Não 9-Ignorado	46	Qual antiviral? ☐ 1- Nirmatrevir/ritonavir (Paxlovid®) 2- Baricitinibe (Olumiant®) 3- Outro, especifique	
	47	Data início do tratamento:			
	48	Houve internação? ☐ 1-Sim 2-Não 9-Ignorado	49	Data da internação por SRAG:	
	50	UF de internação:			
	51	Município de internação:	Código (IBGE):		
52	Unidade de Saúde de internação:	Código (CNES):			
53	Internado em UTI? ☐ 1-Sim 2-Não 9-Ignorado	54	Data da entrada na UTI:		
55	Data da saída da UTI:				

Fonte: Secretaria Municipal de Saúde de Curvelo/MG (2024).

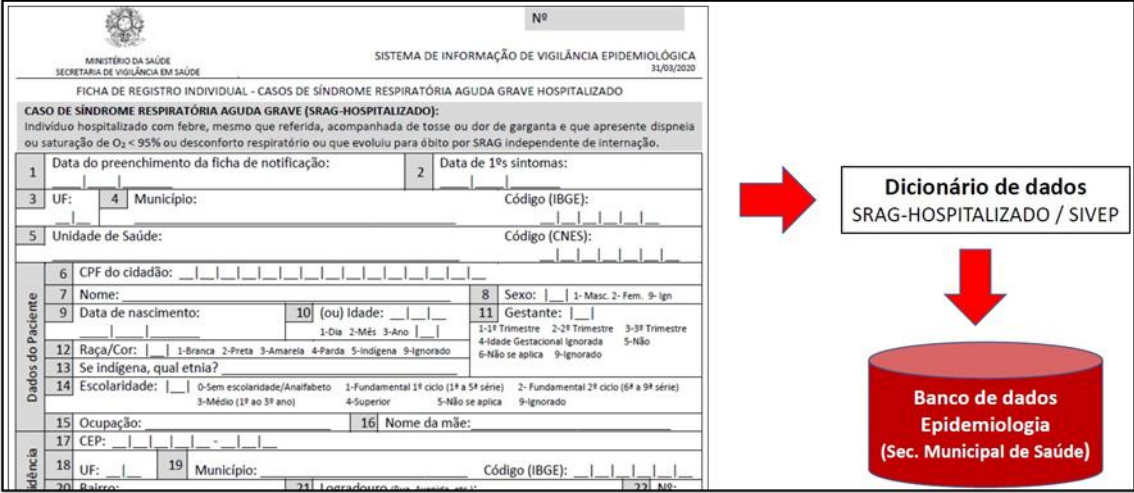
Figura 8: Formulário de coleta de dados da COVID-19 (continuação).

	56	Uso de suporte ventilatório: ☐ 1-Sim, invasivo 2-Sim, não invasivo 3-Não 9-Ignorado	57	Raio X de Tórax: ☐ 1-Normal 2-Infiltrado intersticial 3-Consolidação 4-Misto 5-Outro: 6-Não realizado 9-Ignorado	58	Data do Raio X:
	59	Aspecto Tomografia: ☐ 1-Típico covid-19 2-Indeterminado covid-19 3-Atípico covid-19 4-Negativo para Pneumonia 5-Outro 6-Não realizado 9-Ignorado	60	Data da tomografia:		
	61	Coletou amostra: ☐ 1-Sim 2-Não 9-Ignorado	62	Data da coleta:	63	Tipo de amostra: ☐ 1-Secção de Naso-orofaringe 2-Lavado Bronco-alveolar 3-Tecido post-mortem 4-Outra, qual? 5-LCR 9-Ignorado
Dados Laboratoriais	64	Nº Requisição do GAL:			65	Tipo do teste para pesquisa de antígenos virais: ☐ 1-Imunofluorescência (IF) 2-Teste rápido antígeno
	66	Data do resultado da pesquisa de antígenos:			67	Resultado da Teste antígeno: ☐ 1-positivo 2-Negativo 3-Inconclusivo 4-Não realizado 5-Aguardando resultado 9-Ignorado
	68	Laboratório que realizou o Teste antígeno:			Código (CNES):	
	69	Agente Etiológico - Teste antígeno: Positivo para Influenza? ☐ 1-Sim 2-Não 9-Ignorado Se sim, qual influenza? ☐ 1-Influenza A 2-Influenza B Positivo para outros vírus? ☐ 1-Sim 2-Não 9-Ignorado Se outros vírus respiratórios qual(is)? (marcar X) ☐ SARS-CoV-2 ☐ Vírus Sincial Respiratório ☐ Parainfluenza 1 ☐ Parainfluenza 2 ☐ Parainfluenza 3 ☐ Adenovírus ☐ Outro vírus respiratório, especifique:				
	70	Resultado da RT-PCR/outro método por Biologia Molecular: ☐ 1-Detectável 2-Não Detectável 3-Inconclusivo 4-Não realizado 5-Aguardando resultado 9-Ignorado			71	Data do resultado RT-PCR/outro método por Biologia Molecular:
	72	Agente Etiológico - RT-PCR/outro método por Biologia Molecular: Positivo para Influenza? ☐ 1-Sim 2-Não 9-Ignorado Se sim, qual influenza? ☐ 1-Influenza A 2-Influenza B Influenza A, qual subtipo? ☐ 1-Influenza A(H1N1)pdm09 2-Influenza A(H3N2) 3-Influenza A não subtipado 4-Influenza A não subtipável 5-Inconclusivo 6-Outro, especifique: Influenza B, qual linhagem? ☐ 1-Victoria 2-Yamagata 3-Não realizado 4-Inconclusivo 5-Outro, especifique: Positivo para outros vírus? ☐ 1-Sim 2-Não 9-Ignorado Se outros vírus respiratórios, qual(is)? (marcar X) ☐ SARS-CoV-2 ☐ Vírus Sincial Respiratório ☐ Parainfluenza 1 ☐ Parainfluenza 2 ☐ Parainfluenza 3 ☐ Parainfluenza 4 ☐ Adenovírus ☐ Metapneumovírus ☐ Bocavírus ☐ Rinovírus ☐ Outro vírus respiratório, especifique:				
	73	Laboratório que realizou RT-PCR/outro método por Biologia Molecular:			Código (CNES):	
	74	Tipo de amostra sorológica para SARS-CoV-2: ☐ 1-Sangue/plasma/soro 2-Outra, qual? 9-Ignorado			75	Data da coleta:
	76	Tipo de Sorologia para SARS-CoV-2: ☐ 1-Teste rápido 2-Elisa 3-Quimiluminescência 4-Outro, qual? Resultado do Teste Sorológico para SARS-CoV-2: ☐ IgG ☐ IgM ☐ IgA 1-Positivo 2-Negativo 3-Inconclusivo 4-Não realizado 5-Aguarda resultado 9-Ignorado			77	Data do resultado:
	78	Faz parte de uma cadeia de surto de SG? ☐ 1-Sim 2-Não 9-Ignorado			79	É um caso de co-deteção? ☐ 1-Sim 2-Não 9-Ignorado
Conclusão	80	Classificação final do caso: ☐ 1-SRAG por influenza 2-SRAG por outro vírus respiratório 3-SRAG por outro agente etiológico, qual 4-SRAG não especificado 5-SRAG por covid-19			81	Critério de Encerramento: ☐ 1-Laboratorial 2-Clinico Epidemiológico
	82	Evolução do Caso: ☐ 1-Cura 2-Óbito 3-Óbito por outras Causas 9-Ignorado			83	Data da alta ou óbito:
	84	Número D.O.:			85	
86	OBSERVAÇÕES:					
87	Profissional de Saúde Responsável:			88	Registro Conselho/Matrícula:	
SARS-CoV-2: Vigilância Genômica Epidemiológica e Reinfecção (campos a serem preenchidos pelas equipes de vigilância, conforme fluxo local):						
89	Designação da variante (OMS): ☐ 1-Ômicron 2-Delta 3-Alfa 4-Beta 5-Gama 6-Recombinante (Exemplos: XE, XF, XQ, XS...) 7-Outra, especifique:			90	Linhagem da variante:	
91	Método laboratorial mais recente: ☐ 1-Sequenciamento genômico completo 2-Sequenciamento genômico parcial 3-RT-PCR em tempo real de inferência 4-Outro, especifique:			92	Nome do laboratório:	
93	Código (CNES) do laboratório:			94	Data do resultado:	
95	Encerramento do caso (para VOC, VOI ou VUM): ☐ 1-Confirmado por Sequenciamento genômico completo 2-Provável por Sequenciamento genômico parcial 3-Sugestivo por RT-PCR de inferência 4-Sugestivo por vínculo epidemiológico 5-Descartado			96	Possível caso de reinfecção por covid-19? ☐ 1-Sim 2-Não 9-Ignorado	
97	Profissional responsável pelo preenchimento:			98	Estabelecimento responsável pelo preenchimento: Código (CNES):	

Fonte: Secretaria Municipal de Saúde de Curvelo/MG (2024).

Em seguida, esses dados são acondicionados em um banco de dados de epidemiologia na Secretaria Municipal de Saúde, conforme Figura 9.

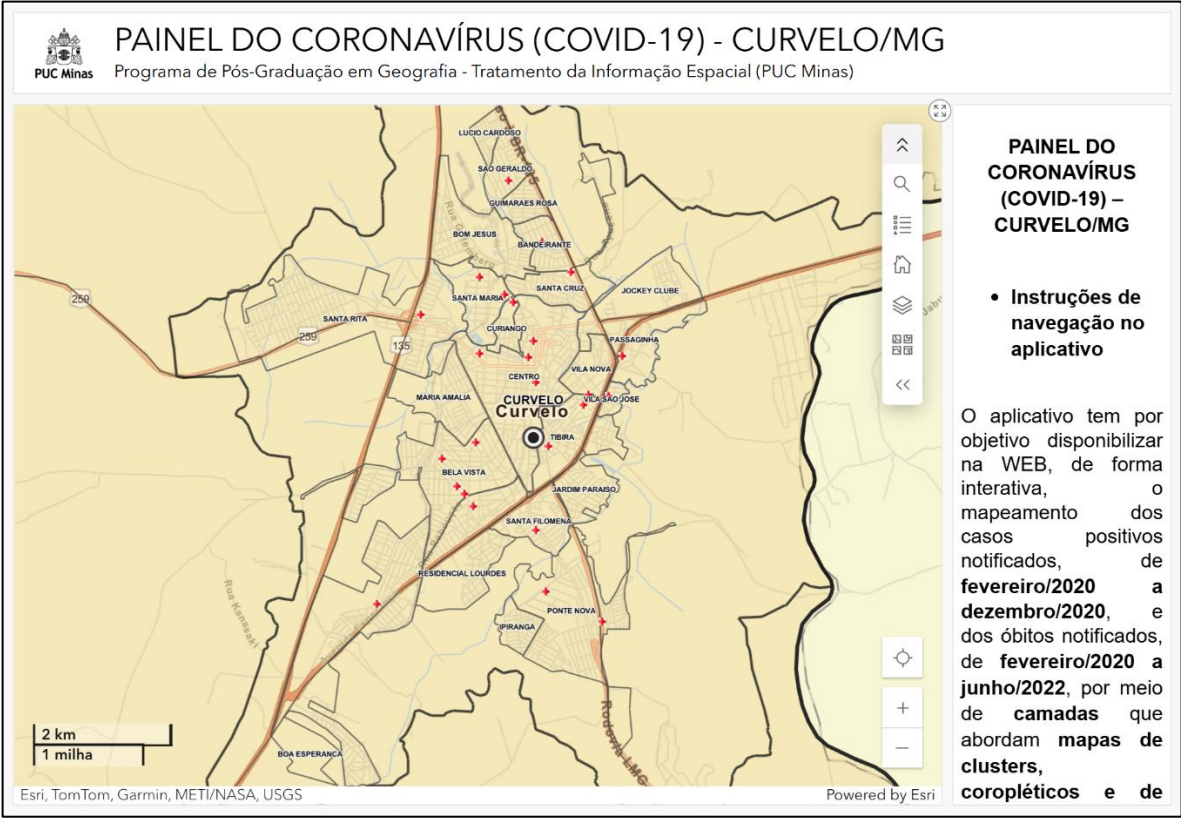
Figura 9: Banco de dados de epidemiologia.



Fonte: Secretaria Municipal de Saúde de Curvelo/MG (2024).

É importante ressaltar que os dados da COVID-19 foram preenchidos pelas Unidades de Saúde distribuídas por Curvelo, sendo elas o PAM (Posto de Assistência Médica), localizado no Centro e as ESFs (Estratégia de Saúde da Família), as quais são modelos de atenção primária que buscam fortalecer o Sistema Único de Saúde (SUS), proporcionando cuidados de saúde amplos e adaptados às necessidades dos moradores de cada área da cidade. A seguir, a Figura 10 mostra a localização das Unidades de Saúde em Curvelo.

Figura 10: Unidades de saúde da cidade Curvelo/MG.



Legenda	
Sede do município	
Unidades de saúde da cidade de Curvelo/MG	
Limites dos bairros da cidade de Curvelo/MG	
Perímetro urbano da sede do município	
Limite municipal	
Rodovias	

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Em relação a coleta das bases cartográficas, a Prefeitura Municipal de Curvelo/MG pôde ceder as camadas, a seguir, no formato .shp (pacote shapefile):

- ✓ Localizações da sede do município, dos distritos e das localidades;
- ✓ Limites do município, do perímetro urbano da sede do município, dos distritos, das localidades e dos bairros da cidade de Curvelo;
- ✓ Unidades de saúde da cidade de Curvelo.

As linhas de ônibus foram obtidas no sítio eletrônico da Prefeitura Municipal de Curvelo/MG e a camada das rodovias foi coletada no sítio eletrônico do IBGE.

O tratamento dos dados da COVID-19 foi realizado no Excel, organizando os casos positivos e óbitos de acordo com o período temporal, bairros, distritos, localidades e zonas rurais. Os seguintes períodos temporais foram definidos para a realização do agrupamento dos dados, considerando a realização de análises espaciais comparativas entre os períodos de tempo:

- ✓ fevereiro/2020 a dezembro/2020 → quantitativos dos casos positivos notificados nos distritos e nas localidades, os quais foram inseridos no protótipo;
- ✓ fevereiro/2020 a junho/2022 → quantitativos dos óbitos notificados nos distritos e nas localidades, os quais foram inseridos no protótipo;
- ✓ fevereiro/2020 a dezembro/2020 → quantitativos dos óbitos notificados nos distritos e nas localidades, os quais foram inseridos no protótipo;
- ✓ fevereiro/2020 a dezembro/2020 → quantitativos dos casos positivos notificados nos bairros da cidade de Curvelo os quais foram inseridos no protótipo;
- ✓ fevereiro/2020 a junho/2020 → quantitativos dos casos positivos notificados nos bairros da cidade de Curvelo, os quais foram inseridos no protótipo;
- ✓ julho/2020 a dezembro/2020 → quantitativos dos casos positivos notificados nos bairros da cidade de Curvelo, os quais foram inseridos no protótipo;
- ✓ fevereiro/2020 a junho/2022 → quantitativos dos óbitos notificados nos bairros da cidade de Curvelo, os quais foram inseridos no protótipo;
- ✓ fevereiro/2020 a junho/2020 → quantitativos dos óbitos notificados nos bairros da cidade de Curvelo, os quais foram inseridos no protótipo;
- ✓ julho/2020 a dezembro/2020 → quantitativos dos óbitos notificados nos

bairros da cidade de Curvelo, os quais foram inseridos no protótipo;

- ✓ janeiro/2021 a junho/2021 → quantitativos dos óbitos notificados nos bairros da cidade de Curvelo, os quais foram inseridos no protótipo;
- ✓ julho/2021 a dezembro/2021 → quantitativos dos óbitos notificados nos bairros da cidade de Curvelo, os quais foram inseridos no protótipo;
- ✓ janeiro/2022 a junho/2022 → quantitativos dos óbitos notificados nos bairros da cidade de Curvelo, os quais foram inseridos no protótipo.

A elaboração do protótipo de geovisualização se iniciou com a utilização do ArcGis Online. Com o software aberto, um novo projeto foi criado e salvo com o título: “Protótipo de Geovisualização - Mapeamento COVID-19 - Curvelo/MG”. Após isso, as seguintes bases cartográficas, no formato .shp (pacote shapefile) foram adicionadas:

- ✓ Localizações da sede do município, dos distritos e das localidades;
- ✓ Limites do município, do perímetro urbano da sede do município, dos distritos, das localidades e dos bairros da cidade de Curvelo/MG;
- ✓ Unidades de saúde da cidade de Curvelo/MG;
- ✓ Rodovias.

Por conseguinte, houve a necessidade de utilizar o GGIS 3.28 para a configuração das linhas de ônibus, uma vez que elas estavam disponíveis no formato .kml. Em seguida, o referido software foi acionado, um novo projeto foi criado e as camadas das linhas de ônibus, no formato .kml, foram adicionadas para que sejam configuradas com cores distintas. Logo na sequência, as linhas foram salvas no formato .shp e inseridas no protótipo criado no ArcGis Online.

Os dados dos casos positivos e óbitos dos bairros da cidade de Curvelo, dos distritos e das localidades foram inseridos como camadas vetoriais no projeto do software QGIS 3.28. Por conseguinte, foi realizada a representação colorida desses dados vetoriais por meio de mapas de clusters, coropléticos e de calor (*heatmaps*) para representar a intensidade de casos positivos e óbitos notificados no município de Curvelo.

Segundo Halkidi (2001), a análise de cluster é uma das técnicas mais usadas no processo de mineração de dados para descoberta de agrupamentos e identificação de significativas distribuições e padrões para compreensão dos dados. Nesse trabalho

acadêmico, os mapas de clusters possuem uma relação de proporcionalidade entre os símbolos, sendo representados por círculos.

O mapa coroplético, o qual é graduado em cores por meio de uma escala, de acordo com MacEachren (1994), representa dados numéricos sobre áreas, ou seja, a dimensão do fenômeno é a área, e o nível de medida é numérico, mediante os conceitos da teoria de linguagem cartográfica.

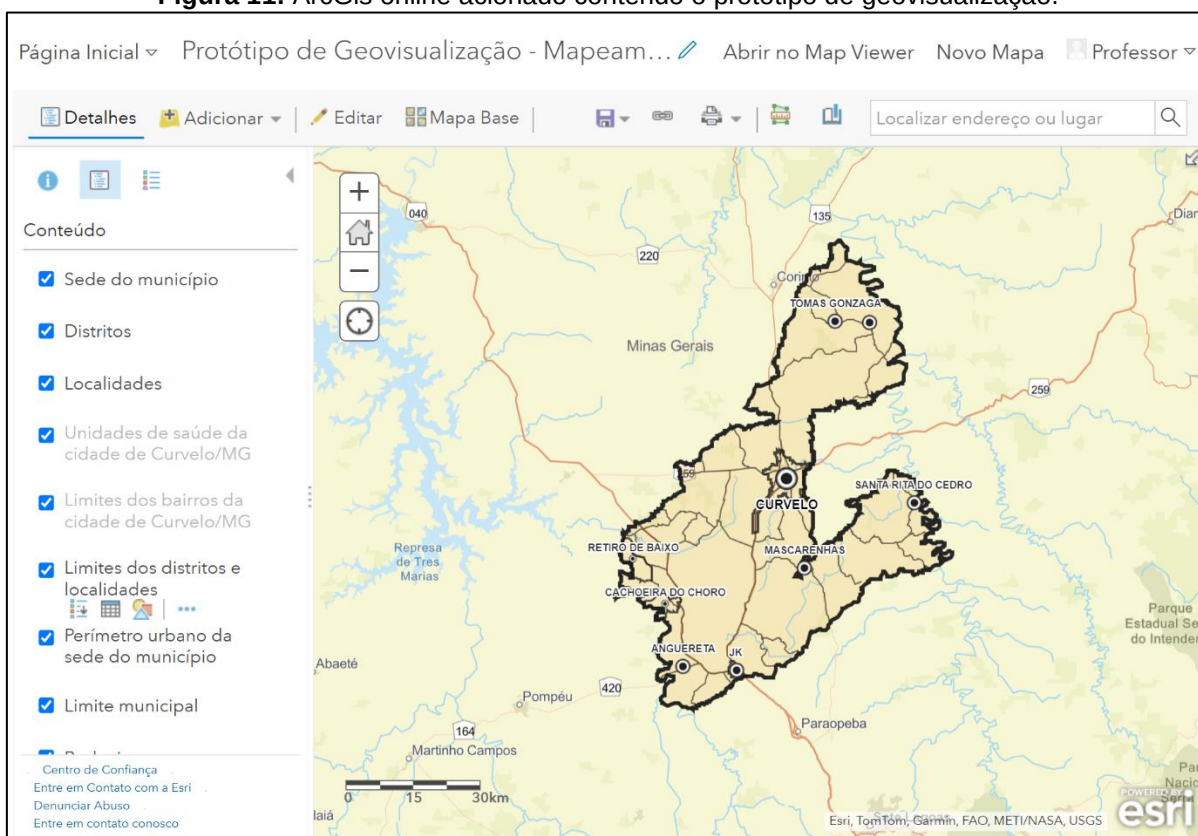
O mapa de calor ou *heatmap*, segundo Fernandez *et al.* (2017), trata-se de um representante da tecnologia que permite a visualização direta de dados sem a redução de dimensionalidade. Bujack *et al.* (2018) destacou a relevância da escolha das cores para o *heatmap*, que deve apresentar uma variação entre as cores visíveis para o olho humano e que auxiliem na interpretação dos resultados. Os mapas de calor (*heatmaps*) elaborados nesta pesquisa possuem uma legenda com uma escala de cores, sendo mais intensas para um quantitativo maior e menos intensas para um quantitativo menor.

É importante frisar que os dados dos mapas de clusters e coropléticos foram agrupados em classes e método de limites ou quebras naturais foi escolhido para essa finalidade. De acordo com Mitchell (1999), a classificação dos dados por limites ou quebras naturais busca agrupamentos e padrões intrínsecos aos dados, de modo que os valores dentro de uma mesma classe tendam a ser similares e os valores dentro de classes diferentes tendem a ser diferentes. Ainda segundo Mitchell (1999), esse método é adequado para mapear valores de dados distribuídos de forma desigual, pois agrupa valores próximos, colocando-os na mesma classe e, além disso, os limites são definidos onde há quebras entre grupos de valores.

Os arquivos do pacote shapefile de cada mapa realizado foram compactados à uma pasta *.zip* para adicionar as camadas no software online. Os mapas foram editados no referido programa e foram apresentados conforme os princípios da semiologia gráfica, que oferece o embasamento teórico para a normatização dos elementos cartográficos, conforme relata Bertin (1967).

A seguir, a Figura 11 apresenta o ArcGis Online acionado contendo o protótipo de geovisualização.

Figura 11: ArcGis online acionado contendo o protótipo de geovisualização.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Após a elaboração no QGIS 3.28 dos mapas de calor, de clusters e coropléticos, os citados mapas foram salvos no formato .shp e inseridos no protótipo de geovisualização no ArcGis Online. É importante destacar que, em função de algumas desvantagens do ArcGis Online, foi necessário manusear o QGIS 3.28. Por isso, a seguir, estão elencadas as principais vantagens e desvantagens dos 2 softwares, em relação a confecção do protótipo de geovisualização:

Vantagens do ArcGis Online:

- ✓ Publicação e compartilhamento com outros usuários;
- ✓ Controle de acesso com definição de níveis de permissão para diferentes usuários ou grupos;
- ✓ Atualizações realizadas automaticamente, pois se trata de um sistema em nuvem, o que garante o acesso à versão mais recente;
- ✓ Plataforma intuitiva e fácil de usar, com uma interface amigável;
- ✓ Acessível em qualquer dispositivo com acesso à internet, o que facilita a colaboração e o trabalho em movimento;

- ✓ Geoprocessamento (análises espaciais) com o uso de diversas ferramentas.

Desvantagens do ArcGis Online:

- ✓ Custo Elevado;
- ✓ Dependência de conectividade com a internet.

Vantagens do QGIS:

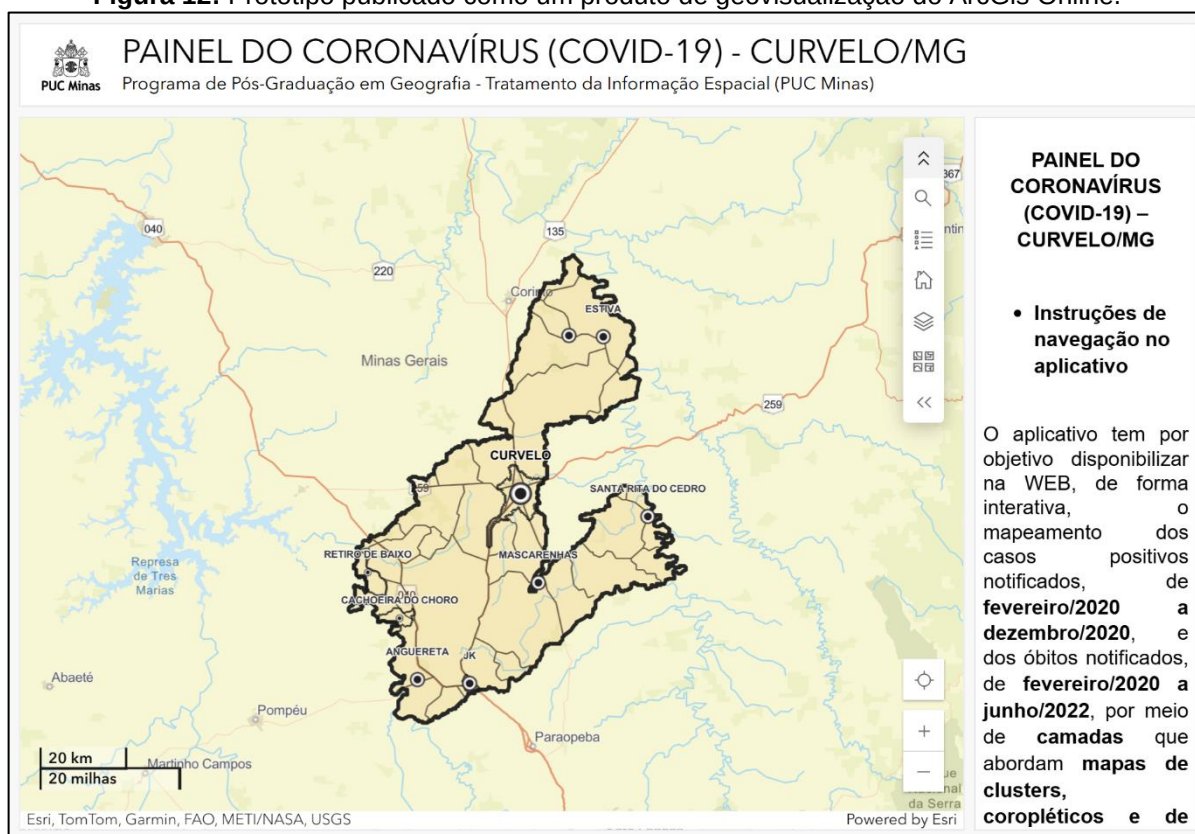
- ✓ Software livre e de código aberto, o que significa que é gratuito e acessível a todos;
- ✓ Personalização da interface e a adição de plugins para ampliar as funcionalidades, adaptando-o a diferentes necessidades;
- ✓ Compatível com uma ampla variedade de formatos de dados geoespaciais, facilitando a integração com outros softwares e sistemas;

Desvantagem do QGIS:

- ✓ Manuseio pouco intuitivo sobre as funcionalidades do programa.

Na etapa de avaliação e simulações, as interfaces e interações do protótipo foram testadas e simuladas. Observa-se a utilização do sistema de informação geográfica para perceber possíveis ajustes a ser realizados. Na etapa de ajustes e publicação, os ajustes levantados na etapa anterior foram efetivados para melhorar a visualização dos dados da COVID-19 e, em seguida, o protótipo foi publicado sob a forma de um produto de geovisualização do ArcGis Online. A Figura 12 adiante apresenta o protótipo publicado que pode ser visualizado completamente por meio do link <https://www.arcgis.com/apps/dashboards/a87fe77aa7d843ecacc17f77fdef03de>.

Figura 12: Protótipo publicado como um produto de geovisualização do ArcGis Online.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Por fim, na etapa de análise espacial, os dados mostrados no protótipo mediante os mapas foram analisados e os resultados e discussões serão apresentadas no tópico seguinte deste trabalho acadêmico.

4. Resultados e discussões

Após a realização das etapas citadas na metodologia, o protótipo desenvolvido é um produto de geovisualização, conforme informado anteriormente. O aplicativo tem por objetivo disponibilizar na WEB, de forma interativa, o mapeamento dos casos positivos notificados, de fevereiro/2020 a dezembro/2020, e dos óbitos notificados, de fevereiro/2020 a junho/2022, por meio de camadas que abordam mapas de clusters, coropléticos e de calor (*heatmaps*) e, com isso, fornecer aos gestores públicos informações de interpretação intuitiva para aprimorar o monitoramento, controle e formulação de políticas públicas efetivas de combate à COVID-19, identificando possíveis padrões espaciais e áreas com diferentes níveis de exposição ao vírus.

Na abertura do aplicativo, surgem camadas habilitadas previamente. Recomenda-se que o usuário utilize o recurso de habilitar e desabilitar a camada, estabelecendo as superposições que atendam suas expectativas de análise.

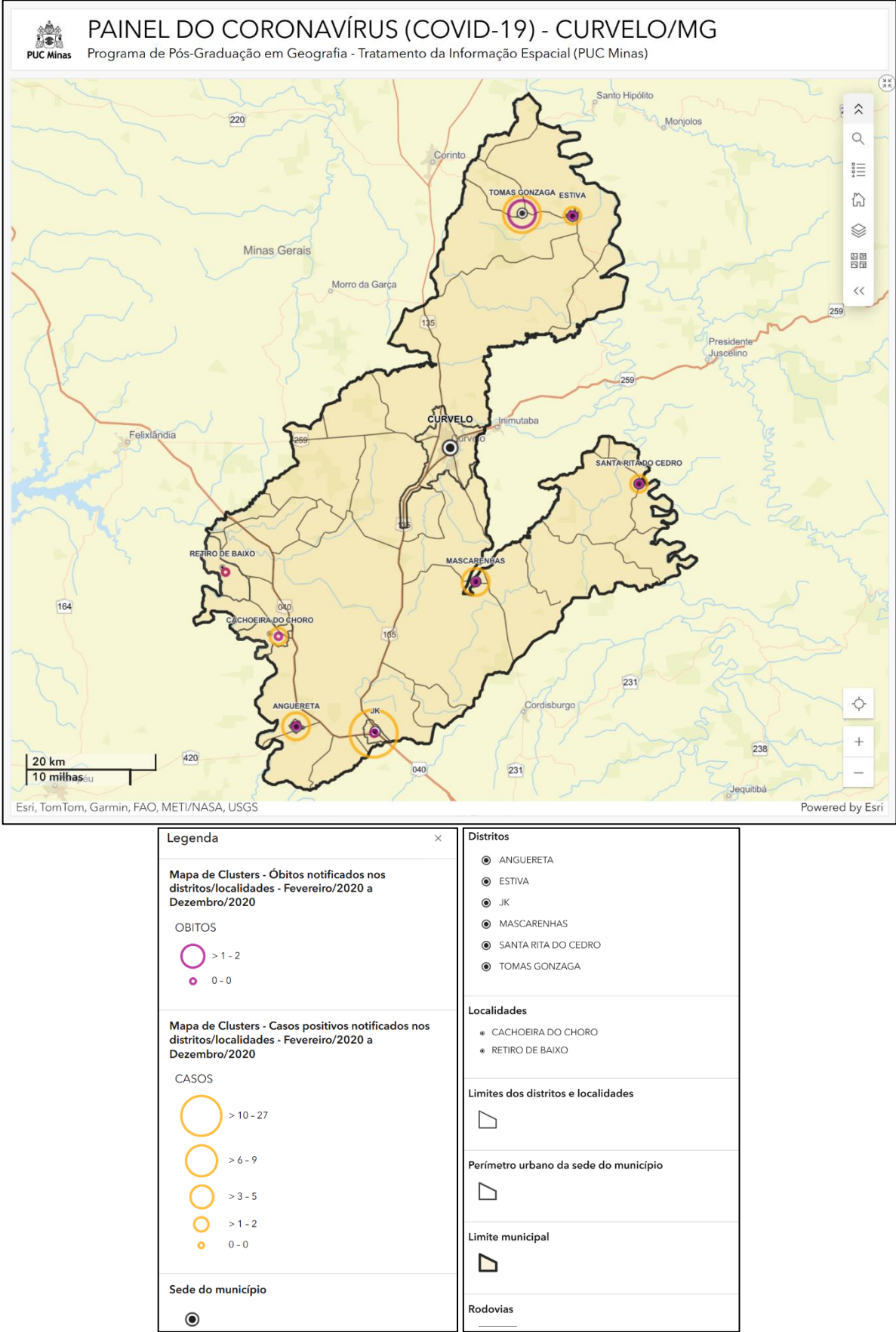
Para otimizar a interatividade, o aplicativo é disponibilizado em camadas, cujo ícone de acesso encontra-se na barra lateral superior à direita da tela, que mostra também os ícones “Pesquisar”, “Página inicial”, “Legenda” e “Mapas base”. No lado direito inferior da tela, se encontram também os ícones “Redefinir orientação de mapa”, “Encontrar meu local”, “Mais zoom” e “Menos zoom”.

Ao clicar no ícone das camadas, o aplicativo abre logo abaixo a lista de camadas disponíveis. Ao habilitar qualquer camada de algum mapa (clusters, coroplético e de calor), a legenda do referido mapa aparecerá no ícone “Legendas”.

Para visualizar o quantitativo dos casos positivos e óbitos, é necessário habilitar a camada do mapa desejado e clicar no centroide do bairro ou distrito/localidade, assim, uma janela será aberta contendo o quantitativo de casos positivos ou óbitos naquele bairro da cidade de Curvelo/MG ou distrito/localidade. Ademais, ao clicar em qualquer ponto da camada de unidades de saúde da cidade de Curvelo/MG, uma janela será aberta contendo nome, endereço, telefone e horário de funcionamento da referida unidade de saúde.

Baseado nisso, as análises espaciais foram realizadas no município de Curvelo/MG. À princípio, um comparativo foi feito entre os casos positivos e óbitos notificados nos distritos/localidades, no período de fevereiro/2020 a dezembro/2020. A Figura 13 abaixo apresenta os mapas de clusters desse panorama mencionado.

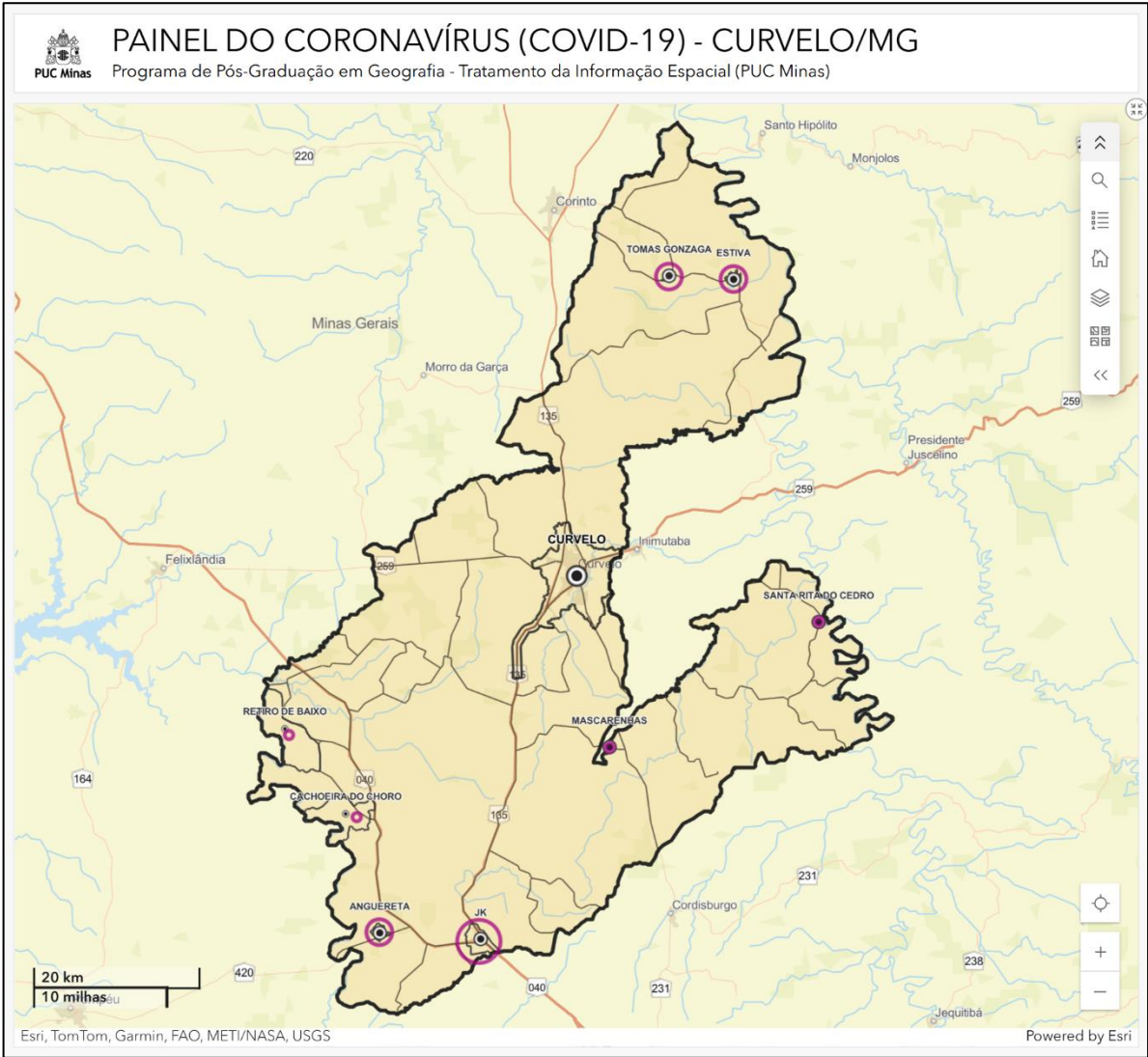
Figura 13: Mapa de Clusters dos casos positivos e óbitos notificados nos distritos/localidades, no período de fevereiro/2020 a dezembro/2020.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Percebe-se que o distrito de JK apresentou o maior número de casos positivos notificados nesse período, sendo 27, no total. Já o distrito de Tomás Gonzaga teve o maior número de óbitos no mesmo período com o quantitativo de 2 notificações. Ao realizar a habilitação da camada de mapa de clusters dos óbitos notificados nos distritos/localidades, no período de fevereiro/2020 a junho/2022, o cenário dos óbitos notificados se modificou. A Figura 14 mostra esse mapa de clusters acionado.

Figura 14: Mapa de Clusters dos óbitos notificados nos distritos/localidades, no período de fevereiro/2020 a junho/2022.



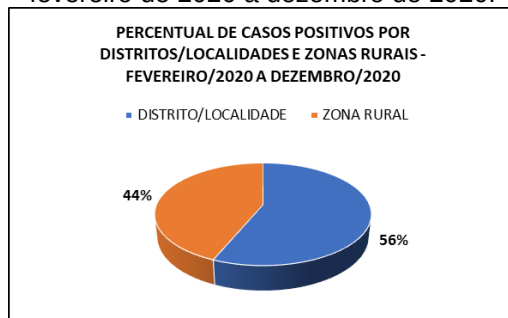
Legenda	Localidades
Mapa de Clusters - Óbitos notificados nos distritos/localidades - Fevereiro/2020 a Junho/2022	- CACHOEIRA DO CHORO - RETIRO DE BAIXO
OBITOS > 3 - 8 > 1 - 2 0 - 0	Limites dos distritos e localidades
Sede do município	Perímetro urbano da sede do município
Distritos - ANGUERETA - ESTIVA - JK - MASCARENHAS - SANTA RITA DO CEDRO - TOMAS GONZAGA	Limite municipal
	Rodovias

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Conforme visto na Figura 14, o distrito de JK teve o maior número de óbitos durante o período informado, sendo 8 notificados.

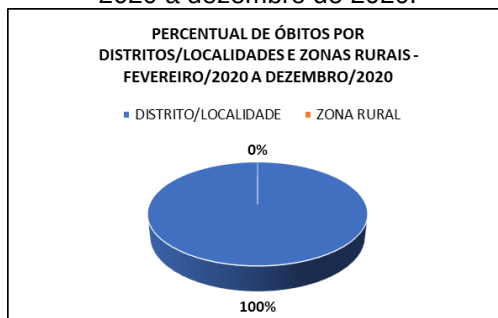
Pode-se perceber também que o percentual de casos positivos e de óbitos nos distritos/localidades durante o período de fevereiro de 2020 a dezembro de 2020 foi maior que nas zonas rurais. Os Gráficos 2 e 3, a seguir, mostram essa questão.

Gráfico 2: Percentual de casos positivos nos distritos, localidades e zonas rurais no período de fevereiro de 2020 a dezembro de 2020.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

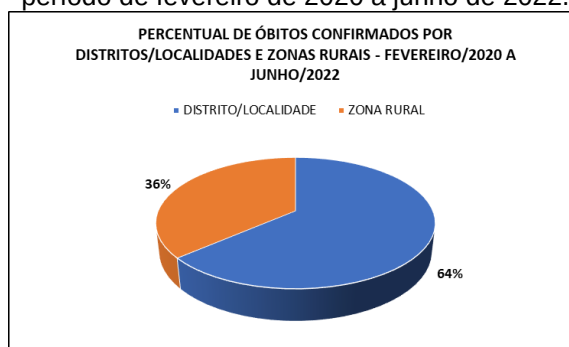
Gráfico 3: Percentual de óbitos nos distritos, localidades e zonas rurais no período de fevereiro de 2020 a dezembro de 2020.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Ademais, é importante ressaltar que os casos positivos e óbitos mostrados nos Gráficos 2 e 3 representam somente os percentuais dos distritos/localidades mostrados na Figura 13, uma vez que as zonas rurais não possuem base cartográfica elaborada, o que impossibilitou a geovisualização dos dados das zonas rurais no protótipo. A mesma situação se aplica para os óbitos apresentados na Figura 14, pois estão atrelados ao percentual dos distritos e localidades constantes no Gráfico 4.

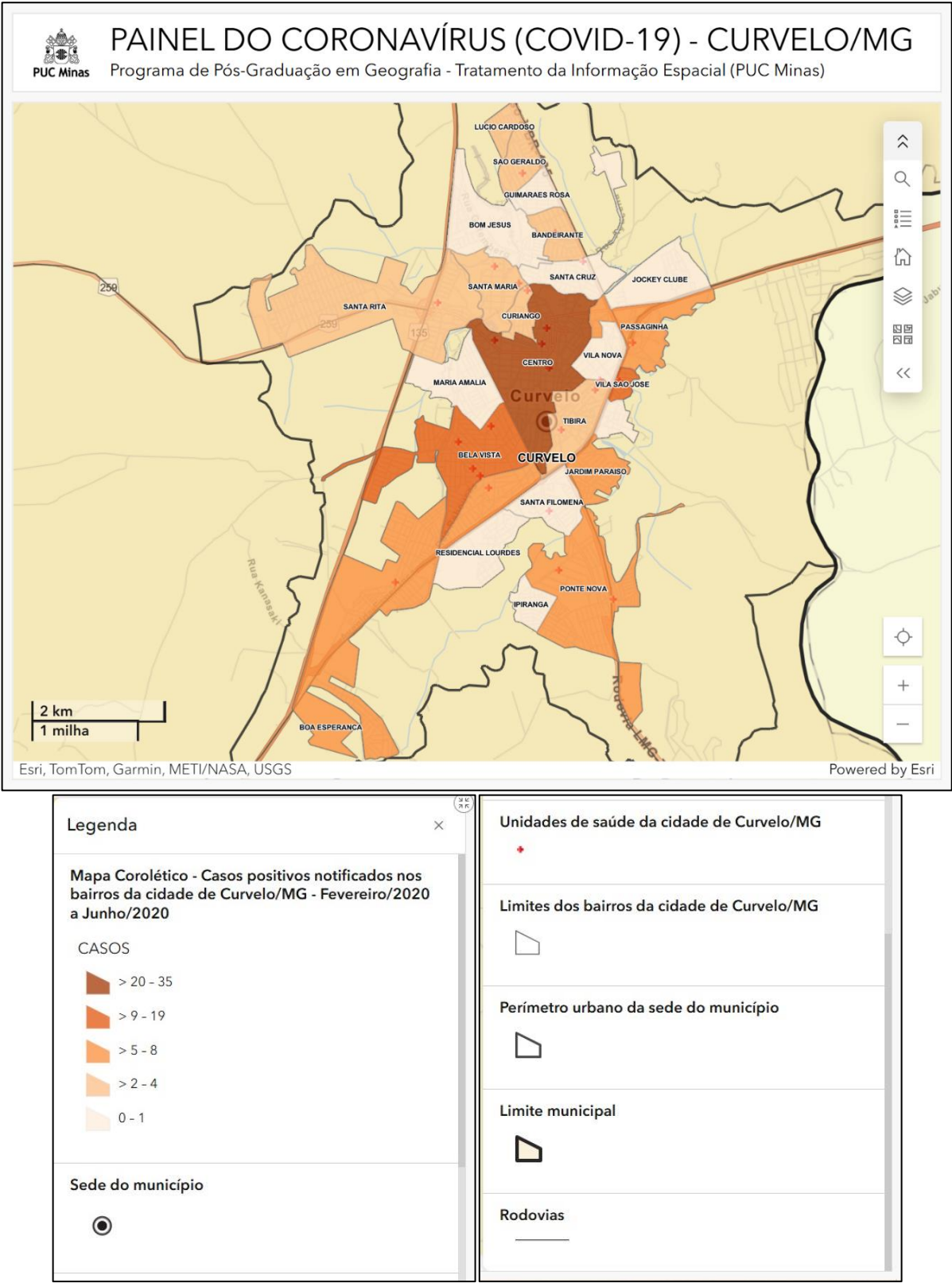
Gráfico 4: Percentual de casos positivos e de óbitos nos distritos, localidades e zonas rurais no período de fevereiro de 2020 a junho de 2022.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

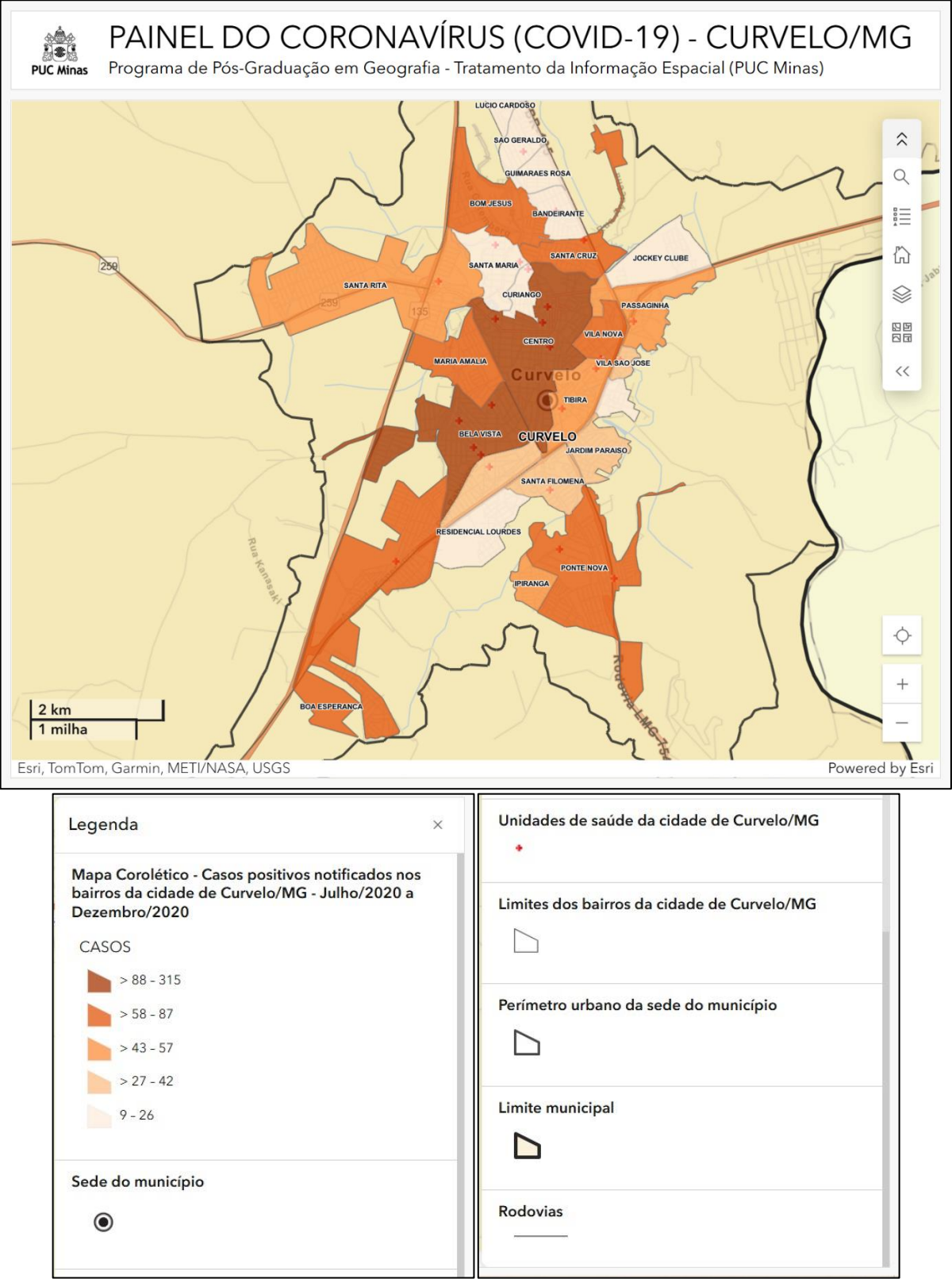
Foi realizada uma coleção de mapas coropléticos extraídos do protótipo de geovisualização dos casos positivos notificados nos bairros da cidade de Curvelo/MG, no período de fevereiro de 2020 a dezembro de 2020, conforme as Figuras 15, 16 e 17.

Figura 15: Mapa coroplético extraído do protótipo de geovisualização dos casos positivos notificados nos bairros da cidade de Curvelo/MG, no período de fevereiro/2020 a junho/2020.



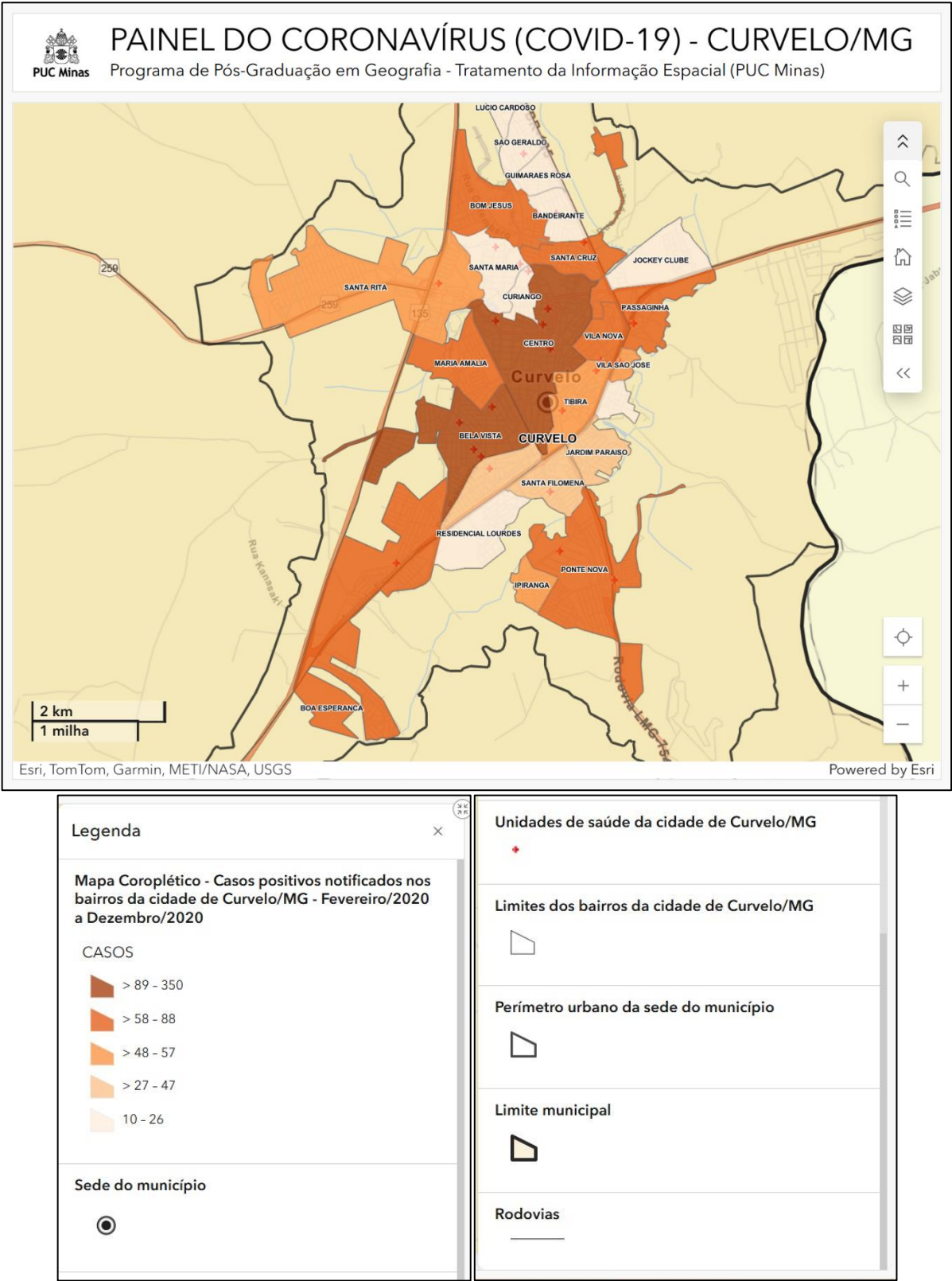
Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Figura 16: Mapa coroplético extraído do protótipo de geovisualização dos casos positivos notificados nos bairros da cidade de Curvelo/MG, no período de julho/2020 a dezembro/2020.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

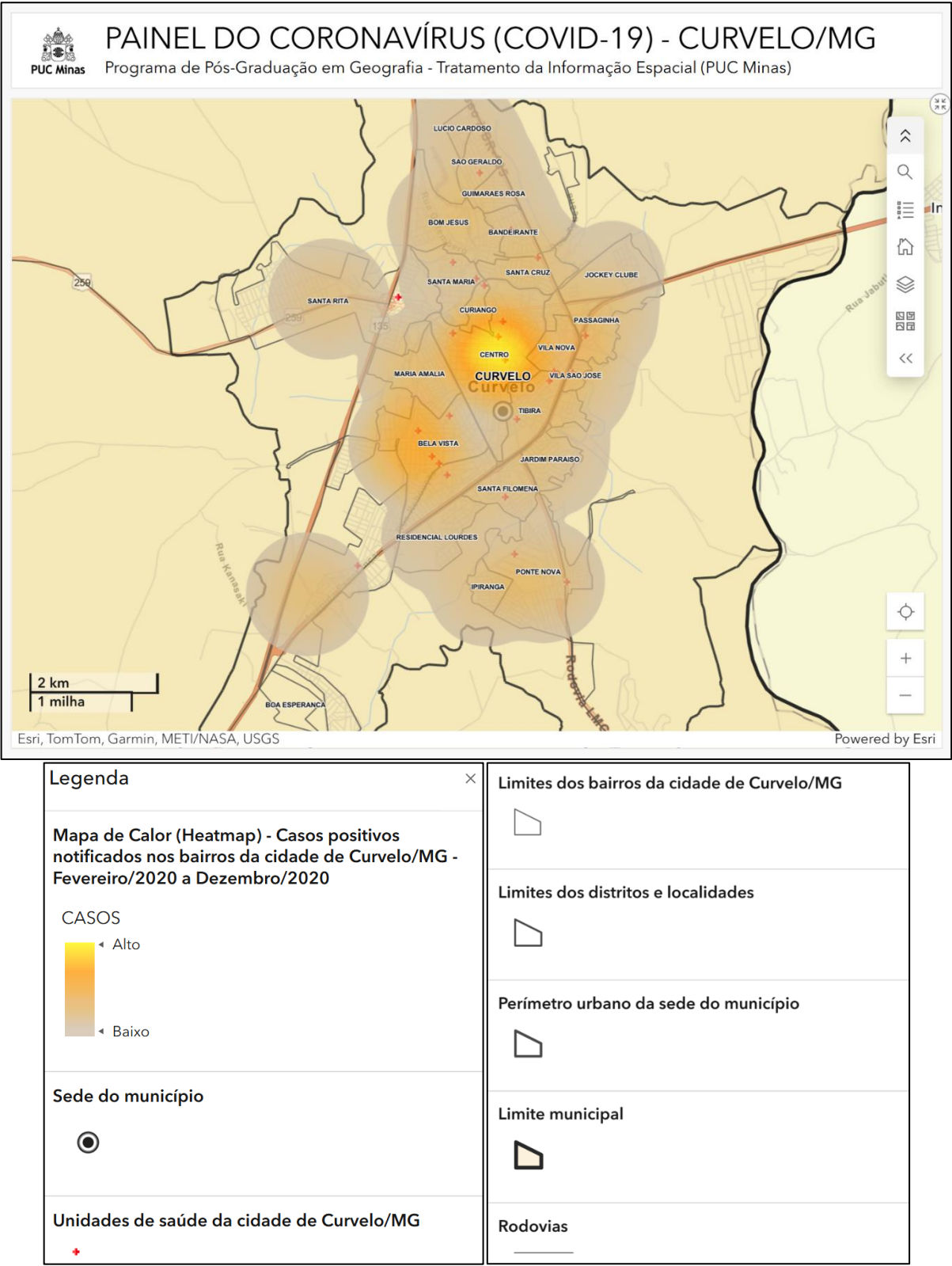
Figura 17: Mapa coroplético extraído do protótipo de geovisualização dos casos positivos notificados nos bairros da cidade de Curvelo/MG, no período de fevereiro/2020 a dezembro/2020.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

É possível identificar nessa coleção de mapas coropléticos que o quantitativo de casos positivos foi bem acentuado na região central da cidade, especialmente nos bairros Centro e Bela Vista. Além disso, pode-se perceber que no período de fevereiro/2020 a junho/2020, a quantidade de casos positivos foi bem menor em relação ao período de julho/2020 a dezembro/2020. Isso significa que o vírus da COVID-19 começou a se dissipar, de forma mais intensa, no segundo semestre do referido ano. A Figura 18 apresenta um mapa de calor (*heatmap*) dos casos positivos notificados nos bairros da cidade de Curvelo/MG no período de fevereiro/2020 a dezembro/2020.

Figura 18: Mapa de Calor (Heatmap) dos casos positivos notificados nos bairros da cidade de Curvelo/MG no período de fevereiro/2020 a dezembro/2020.

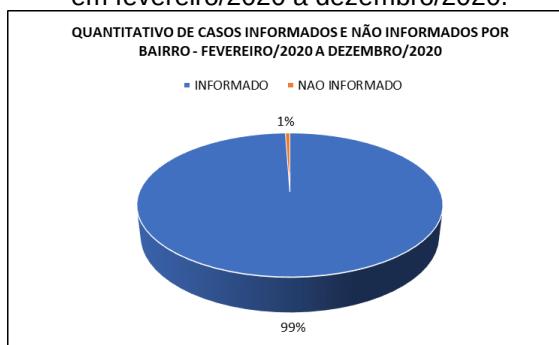


Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Nota-se que as cores mais fortes estão sobrepondo os bairros Centro e Bela Vista, o que corrobora com o que foi dito anteriormente sobre a Figura 17.

Os dados dos casos positivos apresentados nos mapas coropléticos e de calor (*heatmap*) nas Figuras 17 e 18, respectivamente, equivalem a 99% do total de casos positivos ocorridos nos bairros da cidade de Curvelo/MG no período de fevereiro/2020 a dezembro/2020, conforme pode ser visualizado no Gráfico 5.

Gráfico 5: Quantitativo de casos informados e não informado por bairro da cidade de Curvelo/MG, em fevereiro/2020 a dezembro/2020.

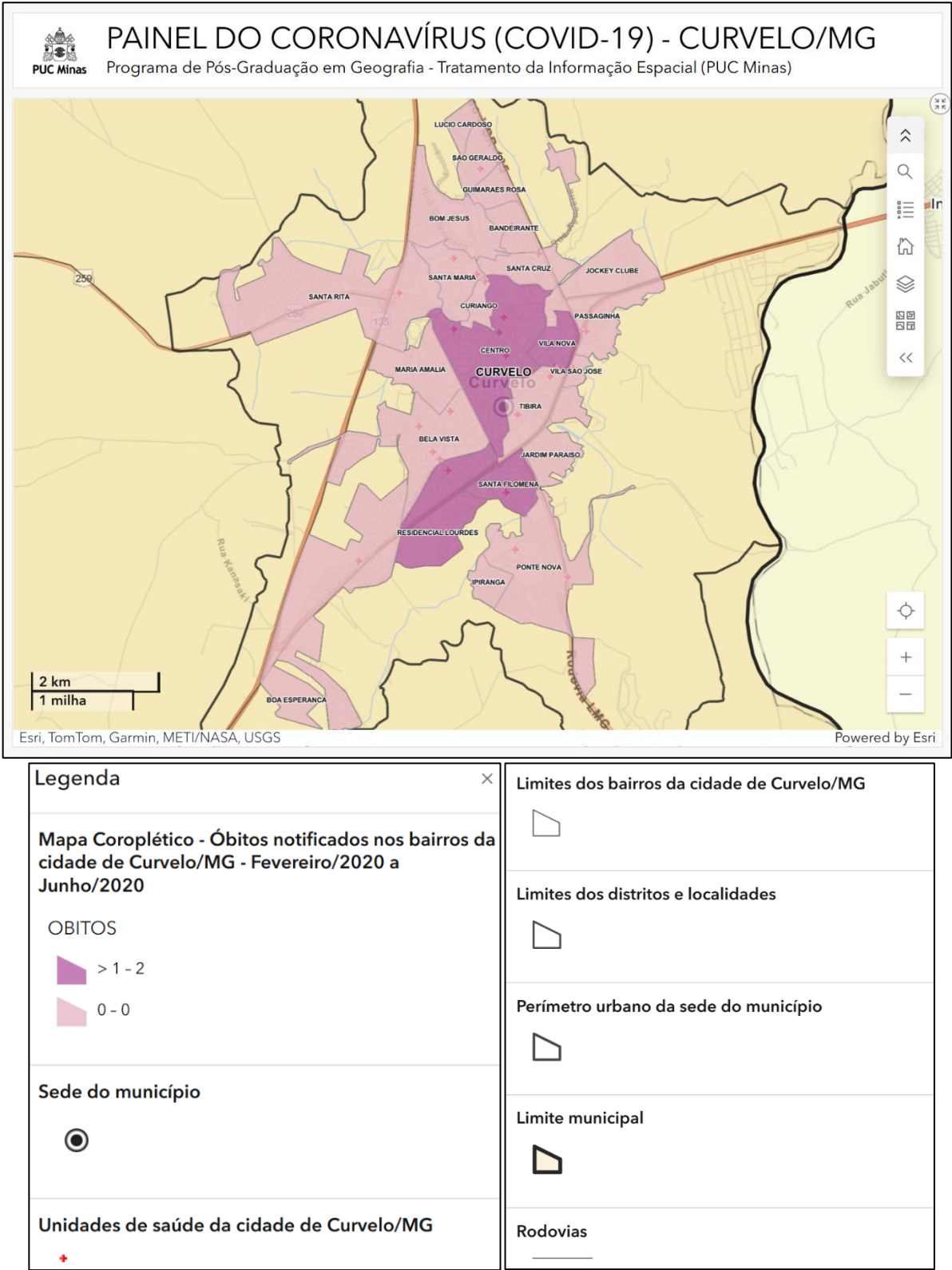


Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Assim, o quantitativo de 1% equivale aos casos positivos que não tinham o bairro definido, por isso, não foram inseridos no protótipo de geovisualização.

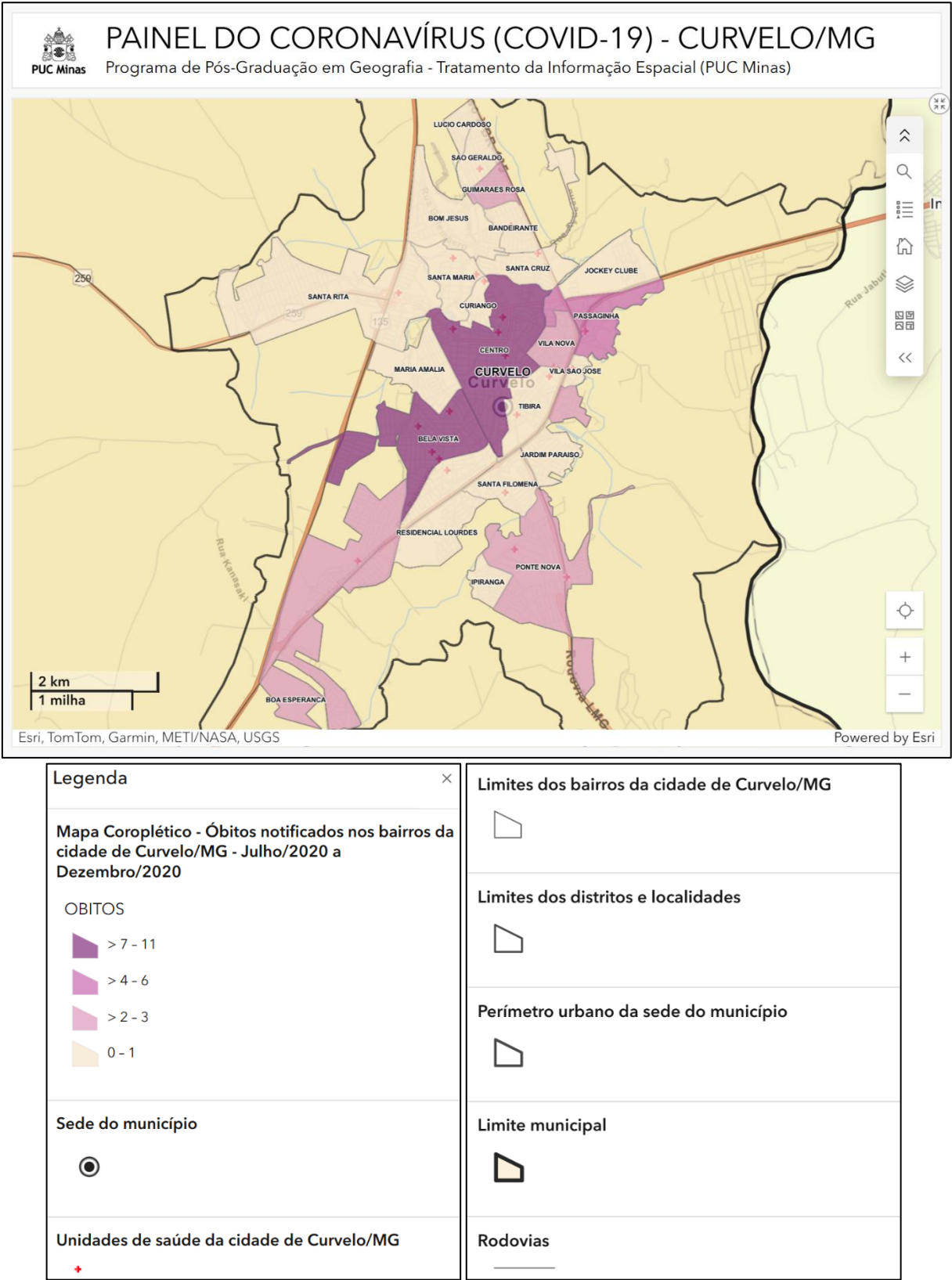
Em relação aos óbitos, as Figuras 19, 20, 21, 22, 23 e 24 a seguir apresentam os mapas coropléticos dos óbitos notificados nos bairros da cidade de Curvelo/MG em fevereiro de 2020 a junho de 2022.

Figura 19: Mapa coroplético dos óbitos notificados nos bairros da cidade de Curvelo/MG em fevereiro de 2020 a junho de 2020.



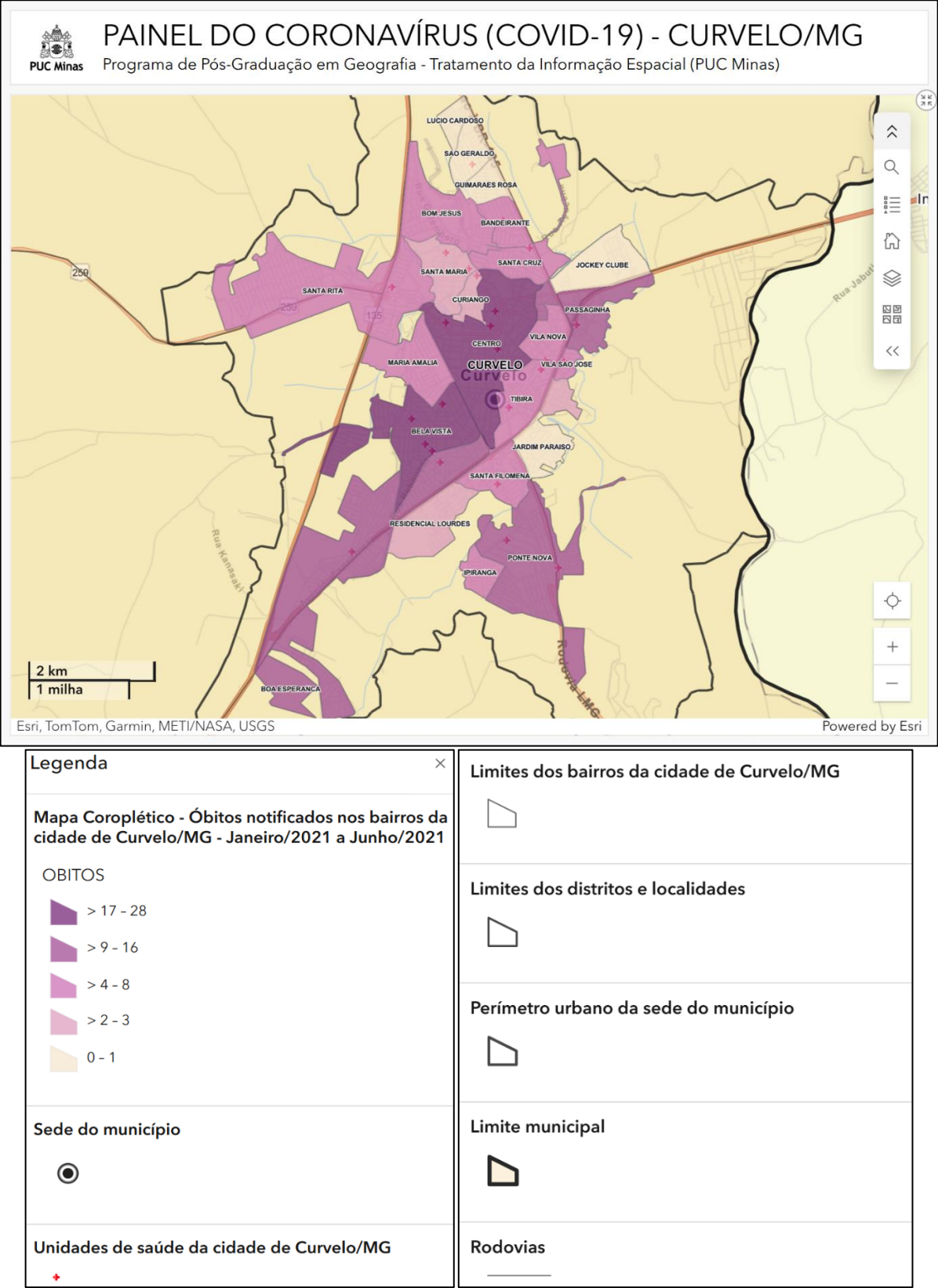
Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Figura 20: Mapa coroplético dos óbitos notificados nos bairros da cidade de Curvelo/MG em julho de 2020 a dezembro de 2020.



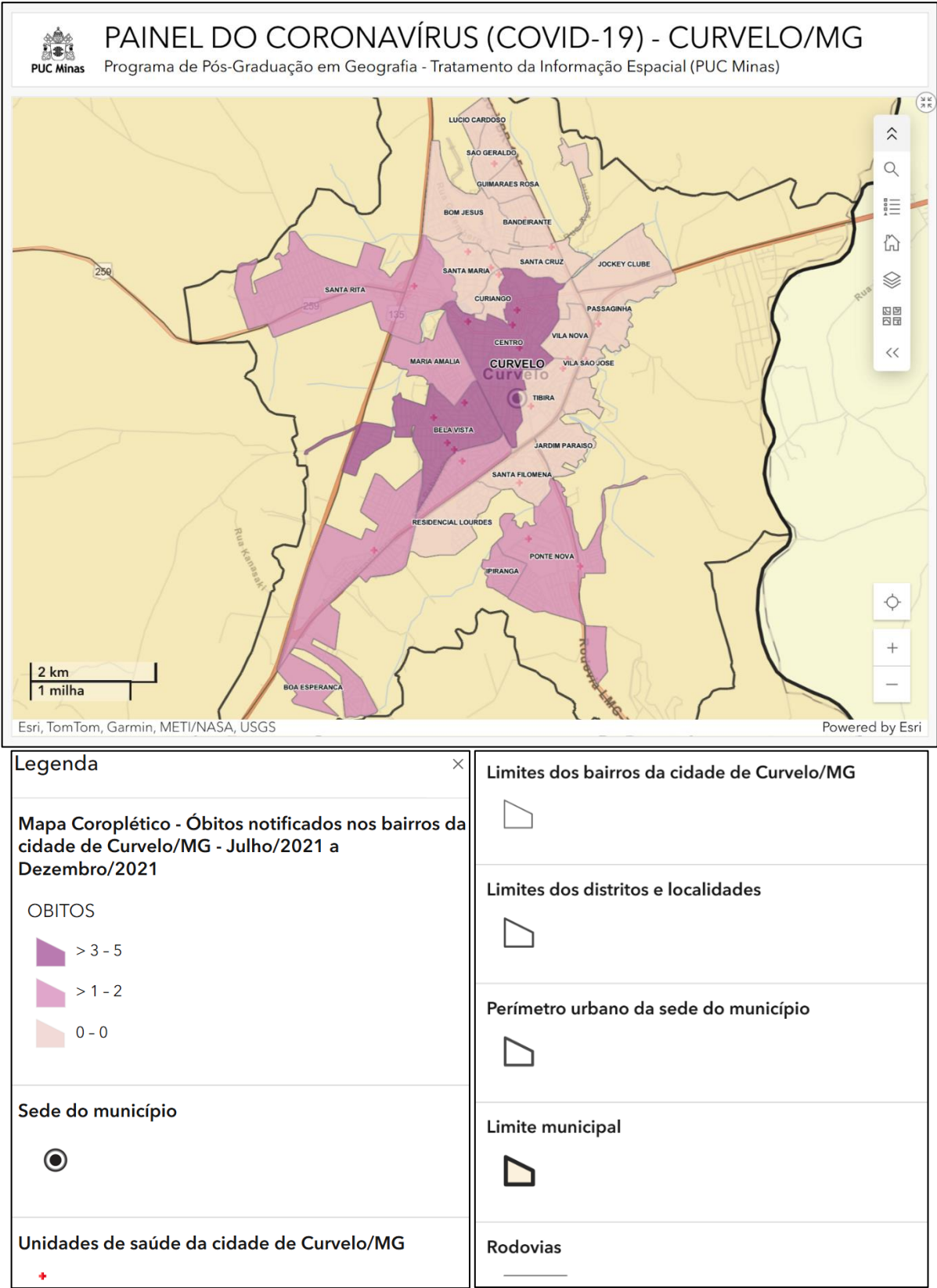
Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Figura 21: Mapa coroplético dos óbitos notificados nos bairros da cidade de Curvelo/MG em janeiro de 2021 a junho de 2021.



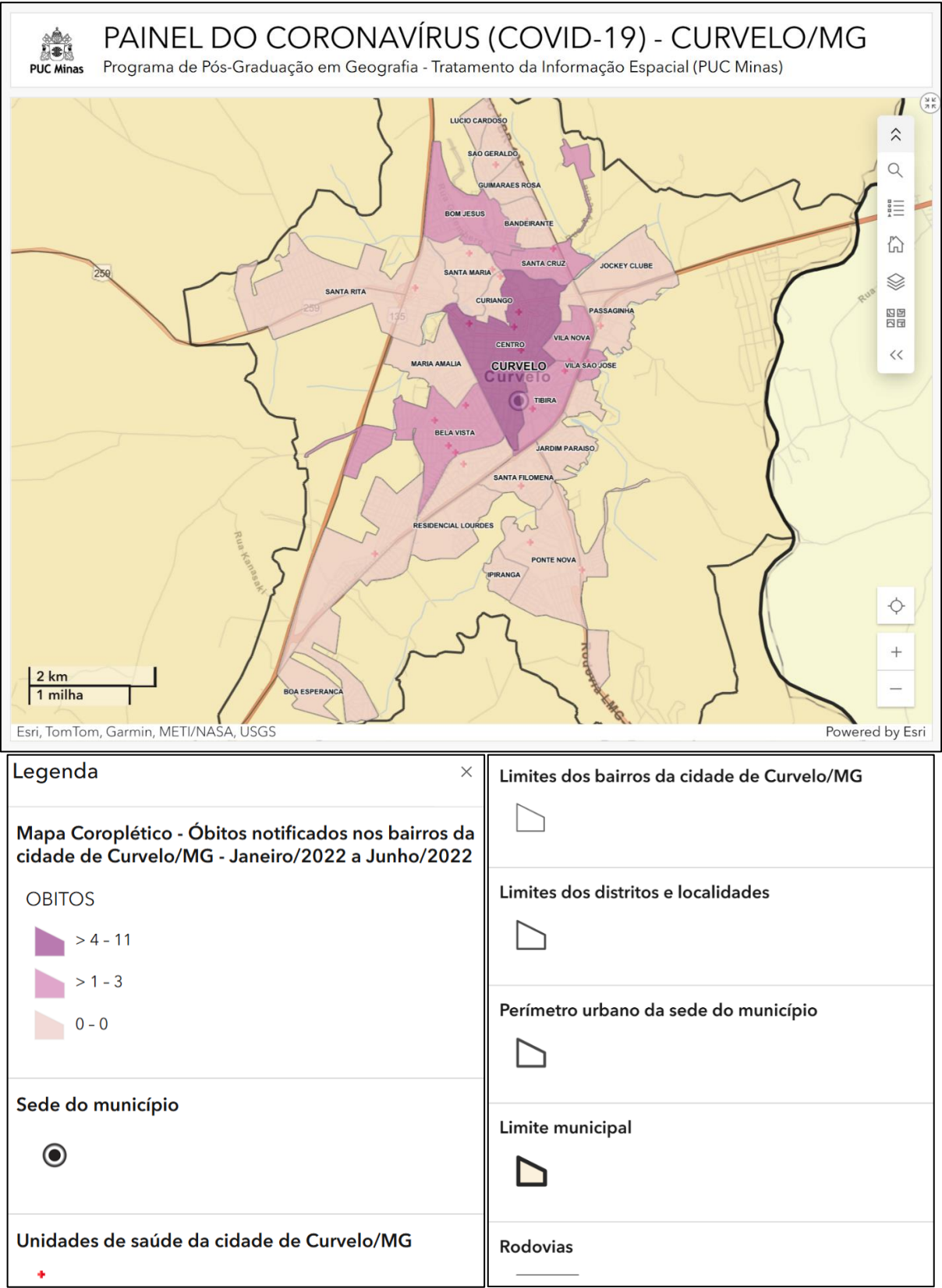
Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Figura 22: Mapa coroplético dos óbitos notificados nos bairros da cidade de Curvelo/MG em julho de 2021 a dezembro de 2021.



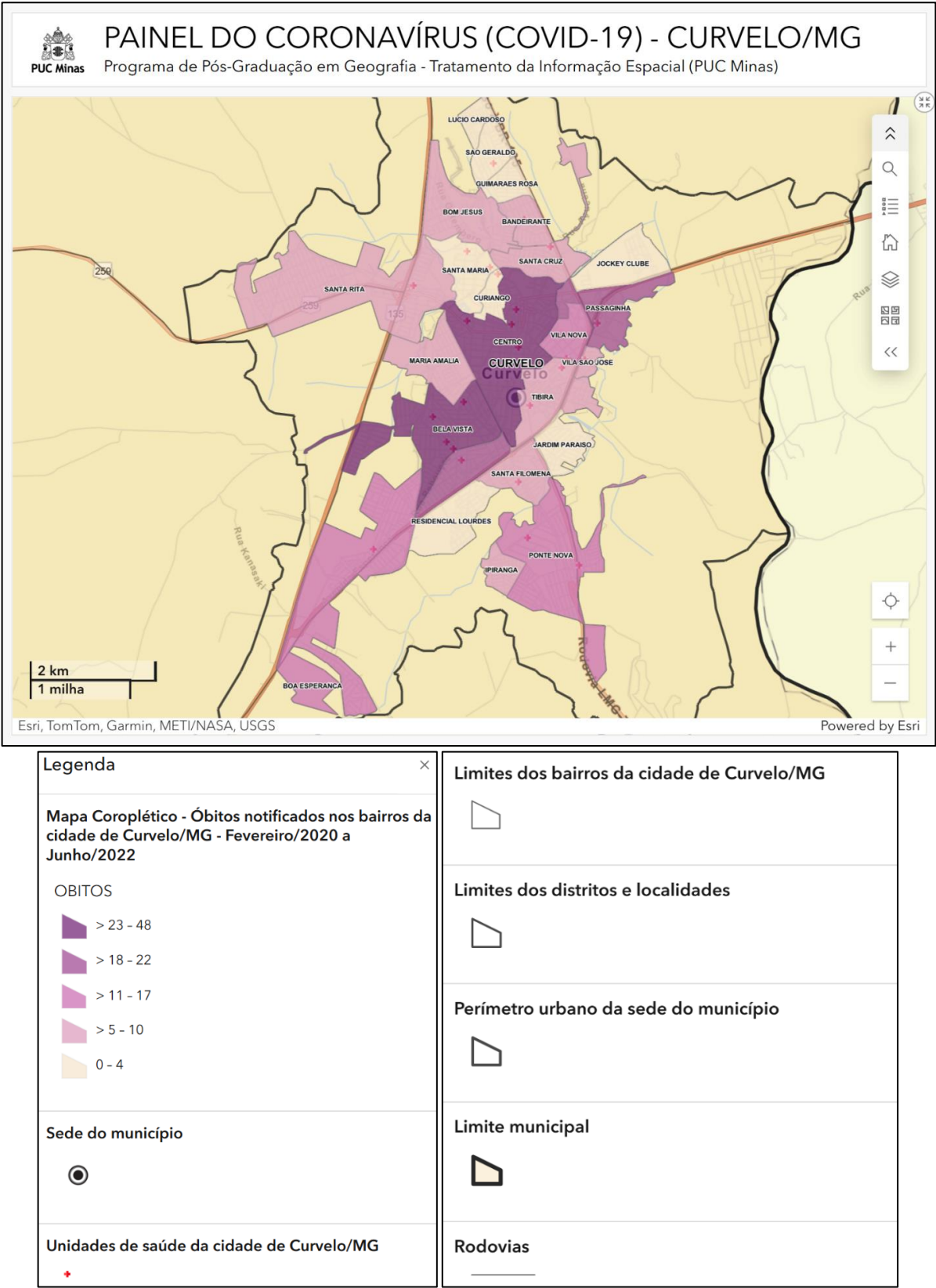
Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Figura 23: Mapa coroplético dos óbitos notificados nos bairros da cidade de Curvelo/MG em janeiro de 2022 a junho de 2022.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Figura 24: Mapa coroplético dos óbitos notificados nos bairros da cidade de Curvelo/MG em fevereiro de 2020 a junho de 2022.

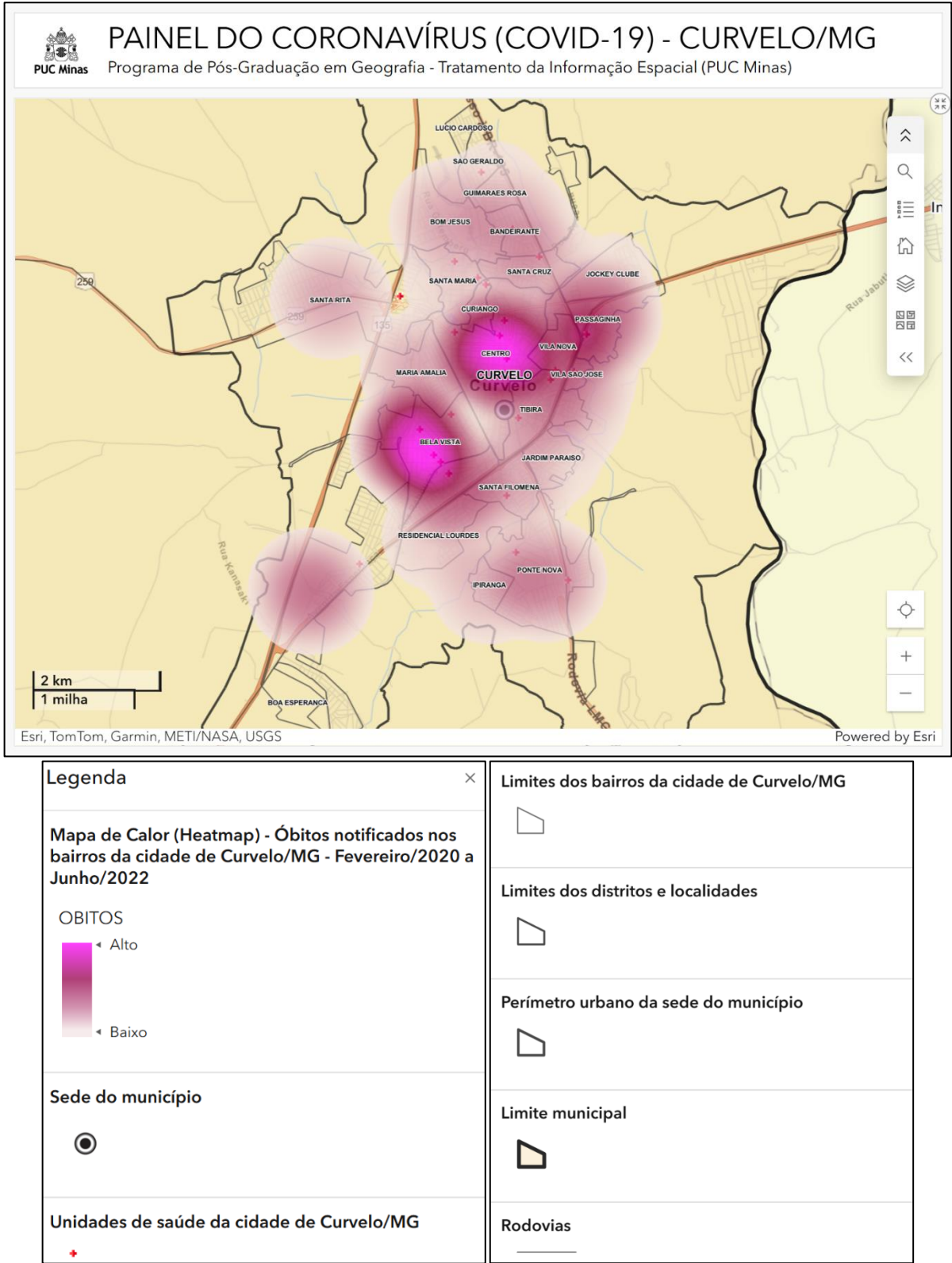


Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Pode-se perceber que houve um crescimento gradativo de óbitos nos bairros da cidade de Curvelo/MG, sendo que o ápice foi no período de janeiro/2021 a

junho/2021 e que, à partir de julho/2021, os óbitos foram reduzindo. As notificações ocorridas nos bairros Centro e Bela Vista despertam a atenção, uma vez que apresentaram, de modo geral, os maiores quantitativos de óbitos. A Figura 25, a seguir, contém o mapa de calor (*heatmap*) dos óbitos notificados nos bairros da cidade de Curvelo/MG, em fevereiro de 2020 a junho de 2022.

Figura 25: Mapa de Calor (heatmap) dos óbitos notificados nos bairros da cidade de Curvelo/MG, em fevereiro de 2020 a junho de 2022.



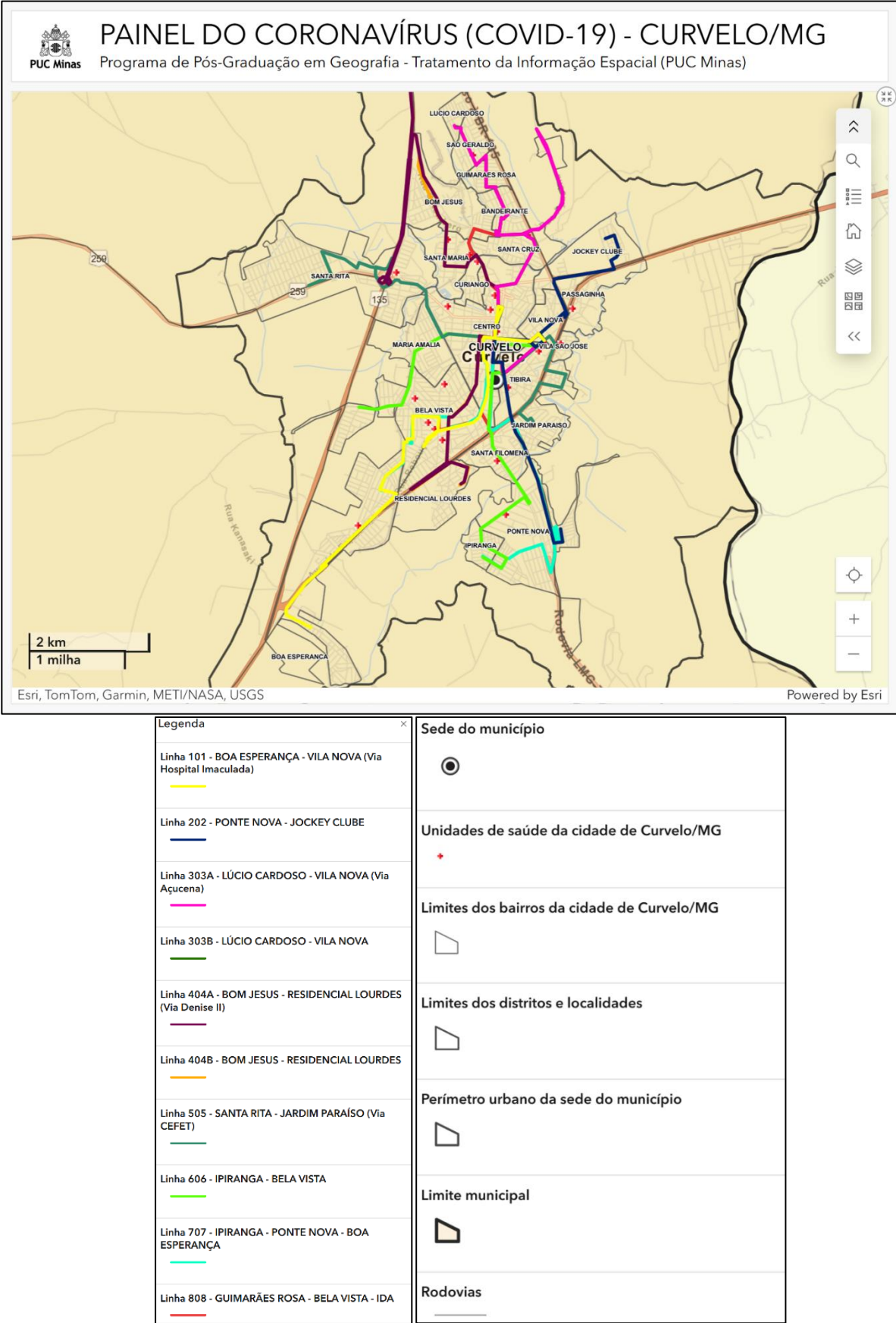
fevereiro/2020 a junho/2022. De maneira geral, considerando os resultados contidos nas Figuras 17, 18, 24 e 25, os bairros Centro e Bela Vista se destacaram. É provável que esses resultados sejam consequência da alta densidade demográfica e fluxos populacionais, como de comércios, serviços e instituições. De acordo com Sposito e Guimarães (2020), no que diz respeito ao espaço territorial, o vírus se propaga com maior velocidade nas áreas com maior concentração e dinâmica econômica. Segundo Castilho (2020), assim como o vírus pode ser considerado um agente biológico e natural, também é crucial vê-lo como uma doença social e geográfica, sendo propagada por meio da densificação crescente de pessoas e mercadorias pelo território.

Pode-se perceber que o bairro Bela Vista abrange os setores censitários com as maiores quantidades de habitantes por Km², conforme visualizado no Mapa 2 de densidade demográfica dos setores censitários de Curvelo de 2022. Esse fato, atrelado às possibilidades e ofertas de diversos serviços, faz com que as pessoas também passem a circular mais por estes locais. Assim, é possível compreender que a quantidade de casos positivos e óbitos se refletiu em função dessa densidade demográfica.

O bairro Centro também apresentou uma densidade demográfica dos setores censitários de 2022 considerável, entretanto, não foi maior que a do bairro Bela Vista. Nesse caso, provavelmente, os elevados quantitativos de casos positivos e óbitos sejam resultados do contato com outras pessoas contaminadas pelo vírus, tendo em vista o intenso fluxo de pessoas, devidos aos comércios, serviços e instituições localizados no Centro.

Ademais, outro fator de grande importância e que contribui para a disseminação do Coronavírus e outras doenças é o transporte público. Neste estudo de caso, as linhas de ônibus foram obtidas para a realização de uma análise espacial. A Figura 26 mostra as linhas de ônibus inseridas no protótipo de geovisualização da cidade de Curvelo/MG.

Figura 26: Linhas de ônibus inseridas no protótipo de geovisualização.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Pode-se visualizar na Figura 26 que todas as linhas de ônibus passam pelo Centro, para que todos os cidadãos que se localizam nos bairros adjacentes tenham acesso a área central, em função do comércio. Essa questão apresentada é um forte fator para os maiores quantitativos de casos positivos e óbitos notificados.

Leiva *et al.* (2020) relata que há uma correlação negativa significativa entre a exposição das pessoas em locais coletivos e a proliferação da doença. Assim, quanto mais intenso for o distanciamento físico e social durante uma pandemia, menor será a taxa de contágio da COVID-19, ou seja, o número médio de pessoas que um indivíduo doente será capaz de infectar.

De acordo com a União Internacional de Transportes Públicos – UITP (2020), existem diversos elementos que podem fazer com que os espaços internos dos veículos sejam uma grande ameaça para a disseminação da COVID-19:

- ✓ as pessoas ficam em um espaço limitado, o que aumenta a chance de contágio, especialmente quando os veículos estão mais cheios;
- ✓ pode acontecer de faltar ou não haver um controle adequado para identificar passageiros ou funcionários que possam estar doentes;
- ✓ a presença de várias superfícies, tais como assentos, corrimãos, portas e máquinas de venda de bilhetes, facilita a transferência de germes e vírus.

Desde o início da pandemia, a principal preocupação foi prevenir a propagação do Coronavírus para evitar a sobrecarga do sistema de saúde (LIMA *et al.*, 2020). A ação primordial implementada pelos governos da maioria dos estados e municípios brasileiros, com base na Lei n.º 13.979, de 6 de fevereiro de 2020 (BRASIL, 2020a), que estabelece as ações para combater o Coronavírus, foi o isolamento social de indivíduos que não realizam atividades essenciais, que devem permanecer em casa e, se viável, trabalhar à distância. Em Curvelo, o Decreto n.º 4.039, de 16 de março de 2020, declara situação de emergência em saúde pública como medida preventiva à infecção humana pelo novo Coronavírus (COVID-19) no município de Curvelo. Dentre várias recomendações sugeridas, tem-se as seguintes contidas no Art. 7º:

- ✓ cobrir boca e nariz ao tossir ou espirrar (etiqueta da tosse e espirro - utilizar a dobra interna do cotovelo em vez das mãos);
- ✓ utilizar lenço descartável para higiene nasal (e para banheiros públicos, utilizar

toalhas descartáveis);

- ✓ evitar tocar mucosas de olhos, nariz e boca;
- ✓ higienizar corrimões, alça de teto de carros e barras de segurança nos transportes coletivos que são grandes fontes contaminantes;
- ✓ não compartilhar objetos de uso pessoal, pois o vírus da COVID-19 é transmitido por secreções;
- ✓ limpar regularmente o ambiente e mantê-lo ventilado;
- ✓ lavar as mãos por pelo menos 20 segundos com água corrente e sabão ou usar antisséptico de mãos à base de álcool.

.

.

5. Considerações finais

O produto de geovisualização desenvolvido se concentrou no mapeamento do espaço geográfico aplicado e é uma ferramenta valiosa e eficiente para compreender, monitorar e controlar a disseminação da COVID-19 em Curvelo/MG. Diante da grande quantidade de casos e óbitos confirmados no município, o uso da geotecnologia pode trazer um grande benefício aos gestores públicos, pois favorece uma análise lógica e intuitiva por meio de observações visuais do fenômeno ocorrido no espaço e tempo.

Nota-se uma curva ascendente dos casos positivos e óbitos confirmados no município, em questão, sendo que o ápice de casos positivos foi no 2º (segundo) semestre de 2020 e de óbitos no 1º (primeiro) semestre de 2021, o que evidencia a relevância das observações nos períodos espaciais da pandemia no território geográfico do município de Curvelo/MG. A sociedade civil e os gestores públicos do município devem destacar a importância dos parâmetros de controle para a prevenção da COVID-19. Dessa forma, é necessário implementar ajustes fundamentais no transporte público e melhorar as condições de proteção contra a disseminação do vírus nos ambientes públicos e privados, como os comércios, hospitais, escolas, supermercados, entre outros.

É possível observar que os bairros Centro e Bela Vista apresentaram os maiores quantitativos de casos positivos e óbitos em relação aos outros bairros da cidade. Provavelmente, esses bairros sofreram com uma maior contaminação devido a alta densidade demográfica e fluxos populacionais, como de comércios, serviços, instituições e transportes coletivos.

A pandemia da COVID-19 nos desafia a aperfeiçoar e criar SIG's e métodos para respaldar as medidas preventivas. Essa pandemia, assim como outras viroses, se disseminam em áreas geográficas específicas. Com base nessa premissa, este estudo sugere, à princípio, a ampliação da metodologia empregada para os municípios adjacentes a Curvelo/MG, identificando a nível da microrregião os possíveis locais onde a transmissão comunitária é mais provável.

Propõe-se que as próximas pesquisas sobre o assunto realizem a comparação entre o elevado número de casos positivos e óbitos com o gênero, faixa etária e IDH (Índice de Desenvolvimento Humano), focando em uma pesquisa qualitativa, pois, outros fatores também podem influenciar o elevado número de

infectados, além dos fatores sociais e de mobilidade humana.

Para chegar aos resultados esperados, os dados da COVID-19 foram primordiais, pois sem eles, não havia como prosseguir com a pesquisa, por isso, houve apenas uma limitação que foi a morosidade da Secretaria Municipal de Saúde em disponibilizar os dados. Com isso, houve a necessidade da dilatação do prazo de entrega final da dissertação.

Referências

AHASAN R., ALAM M. S., CHAKRABORTY T., HOSSAIN M. M. **Applications of GIS and geospatial analyses in COVID-19 research: A systematic review.** F1000Res. 2020 Nov 27;9:1379. doi: 10.12688/f1000research.27544.2. PMID: 35186280; PMCID: PMC8822139.

ALISSON, Elton. **Ferramenta on-line facilita monitoramento da epidemia de COVID-19 no Brasil.** Agência FAPESP, São Paulo, 22 de março de 2021. Disponível em: <<https://agencia.fapesp.br/ferramenta-on-line-facilita-monitoramento-da-epidemia-de-covid-19-no-brasil/35451>>. Acesso em: 11 dez. 2024.

ALMEIDA, M. B. **Noções básicas sobre metodologia de pesquisa científica.** DTGI-ECI/UFMG, Belo Horizonte. 2020. Disponível em: <<http://mba.eci.ufmg.br/downloads/metodologia.pdf>>. Acesso em: 01 de set.. 2024.

BANDEIRA, E. D., LUCENA, S. V., NAVONI, J. A., DE SOUZA, J. R., & TAVARES, J. L. **Análise Espacial das Taxas de Incidência e Mortalidade da Covid-19 e os Impactos do Saneamento no Município de Natal-RN.** XIX Congresso Nacional de Meio Ambiente, Poços de Caldas, 21 a 22 de setembro de 2022.

BARCELLOS, C. *et al.* Geografia e saúde: o que está em jogo? História, temas e desafios. Confins. **Revue franco-brésilienne de géographie/Revista franco-brasileira de geografia**, n. 37, 2018. Disponível em: <<http://journals.openedition.org/confins/14954>>. Acesso em: 10 de out. de 2022. DOI: <https://doi.org/10.4000/confins.14954>.

BARROS, A. J. *et al.* The interdisciplinarity of geography and geoprocessing in the mapping of Covid 19 cases in the municipality of João Monlevade - Minas Gerais. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 9, n. 10, p. e8309109173, 2020. Disponível em: <<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/9173>>. Acesso em: 04 out. 2021.

BECKER, C. **Pirâmides Etárias e Dinâmicas Populacionais.** São Paulo: Editora XYZ, 2018.

BERTIN, J. **Sémiologie Graphique.** p. 8-13. Paris: Mouton. 1967.

BEUREN, A. T., DE FREITAS, H. J. T., NAVES, T. F., FLÓREZ, H. A. R., SEPÚLVEDA, G. P. L., DA SILVA SOARES, A., & DE LIMA SOARES, T. W. (2022). **Plataforma de Monitoramento Inteligente da COVID-19.** *Research, Society and Development*, 11(14), e580111436659-e580111436659.

BOWIE, G. D.; MILLWARD, A. A.; BHAGAT, N. N. Interactive mapping of urban tree benefits using Google Fusion Tables and API technologies. **Urban Forestry & Urban Greening**, Davis, v. 13, n. 4, p. 742-755, 2014.

BRASIL. **Lei nº 13.979, de 6 de fevereiro de 2020.** Dispõe sobre as medidas para enfrentamento da emergência de saúde pública de importância internacional decorrente do coronavírus responsável pelo surto de 2019. Diário Oficial da União,

Brasília, DF, 2020a. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/L13979.htm> Acesso em: 12 de dez. de 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Guia de vigilância epidemiológica: emergência de saúde pública de importância nacional pela doença pelo Coronavírus 2019 – COVID-19**. Brasília, 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente. Boletim Epidemiológico especial: **COVID-19**, Brasília, Abr. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/boletins/epidemiologicos/covid-19/2023/boletim_covid_150_7jun23.pdf>. Acesso em: 02 set. 2024.

BUJACK, R. et al. The Good, the Bad, and the Ugly: A Theoretical Framework for the Assessment of Continuous Colormaps. **IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics**, v. 24, n. 1, p. 923–933, 2018.

CAEIRO, M. J. M. **Geo-localização de pontos de água potável - criação e desenvolvimento de uma aplicação móvel de apoio ao cicloturismo**. 59 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Informação Geográfica), Faculdade de Letras, Universidade do Porto, Portugal, 2020. Disponível em: <<repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/132814/2/447762.pdf>>. Acesso em: 10 de out. 2020.

CANALEZ, G. G. *et al.* (2020). **Espalhamento da COVID-19 no interior do Amazonas: panorama e reflexões desde o Alto Solimões, Brasil**. Mundo Amazônico, 11(2), e88492.

CASTELLANOS, Pedro Luis. Epidemiologia, Saúde Pública, Situação de Saúde e Condições de vida. Considerações conceituais. In: BARATA, R. B. (org.) **Condições de vida e situação de saúde** – Rio de Janeiro: ABRASCO, 1997. p.31-75.

CASTILHO, Denis. Um vírus com DNA da globalização: o espectro da perversidade. **Espaço e Economia**: Revista brasileira de geografia econômica, n. 17, 2020.

CASTRO, M. R. de. **A contribuição da Geografia Médica e da Saúde na pandemia do COVID-19: uma reflexão sobre a cidade do Rio de Janeiro**. P2P & Inovação, Rio de Janeiro, v. 7, Ed. Especial, p. 230-240, set. 2020/fev. 2021. Disponível em:<revista.ibict.br/p2p/article/view/5417/5087>. Acesso em: 10 de out. 2022.

CAVALCANTE, J. R. *et al.* **COVID-19 no Brasil: evolução da epidemia até a semana epidemiológica 20 de 2020**. Epidemiologia e Serviços de Saúde, Brasília, 29(4):e2020376, 2020. Disponível em: <<https://www.scielo.org/pdf/ress/2020.v29n4/e2020376/pt>>. Acesso em: 10 nov. 2021.

CURVELO, Prefeitura Municipal de. **Banco de dados: Curvelo/MG e micro-região**. Curvelo, 2013. Disponível em: <<https://curvelo.mg.gov.br/base-de-dadoscurvelo-mg>>. Acesso em: 05 out. 2021.

CURVELO, Prefeitura Municipal de. **Revisão do Plano Diretor de Curvelo-MG**. Curvelo, 2016. Disponível em: <<https://curvelo.mg.gov.br/wp-content/uploads/2023/04/plano-diretor-P4.pdf>>. Acesso em: 22 set. 2024.

CURVELO. Secretaria Municipal de Saúde. **Plano municipal de contingência para enfrentamento do novo Coronavírus - COVID-19. Curvelo, 2020**. 90 p. Disponível em: <<http://curvelo.mg.gov.br/wp-content/uploads/2020/03/PLANO-DE-CONTING%C3%8ANCIA-E-A%C3%87%C3%83O-MUNICIPAL-PARA-INFEC%C3%87%C3%83O-HUMANA-COVID-CURVELO-2%C2%AA-Edi%C3%A7%C3%A3o.pdf>>. Acesso em: 10 nov. 2021.

CURVELO. Decreto n.º 4.039, de 16 de março de 2020. **Declara situação de emergência em saúde pública como medida preventiva à infecção humana pelo novo Coronavírus (COVID-19) no município de Curvelo e dá outras providências**. Prefeitura Municipal de Curvelo, Curvelo, MG, 16 mar. 2020. Disponível em: <<https://curvelo.mg.gov.br/wp-content/uploads/2020/03/Decreto-4.039.20-Coronavirus-atualizado1.pdf>>. Acesso em: 14 dez. 2024.

DELAZARI, Luciene Stamato. **Modelagem e implementação de um Atlas Eletrônico interativo utilizando métodos de visualização cartográfica**. 2004. Tese (Doutorado em Engenharia de Transportes) - Escola Politécnica, University of São Paulo, São Paulo, 2004. doi:10.11606/T.3.2004.tde-04032005-164420. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3138/tde-04032005-164420/publico/Sumario.pdf>>. Acesso em: 10 de out. 2022.

FERNANDEZ, N. F. et al. Clustergrammer, a web-based heatmap visualization and analysis tool for high-dimensional biological data. **Scientific Data**, v. 4, p. 1–12, 2017.

FERREIRA, I.C.M. **Associações entre solos e remanescentes de vegetação nativa em Campinas, SP**. 2007. Dissertação (Mestrado em Gestão Ambiental na Agricultura) – Pós-Graduação – IAC. Campinas, SP.

FREITAS PEREIRA, A. C., & CÂNDIDO, R. G. **Ensino virtual de cartografia digital diante da pandemia covid-19**. TORRES, A. FAQUIN, E. S. & MOURA J. D. (Orgs). *Diálogos Sobre a Docência Universitária*, 239.

GAVUROVA, B., KELEMEN, M., & POLISHCHUK, V. (2022). **Expert model of risk assessment for the selected components of smart city concept: From safe time to pandemics as COVID-19**. *Socio-economic planning sciences*, 82, 101253.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de Pesquisa**, Universidade Federal de Rio Grande do Sul (2009).

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GUIMARÃES, Raul Borges. **O que a geografia da saúde por Raul Borges Guimarães tem a dizer sobre a Covid-19**. Entrevista concedida a Adeir Archanjo da Mota *et al.* Revista Interdisciplinar em Educação e Territorialidade - RIET, Dourados, v. 2, n. 2, p. 440-447, jan./jun., 2021.

GUIMARÃES, R. B., Catão, R. de C., MARTINUCI, O. da S., PLUGIESI, E. A., & MATSUMOTO, P. S. S. (2020). **O raciocínio geográfico e as chaves de leitura da Covid-19 no território brasileiro**. *Estudos Avançados*, v.34, n.99, p.119-139. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/eav/article/view/173374>. Acesso em: 24 jul. 2021.

HALKIDI, Maria; BATISTAKIS, Yannis; VAZIRGIANNIS, Michalis. On clustering validation techniques. *Journal of Intelligent Information Systems*, v. 17, n. 2-3, p. 107-145, Dec. 2001.

HEINTZMAN, R. (2020). **Interactive Geovisualizations (iGEO): A new approach to teaching and learning physical geography**. *Review of International Geographical Education Online*, 10(4), 664-683.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico**. Censo 2010. Recuperado em 23 de janeiro de 2023. Disponível em: <<https://censo2010.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 30 dez 2023.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades e Estados**. Cidades e Estados. Recuperado em 23 de janeiro de 2023. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados>>. Acesso em: 30 dez 2023.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Brasileiro de 2022**. Curvelo: IBGE, 2024. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/curvelo/panorama>>. Acesso em: 22 set. 2024.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Base de informações do Censo Demográfico 2010**: Resultados do Universo por setor censitário. Rio de Janeiro: IBGE, 2011.

IYANDA, A. E., ADELEKE, R., LU, Y., OSAYOMI, T., ADARALEGBE, A., LASODE, M., ... & OSUNDINA, A. M. (2020). **A retrospective cross-national examination of COVID-19 outbreak in 175 countries: a multiscale geographically weighted regression analysis (January 11-June 28, 2020)**. *Journal of infection and public health*, 13(10), 1438-1445.

JUNQUEIRA, R. D. GEOGRAFIA MÉDICA E GEOGRAFIA DA SAÚDE. **Hygeia - Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, Uberlândia, v. 5, n. 8, p. 92–101, 2009. DOI: 10.14393/Hygeia516931. Disponível em: <<https://seer.ufu.br/index.php/hygeia/article/view/16931>>. Acesso em: 5 jan. 2024.

KIM, D. (2021). **Visualizing the regional patterns of two crises: The COVID-19 outbreak and decreasing MSME sales during three different phases of 2020 in Korea**. *Environment and Planning A: Economy and Space*, 53(7), 1591-1593.

KIRNBAUER, M. C., KENNEY, W. A., CHURCHILL, C. J., BAETZ, B. W. A prototype decision support system for sustainable urban tree planting programs. **Urban Forestry & Urban Greening**, Davis, v. 8, n. 1, p. 3-19, 2009.

LAN, Y., DESJARDINS, M. R., HOHL, A., & DELMELLE, E. (2021). **Geovisualization of COVID-19: State of the Art and Opportunities**. *Cartographica: The International Journal for Geographic Information and Geovisualization*, 56(1), 2-13.

LAUDARES, Sandro. *Geotecnologia ao alcance de todos*. Editora Appris. Curitiba, 2014.

LEÃO, A. L. F., DALGALLO, A. Z., & KANASHIRO, M. (2022). **Mudanças no comportamento de caminhada durante a pandemia de COVID-19 no Brasil**. *ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO*, 19, 1-10.

LEIVA, G.; REIS, D. S.; FILHO, R. D. O. Estrutura urbana e mobilidade populacional: implicações para o distanciamento social e disseminação da Covid-19. **Revista Brasileira de Estudos de População**, [S. l.], v. 37, p. 1–22, 2020. DOI: 36 10.20947/S0102-3098a0118. Disponível em: <<https://rebep.org.br/revista/article/view/1635>>. Acesso em: 16 dez. 2024.

LIBÓRIO, M. P., EKEL, P. Y., DE ABREU, J. F., & LAUDARES, S. (2022). **Factors that most expose countries to COVID-19: a composite indicators-based approach**. *GeoJournal*, 87(6), 5435-5449.

LIBÓRIO, M. P., MARTINUCCI, O. D. S., BERNARDES, P., KROHLING, N. C. A. C. C., CASTRO, G., GUERRA, H. L., ... & FRANCISCO, Í. D. C. (2022). **Social vulnerability and COVID-19 in Maringá, Brazil**. *Spatial Information Research*, 1-9.

LIMA, G. C. L. S., SCHECHTMAN, R., BRIZON, L. C., Figueiredo, Z. M. (2020, Abril de 2020). Transporte público e COVID-19. O que pode ser feito?. Rio de Janeiro. **Centro de Estudos em Regulação e Infraestrutura da Fundação Getúlio Vargas (FGV CERJ)**.

LIMA, J. E. F. W.; SILVA, E. M. Estimativa da produção hídrica superficial do Cerrado Brasileiro. In: SCARIOT, A.; SOUSA-SILVA, J.C.; FELFILI, J.M. (Org.). **Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, Pp. 63-72. 2005.

LORENZI, D.; VAIDYA, J.; CHUN, S.; SHAFIQ, B.; ATLURI, V. Enhancing the government service experience through QR codes on mobile platforms. **Government Information Quarterly**, Philadelphia, v. 31, n. 1, p. 6–16, 2014.

MACEACHREN, A M. **Some Truth with Maps: a primer on symbolization & design**. Association of American Geographers. 1994.

MARTINELLI, Marcelo. **Cartografia Temática**: caderno de mapas. São Paulo: Edusp, 2003a.

MATIAS, L. F. **Sistema de Informações Geográficas (SIG): teoria e método para representação do espaço geográfico**. Tese (Doutorado em Geografia Humana) - Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas (FFLCH), Universidade de São Paulo (USP). São Paulo, 325 p., 2001.

MENEZES, Afonso Henrique Novaes *et al.* **Metodologia científica**: teoria e aplicação na educação a distância. Petrolina-PE, 2019. 83p.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Saúde. Plano Estadual de Contingência para Emergência em Saúde Pública - Infecção Humana pelo SARS-CoV-2 (Doença Pelo Coronavírus – COVID-2019). Minas Gerais, 12 de fevereiro de 2020. Disponível em: <<https://www.saude.mg.gov.br/coronavirus/profissionaisdesaude>>. Acesso em: 18 de nov. 2024.

MONITORACOVID-19: ferramenta online permite monitorar avanço da epidemia no Brasil, dia a dia. **Instituto de Comunicação e Informação em Saúde (Icict)/Fiocruz**, Rio de Janeiro, 01 de abril de 2020. Disponível em: <<https://www.icict.fiocruz.br/content/monitoracovid-19-ferramenta-online-permite-monitorar-avan%C3%A7o-da-epidemia-no-brasil-dia-dia>>. Acesso em: 13 de dez. 2024.

MOTA SANTOS, A.; CRISTINA DE SOUZA COSTA HOMES, D.; FERREIRA RAMOS, H. Densidade demográfica: um estudo comparativo de duas metodologias a partir de imagens orbital e suborbital na cidade de Aparecida de Goiânia/Goiás. **Ateliê Geográfico**, Goiânia, v. 12, n. 1, p. 175–200, 2018. DOI: 10.5216/ag.v12i1.45968. Disponível em: <<https://revistas.ufg.br/ateli/article/view/45968>>. Acesso em: 01 nov. 2024.

NAJAR, A. L.; MARQUES, E. C., orgs. **Saúde e espaço: estudos metodológicos e técnicas de análise** [online]. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 1998. 276 p.

MESQUITA, A. L., DE SOUZA, M. B., CARDOSO, P. M., BRAGA, T. G. M., & PAIVA, P. F. P. R. (2022). **Gestão de Resíduos Sólidos durante a pandemia da Covid-19 no município de Belém (PA)**. *Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)*, 17(5), 150-165.

MITCHEL, A. **The ESRI guide to GIS analysis**. Redlands: ESRI, 1999.

OLIVEIRA, M.C. **Avaliação dos impactos de sistemas de manejo sustentável na diversidade e estrutura da flora de um cerrado sensu stricto**. Dissertação (Mestrado em Florestas de Produção) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2006.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. OMS afirma que COVID-19 é agora caracterizada como pandemia. 2020. Disponível em: <<https://www.paho.org/pt/news/11-3-2020-who-characterizes-covid-19-pandemic>>. Acesso em: 18 de nov. 2024.

PASQUARÉ MARIOTTO, F., ANTONIOU, V., DRYMONI, K., BONALI, F. L., NOMIKOU, P., FALLATI, L., ... & VLASOPOULOS, O. (2021). **Virtual geosite communication through a webgis platform: A case study from santorini island (Greece)**. *Applied Sciences*, 11(12), 5466.

PÁSZTO, V., BURIAN, J., & MACKU, K. (2020). **Covid-19 data sources: evaluation of map applications and analysis of behavior changes in europe's population**. *Geografie*, 125(2), 171-209.

PEITER, P. C. 2005. 314 f. **A Geografia da Saúde na Faixa de Fronteira Continental do Brasil na Passagem do Milênio**. Tese (Doutorado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

RATTER, J. A.; BRIDGEWATER, S.; ATKINSON, R.; RIBEIRO, J. F. Analysis of the floristic composition of the Brazilian cerrado vegetation II: comparison of the woody vegetation of 98 areas. **Edinb. J. Bot.**, v.53 p.153-180, 1996.

REATTO, A.; MARTINS, E.S. Classes de solo em relação aos controles da paisagem do bioma Cerrado. In: SCARIOT, A.; SOUSA-SILVA, J. C. & FELFILI, J. M. (org.). **Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. p. 47-59, 2005.

RIBEIRO, Helena. Geografia da saúde no cruzamento de saberes. **Revista Saúde e Sociedade**, São Paulo, v. 23, n. 4, p. 1123-1126, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0104-12902014000400200>. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/sausoc/a/84K5fNsDhH4xfkxNbHBHzYG/?lang=pt#>>. Acesso em: 05 jan. 2024.

RIBEIRO, J.F.; BRIDGEWATER, S.; RATTER, J.A.; SOUSA-SILVA, J.C. Ocupação do bioma Cerrado e conservação da sua diversidade vegetal. In: SCARIOT, A.; SOUSA-SILVA, J.C.; FELFILI, J.M. (Org.). **Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, p.383-399, 2005

ROSETTE, A. C., MENEZES, P. M. L. **Erros comuns na cartografia temática**. Rio de Janeiro: UFRJ, 1-9. 2011.

SANTANA, Sheyla Aguilar de *et al.* **Modelagem de comunicação em WebGIS para apoio à gestão da prospecção e extração de rochas ornamentais – Convênio Brasil & Itália**. Laboratório de Geoprocessamento: Escola de Arquitetura UFMG, Belo Horizonte, 2009.

SANTOS COSTA, S. S., DO NASCIMENTO, M. A. L., & DA SILVA, M. L. N. (2022). **Roteiro virtual pelos Geossítios do Geoparque Aspirante Seridó: ferramentas cartográficas livres do Google® para Geoeducação**. *Terrae Didatica*, 18, e022004-e022004.

SILVA, J. L. B.; COSTA, F. R. **Geotecnologias aplicadas no mapeamento da COVID-19 na Região Nordeste do Brasil**. Revista Tecnologia e Sociedade, Rio Grande do Norte, v. 17, n. 46, p. 275-296, 2021. Disponível em: <file:///C:/Users/Island%20J%C3%BAnior/Downloads/12129-52529-1-PB.pdf>. Acesso em: 11 de out. 2022.

SMALL, H. (1973). **Co-citation in the scientific literature: A new measure of the relationship between two documents**. *Journal of the American Society for information Science*, 24(4), 265-269.

SOUZA *et al.* Reflexões em tempos de COVID-19: diferenciais por sexo e idade. **Comunicação em Ciências da Saúde**, [S. l.], v. 31, n. Suppl1, p. 75–83, 2020. DOI: 10.51723/ccs.v31iSuppl 1.672. Disponível em: <<https://revistaccs.espdf.fepecs.edu.br/index.php/comunicacaoemcienciasdasau de/article/view/672>>. Acesso em: 12 dez. 2024.

SPOSITO, M. E. B.; GUIMARÃES, R. B. **Por que a circulação de pessoas tem peso na difusão da pandemia**. Difusão da COVID-19 no país segue modelo relacionado a interações espaciais na rede urbana. por: Maria Encarnação Beltrão Sposito e Raul Borges Guimarães. 26/03/2020. UNESP. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Disponível em: <<https://www2.unesp.br/portal#!/noticia/35626/porque-a-circulacao-de-pessoas-tem-peso-na-difusaoda-pandemia>>. Acesso em: 15 dez. 2024.

UITP. 2020. **Management of COVID-19: Guidelines for Public Transport Operators**. International Association of Public Transport (UITP). Disponível em: <<https://www.uitp.org/management-covid-19-guidelines-public-transport-operators>>. Acesso em 11/12/2024.

VAN ECK, N., & WALTMAN, L. (2010). **Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping**. *scientometrics*, 84(2), 523-538.
ZHAI, W., LIU, M., & PENG, Z. R. (2021). **Social distancing and inequality in the United States amid COVID-19 outbreak**. *Environment and Planning A: Economy and Space*, 53(1), 3-5.