



Artigos

Estrabão

Vol. (5): 276 - 286

©Autores

DOI: 10.53455/re.v5i1.246



Recebido em: 15/03/2024

Publicado em: 08/05/2024

# Como os sistemas de informação geográfica podem ser considerados sistemas informativos geográficos? Dashboards como instrumento para notificação dos casos na pandemia do COVID-19

## How can geographic information systems be considered geographic information systems? Dashboards as a tool for reporting cases in the COVID-19 pandemic

Andreza Pinheiro Santos <sup>1A</sup>, Elivelton da Silva Fonseca, Flavia de Oliveira Santos, Francisco Barroso, Samuel do Carmo Lima

### Resumo:

**Contexto:** Mediante as pesquisas com foco na geotecnologia aplicada, está presente no contexto social através do uso das ferramentas tecnológicas. Sendo a base para o monitoramento na pandemia da COVID-19. Logo, o artigo discute a importância dos Sistemas de Informação Geográfica como instrumentos informativos, como na Pandemia da COVID-19. Nesta perspectiva, relatar a experiência da elaboração do DashBoard colaborativo entre a Universidade Federal de Uberlândia e o Instituto Pró cidade futura, em 2020. **Metodologia:** Com revisão de literatura e utilizando a ferramenta do ArcGis Pro experience builder, conseguiu construir bases que aproximam os SIGs do termo ciência de informação, que acaba por simplificá-los em técnicas, por causa do componente humano presente. Durante e após a pandemia de COVID-19, surgiram experiências com visualização de dados, na forma de DashBoards. Com o acesso às plataformas inteligentes, o intuito tornou-se a ser o acesso à informação. **Resultados:** Foram elaborados mapas proporcionais, escalas da distribuição espacial, mapas de calor e outros, com informações para elaboração do painel que divulgou os dados, e eventos do dia a dia das instituições de saúde. Portanto, a vertente do artigo baseia-se na informação, clara, a partir de dados elaborados em favor de uma sociedade mais local, como tomada de decisões que resultem em ações em favor da sociedade.

**Palavras-Chave:** Dashboards, COVID-19, Minas Gerais

### Abstract:

**Context:** Through research focusing on applied geotechnology, it is present in the social context through the use of technological tools. Being the basis for monitoring the COVID-19 pandemic. Therefore, the article discusses the importance of Geographic Information Systems as informative instruments, as in the COVID-19 Pandemic. From this perspective, report the experience of developing the collaborative DashBoard between the Federal University of Uberlândia and the Pró Cidade Futuro Institute, in 2020. **Methodology:** With a literature review and using the ArcGis Pro experience builder tool, we managed to build bases that bring GISs closer together from the term information science, which ends up simplifying them into techniques, because of the human component present. During and after the COVID-19 pandemic, experiments with data visualization emerged, in the form of DashBoards. With access to smart platforms, the aim has become access to information. **Results:** Proportional maps, spatial distribution scales, heat maps and others were created, with information for preparing the panel that disseminated the data, and day-to-day events in health institutions. Therefore, the aspect of the article is based on information, clear, from data prepared in favor of a more local society, such as decision-making that results in actions in favor of society.

**Keywords:** Dashboards, COVID-19, Minas Gerais

1 - Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará

A - Contato principal: andreasantos@unifesspa.edu.br

## Introdução

No final do ano de 2019, a descoberta de uma nova doença causada pelo vírus SARS-CoV-2, a qual no início, nem mesmo a ciência conseguiu explicar sua causalidade. A doença que recebeu o nome de COVID-19 foi identificada como um evento de escala local, a princípio, na cidade de Wuhan, na China (Roberts et al., 2021). Com o passar dos meses, tornou-se uma demanda global, elevada à categoria de Pandemia.

Em virtude do aumento de casos e expansão mundial, percebeu-se um movimento simultâneo entre as esferas da sociedade e em prol do bem-estar da social em detrimento da doença, e uma dessas esferas tomou as geotecnologias como o principal enfoque e, por intermédio dos dados coletados, conseguiu-se viabilizar o acesso às informações, através de painéis interativos (Dashboards). O termo dashboard se traduz um quadro com métricas sobre um determinado evento, que pode apresentar mapas, gráficos e informações diversas, que são publicadas no momento da divulgação do painel na internet. O usuário que desenvolve o dashboard pode conectá-lo com mineração de dados on-line, widgets e construir bases de dados de acordo com o objetivo da pesquisa (João, 2020; World Health Organization, 2021). Portanto, este artigo tratará do uso das geotecnologias e seus benefícios em eventos que demandam monitoramento de informações, por meio do olhar geográfico. E, partindo desta ideia, ao percebeu-se a relevância do Sistema de Informação Geográfica (SIG) em benefício da sociedade.

Tem-se observado um crescente interesse dos conhecimentos geográficos na Saúde Coletiva e o uso de SIGs para o processo de tomada de decisão em políticas públicas. Para exemplificar tecnologias de armazenamento e catalogação de dados, podemos citar o TabWin, que foi criado em 1994 com o nome de TAB, dentro do DATASUS. É um sistema de recuperação de dados dos sistemas de notificação de doenças na forma de mapas e tabelas, que foi um dos primeiros a ser utilizados no país. E a partir deste sistema e de outros, pode-se analisar os dados com vistas à criação de protocolo de medidas para contribuir com a redução do impacto da doença no contexto regional por meio de ações adequadas e voluntárias que fornecessem uma ação prática de ajuda. A primeira experiência sobre o uso da plataforma inteligente para o monitoramento da COVID-19 ocorreu mediante a equipe de pesquisadores da Universidade Johns Hopkins, EUA (Dong et al., 2020). É relevante ressaltar que já existiam outras demandas para esta ferramenta antes da pandemia. Os alunos e mentores do Centro de Ciência e Engenharia de Sistemas (JHU CSSE), diante de toda a problemática a qual o mundo estava inserido, causado pelo surto epidêmico do SARS-CoV-2, utilizaram-se de ferramentas geotecnologias para atender a demanda. O principal objetivo da plataforma consistiu em fornecer informações coletadas a partir de dados oficiais publicados pela Organização Mundial da Saúde (OMS) e por meio de outras instituições/países com dados disponíveis e relevantes.

A plataforma do ArcGIS, a qual tem como principal funcionalidade apresentar informações e dados geográficos, permitiu monitorar e tomada de decisões, por meio de uma visão expandida referente aos dados. Dentro deste ponto de vista, a ferramenta oficial chamada de Dashboard (painel interativo), que faz parte do painel de instrumentalização do ArcGIS, ficou conhecida pela forma precisa, perceptível e de fácil entendimento com que as informações eram fornecidas e expostas por meio do layout comunicativo da página. O detalhamento através de mapas, tabelas e gráficos, chamavam atenção no painel e, com isso, as principais informações sobre taxas de incidência e letalidade, monitoramento de vacinas, porcentagens de mortalidade, eram as informações expostas no painel, por meio dos bancos de dados fornecidos ou minerados on-line. E, tendo em vista a quantidade de notificações coletadas, as quais eram atualizadas a cada dia, percebeu-se que só seria viável o fornecimento das informações com a ajuda da tecnologia.

A partir do contexto apresentado, com o propósito de utilizar as geotecnologias e seus instrumentos de execução para o monitoramento de doenças, o ponto de partida do artigo é a análise do contexto que, do pensar geográfico, é a identificação dos espaços onde se produzem socialmente os problemas. Para tanto, é preciso estimular uma atitude reflexiva e investigativa envolvendo a observação e o reconhecimento de fatos relevantes para o entendimento das situações geográficas que possibilitam a disseminação das doenças em determinados municípios brasileiros. Tendo em vista que a abordagem deste artigo contribuiu para a popularização da utilização de geotecnologias aplicadas à saúde, por meio de dados gerados em fontes oficiais na região de Uberlândia, Minas Gerais. Dessa forma, o artigo relata a experiência da realização de um dashboard em duas escalas geográficas: o município de Uberlândia, por bairros e os municípios do estado de Minas Gerais.

Segundo Barcellos e Bastos (1996), os trabalhos que demonstram a distribuição espacial de doenças

por SIG têm se desenvolvido em três principais abordagens. Uma primeira procura identificar padrões de morbimortalidade relacionados às fontes de risco pré-estabelecidas, como por exemplo, os levantamentos de ocorrência de leucemia próxima às usinas nucleares. A segunda abordagem foca a análise na relação entre fatores de risco ambiental e a distribuição espacial de doenças, considerando o saneamento, as condições de moradia e poluição atmosférica, dentre outros aspectos. A terceira abordagem procura identificar tendências espaço-temporais de epidemias, como da AIDS e da cólera, associando-as às vulnerabilidades ou barreiras ambientais que permitem a difusão de doenças no espaço. No entanto, tendo em vista essa prerrogativa, os dashboards podem ser classificados mediante a primeira abordagem, pois uma das suas funcionalidades se estabeleceu a partir de informações relacionadas à taxa de mortalidade da população (Barcellos & Ramalho, 2002).

Na primeira abordagem, a fonte ou agente de risco são conhecidos e estudam-se suas consequências sobre a saúde; na segunda, o lugar é conhecido e estuda-se a relação entre variáveis ambientais, socioeconômicas e de saúde; e na terceira, o agravo e sua etiologia são conhecidos e estuda-se sua relação com fatores ambientais, estando associado ao mapeamento de risco. O uso do mapeamento do risco também é direcionado para outras áreas da saúde, por exemplo, as relacionadas aos estudos de contaminação por bactérias, protozoários, fungos, parasitas e bacilos; portanto, necessitando de mapas e análises destas áreas estudadas.

Em suma, compreendendo todo o contexto, o objetivo geral deste artigo é relatar a experiência da construção de um dashboard sobre os casos de COVID-19 na cidade de Uberlândia. E, partindo desta construção de informações, mediante a análise, divulgar as informações que foram coletadas e, através de uma contribuição com autoridades competentes da região, lançar na plataforma inteligente ArcGIS Experience Builder (aplicativo da web), como subsídio para a criação de uma plataforma inteligente de vigilância e resposta/previsão da doença COVID-19, apresentando soluções centradas em mapas. Portanto, a ideia do conceito de região e território aqui apresentados reforçam uma perspectiva geográfica dos produtos da experiência. Com isso, o trabalho tem como eixo principal mostrar como a tecnologia geográfica é fundamental para a construção de pensamento e resolução de problemas, também dentro da cadeia da saúde-doença, a partir de construção de bases de dados coletadas que auxiliam a saúde público-privada, tendo em vista que a saúde pública, a qual atende a maior parte da população, demanda de um controle maior, como ocorreu no período da pandemia.

## Desenvolvimento:

Partindo do contexto apresentado neste artigo, analisa-se o efeito da pandemia em um município brasileiro, tendo em vista todo o evento pandêmico mundial e as mudanças ocorridas a partir de cada novo desdobramento causado pela pandemia de COVID-19.

Instituto Pró Cidade Futura é uma instituição sem fins lucrativos e apartidários responsáveis pelas articulações locais que permitam propor políticas à sociedade, sobretudo no triângulo mineiro. A parceria realizada pelo instituto e a Universidade Federal de Uberlândia ocorreu por meio de um projeto de extensão realizado no ano de 2020.

No projeto, os agentes do instituto e os pesquisadores produziram, mediante aos dados coletados, um painel interativo, com o objetivo de informar/atualizar a população. Foi necessário aprender a lógica do *dashboard* e do *experience builder* para iniciar o processo. E todo este processo, só foi possível por intermédio da plataforma inteligente, apesar de uma necessidade de domínio prévio dos conceitos da cartografia digital. Vale salientar que os pesquisadores obtiveram uma licença de um ano, gratuita, disponibilizada pela empresa responsável pelo aplicativo juntamente com a ajuda do Pró-cidade Futura, para a produção pertinente ao problema. E assim, ocorreram várias experiências no Brasil e no mundo com *dashboards*.

Para a elaboração do trabalho foram coletados dados epidemiológicos disponibilizados pela Secretaria de Saúde de Minas Gerais e no caso dos dados da cidade de Uberlândia com a prefeitura, casos confirmados, óbitos, e características dos pacientes como grupo etário e sexo, além das bases cartográficas digitais. Foram elaborados gráficos mostrando a evolução do número de casos e a distribuição dos casos na população por idade e sexo no estado e no município de Uberlândia com base na estimativa de população do município em 2019 (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 2023) foram calculadas as taxas de casos confirmados

de Covid-19 para cada 100.000 habitantes, e também foram gerados mapas para os diferentes atributos, tanto em pontos quanto em quantitativo municipal. E como resultado final de todo esse aparato, o produto final foi a criação de um *dashboard* de casos utilizando *layout* semelhante ao da *Johns Hopkins University* JHU. E para se chegar a aplicabilidade das etapas descritas é possível perceber no fluxograma abaixo as etapas utilizadas para o produto final, o painel interativo (*dashboard*) (Dong et al., 2022).



**Figura 1: Fluxograma teórico-metodológico correspondente ao processo de elaboração do dashboard.**

Fonte: Elaborado pelos autores.

O fluxograma apresentado mostra a principal vertente metodológica a qual o artigo está ancorado, tendo como base as geotecnologias, que por intermédio das ferramentas utilizadas por ela (Satélite, SIG, Cartografia), possuem uma visão mais específica e espacial para elaboração deste artigo. Dentro desta perspectiva, por meio de dados levantados a partir das buscas em sites oficiais, tendo em vista as tecnologias utilizadas na pandemia, realizar a construção de um painel interativo com informações que auxiliem a tomada de decisões e a construção de bases para prevenção de doenças.

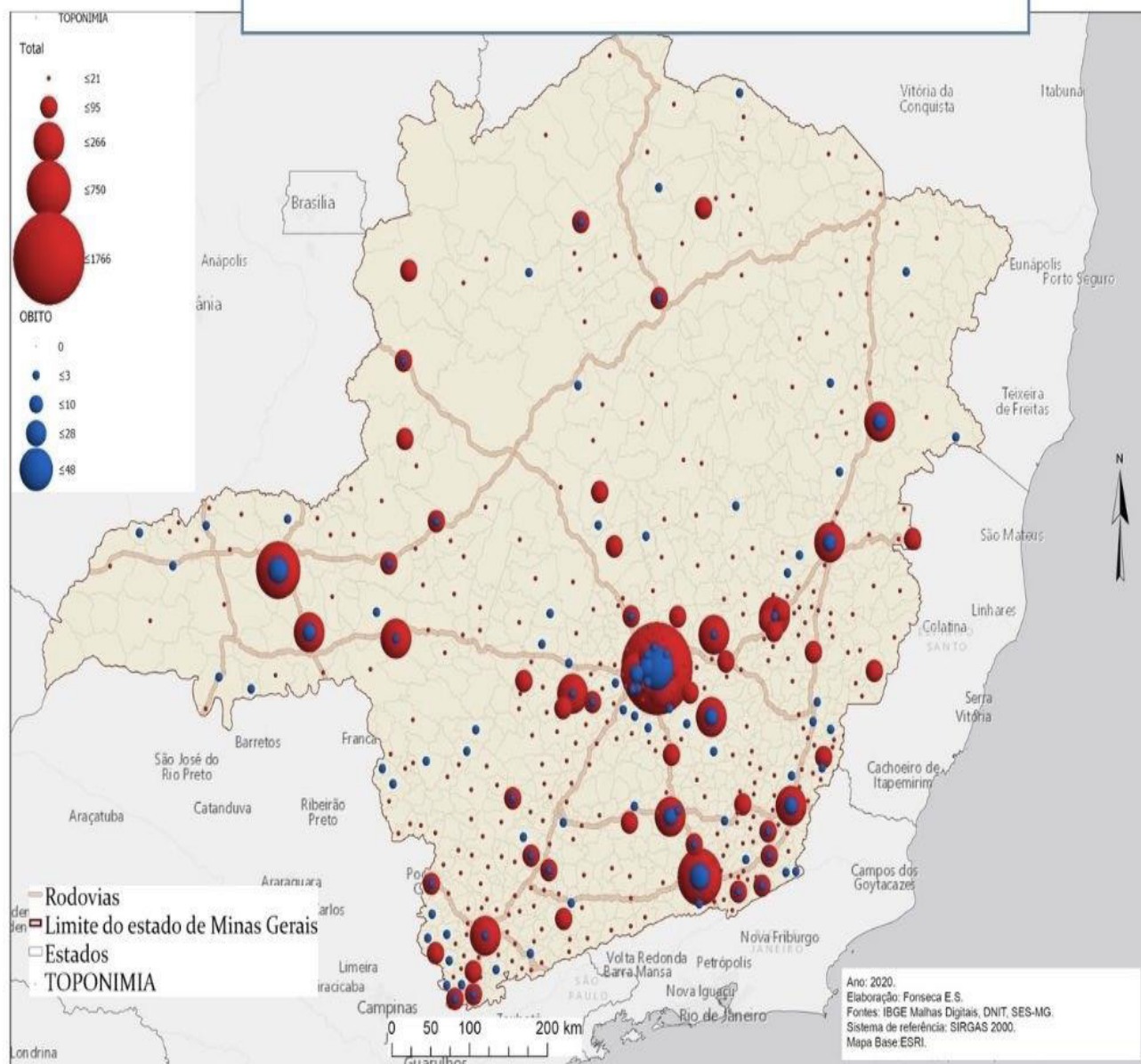
## Resultados e discussão:

O presente artigo, se tratando de uma análise empirista, que contribuiu para a popularização da utilização de geotecnologias aplicadas à saúde, por meio de dados gerados em fontes oficiais na região de Uberlândia e no estado de Minas Gerais. E, entendendo que o foco da pesquisa era relatar as experiências obtidas a partir da construção do painel interativo, por meio das informações a ele empregadas. Levando em consideração este contexto, alguns mapas informativos foram produzidos.

Assim, os mapas expostos no artigo, foram produzidos a partir dos símbolos pontuais e proporcionais aos quais conseguiram classificar a intensidade e a magnitude de um fenômeno, tendo em vista que o fenômeno aqui apresentado são as taxas de mortalidades em ascensão. Partindo deste princípio, eles foram produzidos em decorrência do acesso dos pesquisadores ao ArcGIS Pro, os quais posteriormente foram incorporados para as atualizações no dashboard. Foram produzidos um total de 28 atualização do dashboard, da semana epidemiológica 13 até a semana 40 do ano de 2020. Os mapas continham a cartografia do número absoluto de

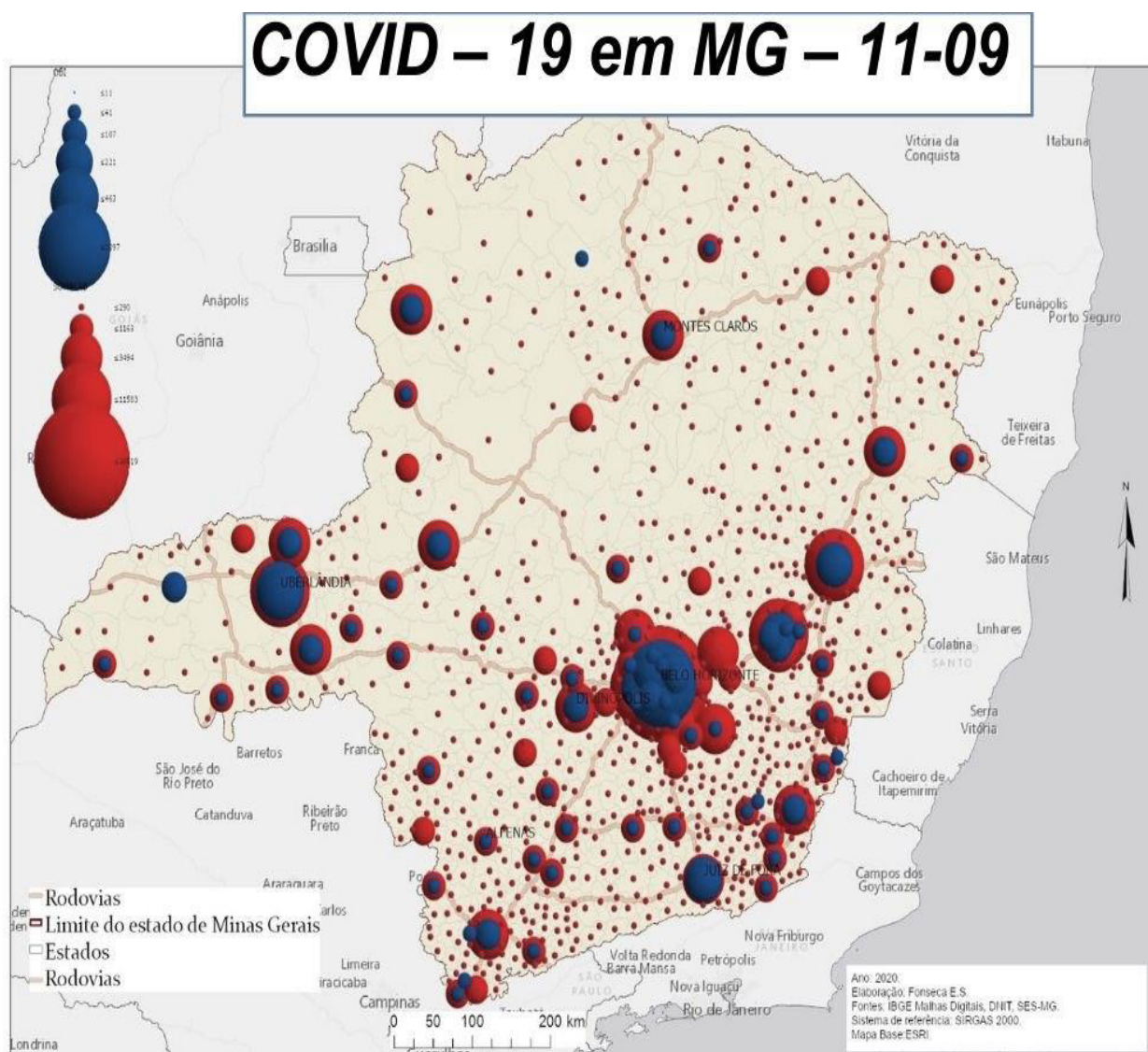
casos, taxas de incidência, óbitos e letalidade, dos meses de março até o início de outubro de 2020. O desfecho principal da pesquisa foi o número absoluto de casos/óbitos por COVID-19 no estado de Minas Gerais e Uberlândia. As figuras 2 e 3 apresentam exemplos dos mapas com número absoluto nos dias 29-05-2020 e 11-09-2020. Eles registram a clara expansão do COVID-19, como relatado em outros artigos (Dong, et.al, 2020; Belmiro, 2020; Comba, 2020; OMS, 2023).

## COVID – 19 em MG – 29-05



**Figura 2: Minas Gerais: distribuição espacial do número absoluto de casos e óbitos de COVID-19 em 29-05-2020.**

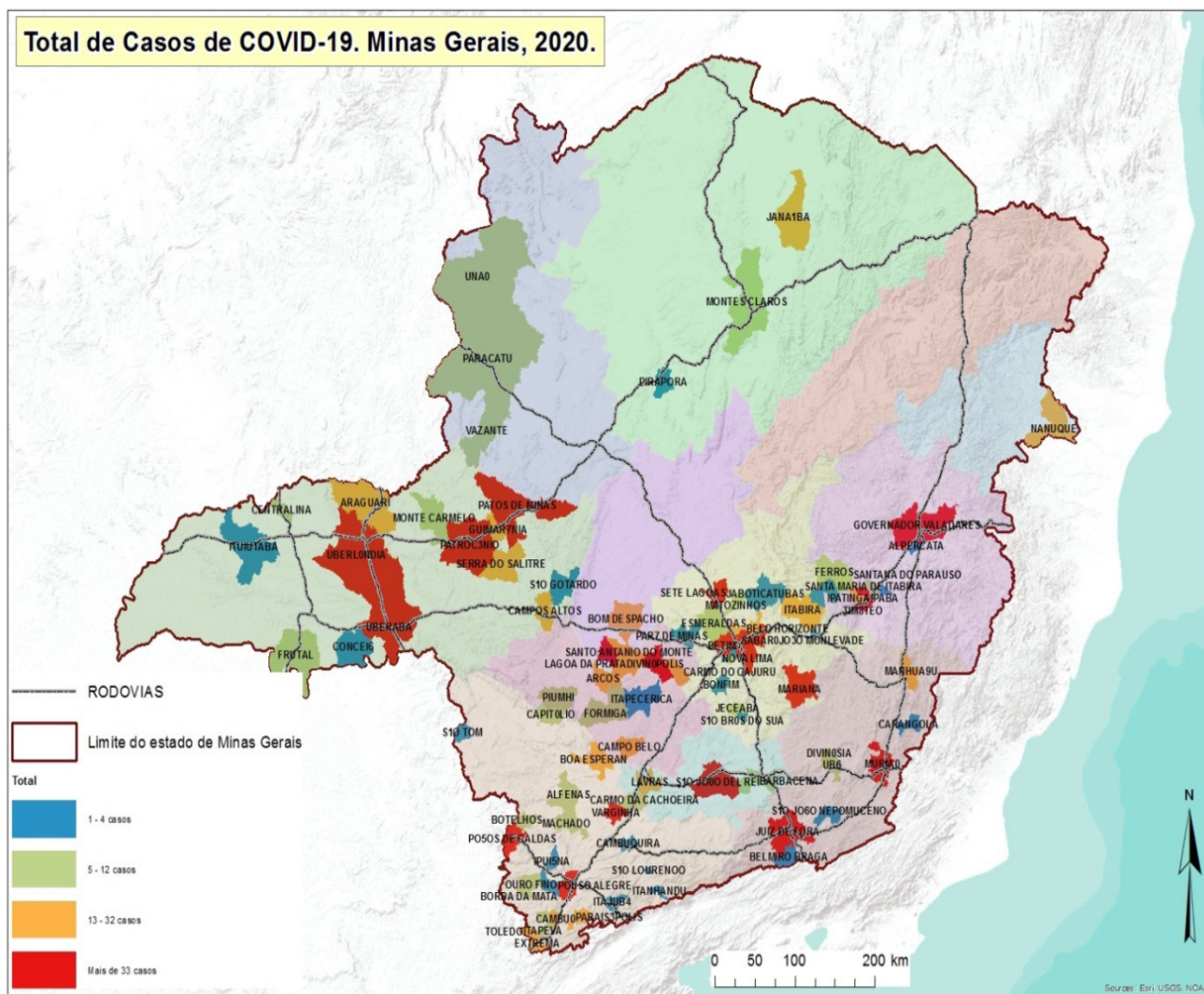
Fonte: elaborado pelos autores.



**Figura 3: Minas Gerais: distribuição espacial do número absoluto de casos e óbitos de COVID-19 em 11-09-2020.**

Fonte: Elaborado pelos autores.

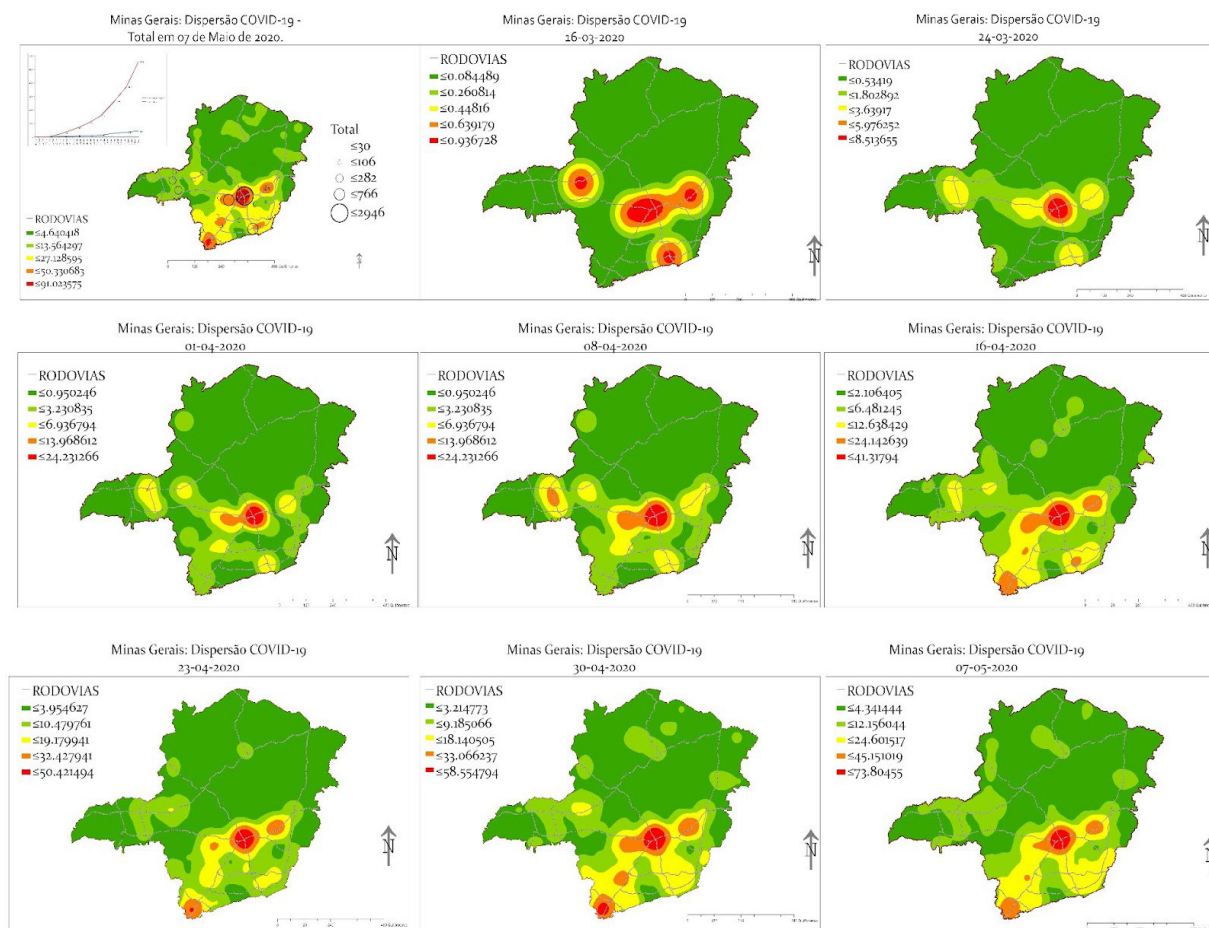
Os mapas apresentados mostram a evolução da doença em um intervalo de quatro meses do início da coleta dos dados, mas sabe-se que a partir desta data muita coisa mudou e conseqüentemente os números aumentaram. Nos mapas produzidos, conseguiu-se entender a importância que as ferramentas de SIGs possuem para a elaboração de pesquisas trazendo clareza, e informação precisa à população. Outro mapa produzido foi referente ao total de casos correlacionando a totalidade do estado, classificado por uma simbologia específica que mostram a quantidade de casos por regiões, com ênfase aos municípios de destaque no início da transmissão e difusão no estado. Mesmo em se tratando do início da transmissão e o número relativamente baixo de casos, a figura 4 apresenta um claro impacto da rede urbana e principais rodovias no estado no processo de difusão da doença.



**Figura 4: Minas Gerais: distribuição espacial dos casos de COVID-19 por regiões e municípios importantes**

Fonte: Elaborado pelos autores.

Sendo assim, a reflexão de como a saúde pública também é impactada pela localização tem se tornado essencial para a elaboração dos dados. Observou-se pela distribuição destes, certa concentração de casos, estes, por sua vez, em função da capital do estado ocasionada pela esfera de influência que ela demanda para além do local. Partindo da primícia de que o vírus consegue ser proliferado a partir de uma escala significativamente menor, esse fato já era esperado pelos centros de monitoramento da doença (OMS, 2021). Nesse contexto, mediante a coleta dos dados apresentados no mapa, houve um aumento de casos dentro das áreas urbanas. E as ferramentas geotecnologias foram os agentes primordiais para o monitoramento e também para fins de conscientização, de certo modo à população. Em função deste monitoramento e crescimento exponencial, a figura 5 refere-se a mapas de calor produzidos no período dos meses de março a maio do ano de 2020, no qual a funcionalidade deles é apresentar os dados, com a ajuda de uma cartografia temática, em que a concentração referente ao aumento dos casos é revelada por intermédio das cores com maior intensidade dentro dos mapas.

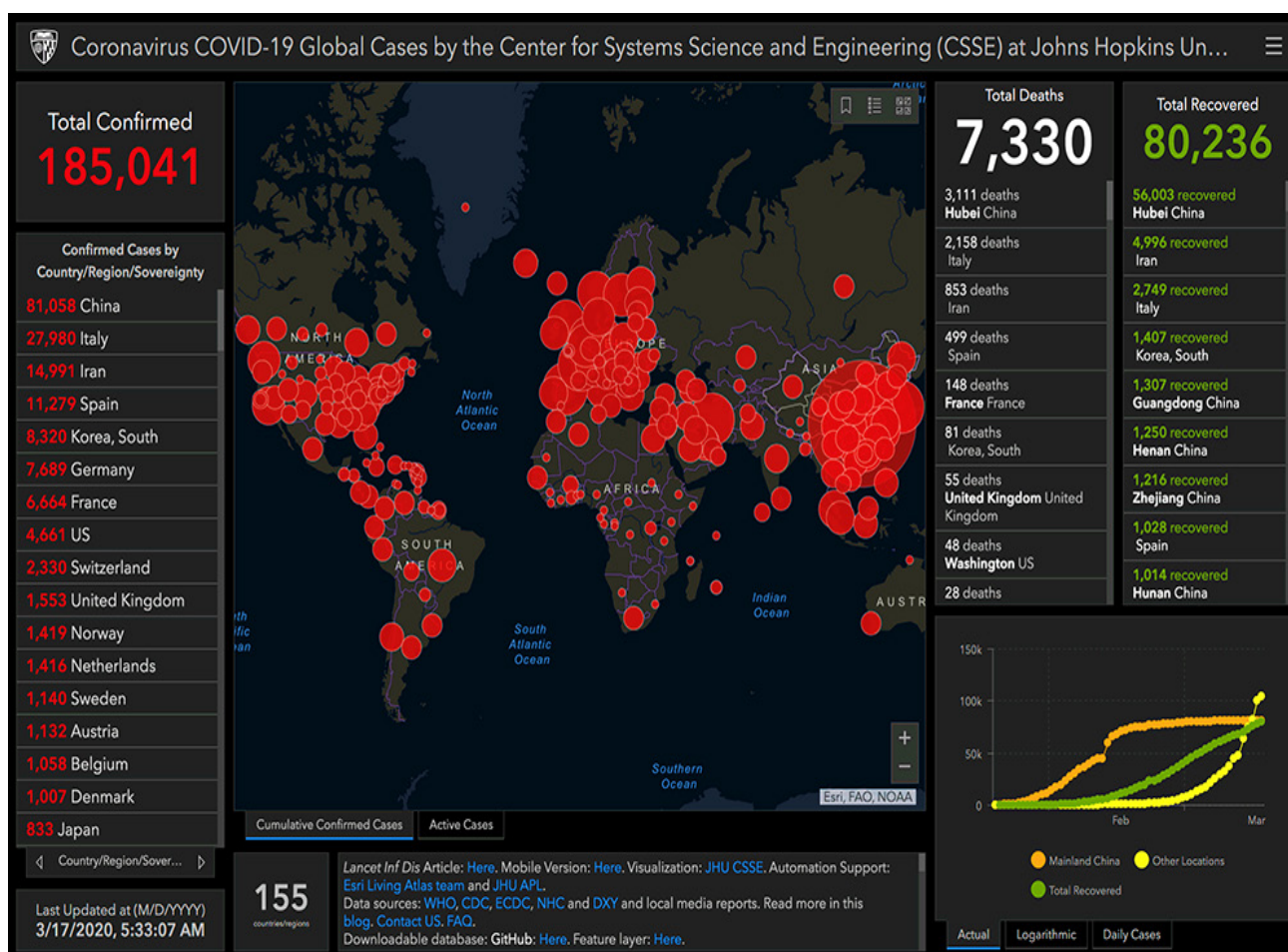


**Figura 5: Mapa de Calor: referente ao aumento de casos dos meses de março a maio de 2020.**

Fonte: Elaborado pelos autores.

Dentro da perspectiva analisada, e dos dados apresentados por escala de intensidade por meio do mapa de calor, conseguiu-se ter clareza nas informações apresentadas e com isso entender o tamanho da proporção dos casos ao passar dos meses. Em contrapartida, é de sua importância destacar que os mapas de calor, os de mortalidades e incidência de casos e o mapa da espacialização regional foram elaborados para o projeto final da pesquisa, o Dashboard. Todavia, a partir do período de teste, a qual foi disponibilizado pela empresa ArcGis Pro para o Instituto Pró-Cidade Futura, tornou-se inviável o acesso a plataforma, pois ocorreu a suspensão da ferramenta, fazendo com que a execução final do projeto não acontecesse. Entretanto, segue o exemplo da figura 6 que retrata como realmente é um painel interativo na sua fase final de execução, para fins de conhecimento e clareza da abordagem principal do artigo.





**Figura 6: Dashboard demonstrativo.**

Fonte: Centro de Ciência e Engenharia de Sistemas (JHU CSSE) (<https://coronavirus.jhu.edu/map.html>)

O Dashboard em questão, criado pela equipe de pesquisadores e alunos da *Johns Hopkins University* (JHU CSSE), produzido no ano de 2020 como subsídio de monitoramento mundial, em detrimento da Covid-19, tornou-se referência, pois apresentava, com precisão, informações a respeito de qualquer parte do mundo, as quais possuíam dados disponíveis nas plataformas oficiais da Web. As informações de óbitos e novos casos eram apresentados a partir de um ‘click’ em uma cidade ou país de interesse. O painel também conseguia mostrar por meio dos ‘Buffer’ (ferramenta de proporção de áreas em forma de círculos) as áreas com maior incidência de mortalidade. Ele também apresentava gráfico que mostrava a equiparação dos óbitos, novos casos, da cidade onde começou a doença em detrimentos de outras com menos casos. Nessa perspectiva, o artigo tem como modelo de abordagem e metodologia de aplicação, o modelo em questão, pois a ideia da pesquisa se deu a partir da compreensão de escala local, mas não menos significativa, conseguir mostrar o processo que ocorre não tão distante da realidade mundial, mas de maneira uma mais clara e pontual.

## Considerações finais:

As tecnologias GIS modernas se concentram em ferramentas baseadas na Web, compartilhamento de dados aprimorado e informações em tempo real para dar suporte à tomada de decisões críticas. Juntamente com estas ferramentas, existem plataformas compostas por elementos construíveis que conseguem expandir as informações, e assim atender as necessidades de um determinado público-alvo. Os painéis exemplificam esses ideais e têm sido extremamente populares no compartilhamento e compreensão da disseminação do coronavírus SARS-CoV-2. A comunicação por meio de painéis baseados em mapas oferece informações acessíveis para pessoas de todo o mundo ansiosas para proteger a si mesmas e suas comunidades. Esse tipo de ferramenta melhora a transparência dos dados e ajuda as autoridades a disseminar informações que conseguem

servir como um arsenal de direcionamento entre a sociedade e o poder público.

Em virtude desta ampla disseminação de informações, este trabalho tem muito a acrescentar, pois se trata de uma demanda a qual muito se falou a alguns anos atrás, sobre a coleta de informações pertinentes, em benefício da saúde mundial. Todavia, as informações não se inibem à apenas uma área de interesse, em nível de monitoramento mundial, mas, também, a prevenção e controle epidêmico, tendo em vista o avanço de doenças a nível local e regional. Por ora, esta prerrogativa está se tornando referência em virtude da deliberação de decisões, em prol da sociedade, a partir do uso feito através da coleta de dados, a partir das técnicas necessárias de extração de informações diretamente da web.

Nessa perspectiva, para a construção do material descrito, houve algumas limitações para que o painel referente ao artigo, por motivo de não conseguir acesso (encerramento da licença), não conseguisse capturar alguma amostra do *dashboard* realizado em 2020 como ilustrativos. Por isso, sem acesso a plataforma, tornou-se inviável a espacialidade dos dados de mortalidades prévia referente ao acontecimento. Sem ele, a análise das dinâmicas temporais e outras características primordiais e significativas, como dados sociais e econômicos responsáveis para a compreensão em forma de painel interativo, não ocorreram. Certamente, os painéis ocuparam o centro do palco na conscientização sobre o surto de COVID-19. Mas esperamos que os leitores considerem como uma plataforma GIS abrangente pode apoiar todo o processo de vigilância, preparação e resposta a doenças infecciosas, porque, como disse um epidemiologista, surtos como esse “deveriam acontecer com mais frequência no futuro” [16]. Em outras palavras, não é uma questão de se outro surto ocorrerá, mas quando e onde. Vírus como o SARS-CoV-2 não conhecem fronteiras de países ou continentes.

## Créditos

Andreza Pinheiro Santos e Flávia de Oliveira Santos: curadoria de dados, redação-preparação do rascunho original. Elivelton da Silva Fonseca: conceituação, metodologia, software. Samuel do Carmo Lima: supervisão. Francisco Barroso: software, validação e aquisição de apoio financeiro.

## Agradecimentos

Esri – licença do ArcGis Pro, versão 2.7: licenciado para fins educacionais em função da Pandemia de COVID-19, cedida ao Instituto Pró-cidade Futura, de Março a Dezembro de 2020.

## Referências:

Barcellos, C., & Ramalho, W. (2002). Situação Atual do Geoprocessamento e da Análise de Dados Espaciais em Saúde no Brasil. *Revista de Informática Pública*, 4(2), 221–230. [http://www.ip.pbh.gov.br/ANO4\\_N2\\_PDF/ip0402barcellos.pdf](http://www.ip.pbh.gov.br/ANO4_N2_PDF/ip0402barcellos.pdf)

Dong, E., Du, H., & Gardner, L. (2020). An interactive web-based dashboard to track COVID-19 in real time. In *The Lancet Infectious Diseases* (Vol. 20, Issue 5, pp. 533–534). Lancet Publishing Group. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(20\)30120-1](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(20)30120-1)

Dong, E., Ratcliff, J., Goyea, T. D., Katz, A., Lau, R., Ng, T. K., Garcia, B., Bolt, E., Prata, S., Zhang, D., Murray, R. C., Blake, M. R., Du, H., Ganjkhanloo, F., Ahmadi, F., Williams, J., Choudhury, S., & Gardner, L. M. (2022). The Johns Hopkins University Center for Systems Science and Engineering COVID-19 Dashboard: data collection process, challenges faced, and lessons learned. In *The Lancet Infectious Diseases* (Vol. 22, Issue 12, pp. e370–e376). Elsevier Ltd. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(22\)00434-0](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(22)00434-0)

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). (2023, July 23). *Estimativas da população brasileira*. <https://ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-Stimativas-de-Populacao.Html>.

João, B. N. (2020). *Geographic Information Systems and COVID-19: The Johns Hopkins University Dashboard*. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-15447/v1>

Roberts, D. L., Rossman, J. S., & Jarić, I. (2021). Dating first cases of COVID-19. *PLoS Pathogens*, 17(6). <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1009620>

World Health Organization. (2021). *WHO Coronavirus Disease (COVID-19) Dashboard*. [https://covid19.who.int/?gclid=EAIaIQobChMI\\_pimwrWM7gIVUgSRCh28Xwi-EAAYASAAEgLcv\\_D\\_BwE](https://covid19.who.int/?gclid=EAIaIQobChMI_pimwrWM7gIVUgSRCh28Xwi-EAAYASAAEgLcv_D_BwE)