

Uso de SIG Web para Avaliação da Incidência de Arboviroses na região do Alto Paranaíba/MG

Aline Luiza Souza¹, Luiz Benedito Alves Neto¹, Mariana de Deus Castro¹, Adriana Zanella Martinhago¹

Instituto de Ciências Exatas e Tecnológicas - Universidade Federal de Viçosa - Campus Rio Paranaíba

{aline.l.souza, luiz.b.neto, mariana.d.castro, adriana.martinhago}@ufv.br

Abstract. *Arboviruses such as Dengue, Zika, and Chikungunya affect thousands of people in Brazil, demanding effective spatial analysis tools. This work aims to develop a Web GIS for visualizing the incidence of these diseases in 31 municipalities of Alto Paranaíba (MG). Geographic layers were collected from public sources, processed in QGIS, published via GeoServer, and visualized using OpenLayers. The analysis was based on incidence rates from 2023, 2024, and early 2025. The system allows interactive switching between thematic layers and years. Results show that the Web GIS effectively integrates data to support epidemiological surveillance.*

Keywords: *Web GIS, arboviruses and geographic database*

Resumo. *As arboviroses como Dengue, Zika e Chikungunya são doenças que afetam milhares de pessoas no Brasil e exigem ferramentas eficientes de análise espacial. Este trabalho tem como objetivo desenvolver um SIG Web para visualização da incidência dessas doenças nos 31 municípios do Alto Paranaíba (MG). Foram utilizadas camadas geográficas obtidas de fontes públicas e processadas no QGIS, com publicação via GeoServer e visualização no navegador por meio do OpenLayers. A análise considerou os coeficientes de incidência dos anos de 2023, 2024 e parte de 2025. O sistema permite alternar entre camadas temáticas e anos de forma interativa. Os resultados demonstram que o SIG Web tem eficácia para integrar dados e apoiar a vigilância epidemiológica.*

Palavras-chave: *SIG Web, arboviroses e banco de dados geográficos*

1. Introdução

As arboviroses, como Dengue, Zika e Chikungunya, representam um grave problema de saúde pública no Brasil, especialmente em regiões com alta densidade populacional e urbanização acelerada. Fatores ambientais e socioculturais têm favorecido sua disseminação, configurando desafios significativos para a vigilância epidemiológica nacional [Lima-Câmara 2016]. Nesse contexto, os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) desempenham papel essencial ao possibilitar interpretações espaciais integradas. Pesquisas demonstram que o uso de SIGs em saúde pública permite análises mais precisas da distribuição de doenças e indicações eficazes para políticas públicas [Carvalho and Souza-Santos 2005].

Apesar da ampla disponibilidade de dados epidemiológicos e geográficos, muitas dessas informações permanecem dispersas ou de difícil acesso e interpretação por parte

de profissionais da saúde e da população em geral. A ausência de ferramentas interativas e centralizadas que integrem esses dados dificulta a tomada de decisão baseada em evidências espaciais, especialmente em nível regional.

O objetivo geral deste trabalho é desenvolver um Sistema de Informação Geográfica *Web* (SIG Web) para visualização da incidência de arboviroses na região do Alto Paranaíba, em Minas Gerais. Como objetivos específicos, buscou-se: (i) coletar e organizar dados geoespaciais e epidemiológicos de fontes públicas; (ii) estruturar e publicar essas camadas em um servidor de mapas; (iii) desenvolver uma interface *web* interativa e responsiva utilizando tecnologias livres; e (iv) permitir a análise visual integrada das doenças por município, ano e tipo de arbovirose.

Este artigo está organizado da seguinte forma: a Seção 2 apresenta os trabalhos relacionados que embasam o uso de SIGs para análise epidemiológica. A Seção 3 descreve a metodologia utilizada no desenvolvimento do sistema. A Seção 4 apresenta os resultados obtidos, com destaque para as funcionalidades do SIG Web desenvolvido, os testes realizados e a análise visual dos dados. E por fim a Seção 5 apresenta as conclusões do trabalho.

2. Trabalhos Relacionados

A seguir, são apresentados cinco estudos que abordam o uso de SIGs *Web* ou plataformas interativas em epidemiologia, destacando similaridades e diferenças em relação ao presente trabalho.

[de Souza Miranda 2018] desenvolveu um SIG *Web* para monitorar casos de dengue no município de Pedras de Fogo, utilizando softwares livres e dados oficiais da vigilância sanitária local. Assim como o nosso projeto, trata-se de um sistema cliente-servidor com camadas temáticas georreferenciadas, mas foca exclusivamente na dengue, aplica análise por mapa de calor e restringe-se a dados de um único município, sem contemplar múltiplos recortes temporais, o que limita a compreensão da evolução da doença em escala regional. Já o nosso SIG *Web* integra três arboviroses (Dengue, Zika e Chikungunya) e permite alternância anual, com simbolização baseada em coeficiente de incidência.

Díaz-Celis et al. (2022) desenvolveram uma plataforma que combina *Web GIS(Geographic Information System)*, dados colaborativos (*crowdsourcing*) e *mHealth(mobile health)* para vigilância entomológica do *Aedes aegypti* em tempo real [Díaz-Celis et al. 2022]. Embora compartilhe a arquitetura *Web GIS* com *backend Post-GIS/GeoServer* e *frontend OpenLayers*, a solução não explorou a integração com banco de dados geoespaciais, o que dificulta a atualização e filtragem dinâmica das informações. Esse trabalho enfatiza coleta móvel de campo, enquanto o nosso utiliza fontes oficiais para dados epidemiológicos e não contou com coleta móvel.

Um sistema implementado em 2012 utilizou *GeoServer* e *OpenLayers* para gerar mapas de risco de dengue a partir de dados epidemiológicos e sensoriamento remoto (MODIS), com simulação de propagação de infecção no servidor [Porcasi et al. 2012]. Essa solução permite modelagem de risco, diferentemente do nosso foco na visualização de incidência real por município. No entanto, demonstra como tecnologias semelhantes podem ser estendidas para análises mais complexas.

Um estudo recente apresentou um *dashboard* web para visualização integrada dos três vírus produzidos pelo Aedes aegypti, com painel por vírus e visualizações interativas para apoio à gestão [Ferreira et al. 2024]. Assim como no SIG Web desenvolvido neste artigo, possui camadas de cada doença separadas por ano e foco em interatividade. A principal diferença é que o trabalho citado se restringe a um painel (*dashboard*), enquanto nosso sistema é um SIG com controle cartográfico granular e integração espacial no nível municipal.

[Brasil et al. 2015] desenvolveram uma solução voltada para o monitoramento da dengue no Distrito Federal, que integrava processamento digital de imagens para a contagem de ovos em ovitrampas, banco de dados PostgreSQL, edição de camadas no QGIS e publicação via *I3Geo*. Em apenas três meses de coleta, a plataforma mostrou ganhos em tempo e precisão em relação ao método manual, além de permitir a visualização georreferenciada dos resultados. No entanto, o estudo apresenta limitações importantes, como a restrição a dados entomológicos, área de abrangência pequena e ausência de integração com notificações epidemiológicas. Diferentemente desse trabalho, como já citado, o SIG Web desenvolvido neste estudo contempla três arboviroses, abrange 31 municípios do Alto Paranaíba e publica os serviços via GeoServer (WMS/SLD) consumidos por OpenLayers. Assim, a solução proposta amplia tanto a escala e o escopo epidemiológico, quanto a interoperabilidade e usabilidade do sistema.

3. Metodologia

A metodologia adotada neste trabalho foi estruturada em seis etapas principais: (i) delimitação da área de estudos; (ii) coleta e organização dos dados espaciais; (iii) tratamento e estruturação dos dados; (iv) construção do banco de dados espacial e publicação; (v) desenvolvimento do SIG Web; e (vi) testes técnicos. Cada etapa é descrita a seguir.

3.1. Delimitação da Área de Estudos

A região do Alto Paranaíba está localizada no noroeste de Minas Gerais e integra a antiga mesorregião Triângulo Mineiro, atualmente classificada como região de planejamento estadual. A área abrange aproximadamente 42000km² e comporta cerca de 760000 habitantes distribuídos em 31 municípios, Figura 1 (Araxá, Campos Altos, Ibiá, Nova Ponte, Pedrinópolis, Perdizes, Pratinha, Sacramento, Santa Juliana, Tapira, Arapuá, Carmo do Paranaíba, Guimarânia, Lagoa Formosa, Matutina, Patos de Minas, Rio Paranaíba, Santa Rosa da Serra, São Gotardo, Tiros, Abadia dos Dourados, Coromandel, Cruzeiro da Fortaleza, Douradoquara, Estrela do Sul, Grupiara, Iraí de Minas, Monte Carmelo, Patrocínio, Romaria e Serra do Salitre) [Paranaíba].

O clima caracteriza-se como tropical de altitude, com temperaturas médias de 23°C a 28°C no verão e 16°C a 21°C no inverno. A região apresenta relevo aplinado e ondulado, com serras ao sul e o rio Paranaíba nascendo em seu território.

Do ponto de vista econômico, destaca-se pelo agronegócio diversificado — com predomínio de café, soja, milho, produção de hortaliças, pecuária leiteira, mineração de ferro e fertilizantes — e pelo crescimento de cooperativas e tecnologia aplicada ao campo.

Essa delimitação foi adotada como recorte espacial para a coleta, organização e análise dos dados geoespaciais e epidemiológicos no SIG Web proposto.

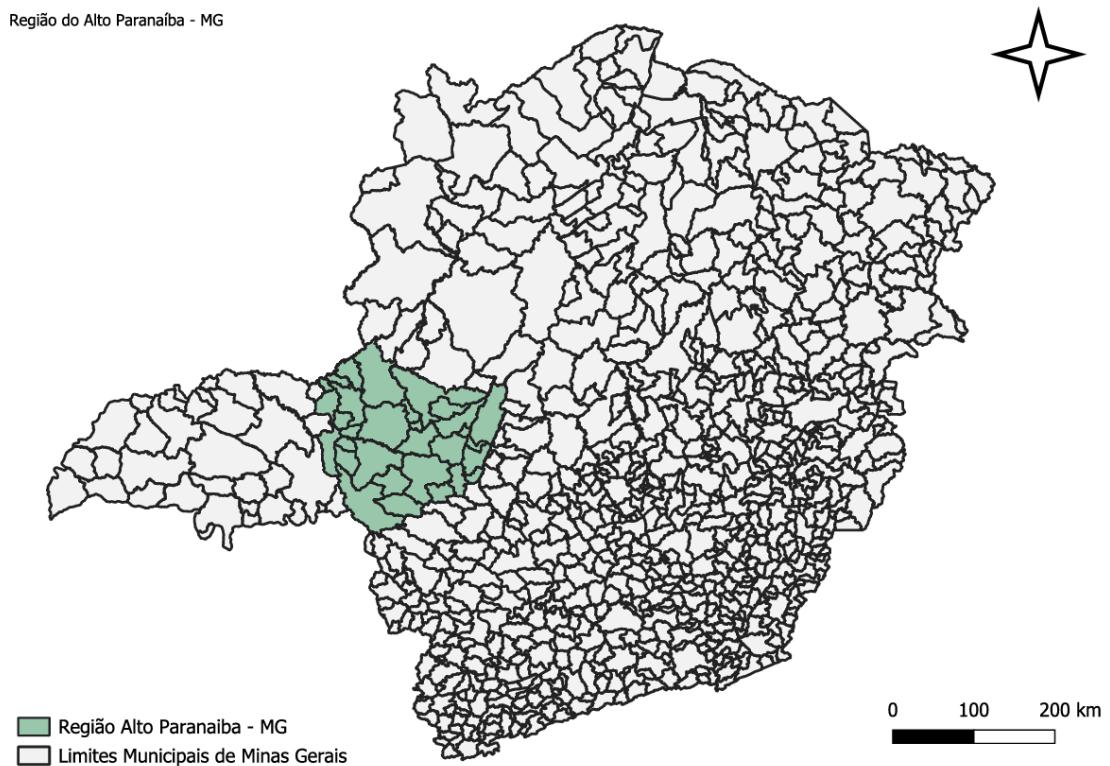


Figura 1. Mapa da região do Alto Paranaíba

3.2. Coleta e Organização dos Dados Espaciais

A coleta de dados foi realizada por meio de fontes públicas e oficiais. Os limites municipais de Minas Gerais foram obtidos no site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) [IBGE 2025], sendo posteriormente filtrados no *QGIS* para isolar os 31 municípios que compõem a região do Alto Paranaíba.

As informações referentes às unidades de saúde foram extraídas do Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES) [MDS 2025a], com dados georreferenciados em formato CSV. A camada de uso e cobertura do solo, com foco nas Áreas Antropizadas, foi obtida no portal do IDE-Sisema [IDE-Sisema 2025], já recortada para a região de interesse.

Os dados epidemiológicos foram coletados no Painel de Monitoramento de Arbovíroses do Ministério da Saúde [MDS 2025b], abrangendo os anos de 2023, 2024 e 2025. Para o ano de 2025, os dados disponíveis foram considerados até a data de 03 de junho do mesmo. Foram extraídas informações referentes à Dengue, Zika e Chikungunya, organizadas por município e disponibilizadas com o Coeficiente de Incidência já calculado. As camadas foram separadas por ano e por tipo de doença.

3.3. Tratamento e Estruturação dos Dados

Todos os dados espaciais foram tratados no software QGIS, com reprojeção para o sistema de referência SIRGAS 2000 (EPSG: 4674). Foram realizadas limpezas de topologia, ajustes de atributos e conferência dos dados tabulares.

O Coeficiente de Incidência foi utilizado como critério principal de análise, sendo

classificado em cinco níveis com base no método de quebra natural de Jenks. Cada camada temática foi salva separadamente para publicação no servidor de mapas.

3.4. Publicação e Banco de Dados Espacial

A publicação das camadas foi realizada no GeoServer, configurado para servir os dados por meio do protocolo *WMS* (*Web Map Service*). Antes disso, as tabelas resultantes do QGIS foram inseridas em um banco de dados no *PostgreSQL*, gerenciado via *pgAdmin*. Esse banco armazenou as camadas vetoriais, e foram criadas *views* para permitir a filtragem por ano e por tipo de arbovirose. O GeoServer foi conectado a esse banco de dados para acessar as camadas e publicá-las como serviços WMS. As simbologias foram definidas por arquivos *SLD* (*Styled Layer Descriptor*) personalizados, permitindo a visualização diferenciada por intensidade de incidência. O GeoServer também gerou automaticamente as legendas para cada camada, utilizando o recurso *GetLegendGraphic*.

As camadas publicadas incluem: limites municipais, unidades de saúde, áreas antropizadas e os dados de arboviroses por ano e tipo de doença. A camada base utilizada foi o *OpenStreetMap* (*OSM*) [OpenStreetMap 2025].

3.5. Desenvolvimento do SIG Web

O SIG Web foi construído com base na arquitetura cliente-servidor, em que o *frontend* consome os serviços WMS publicados no GeoServer. As camadas foram armazenadas em um banco de dados espacial PostgreSQL com extensão PostGIS, através do pgAdmin, o qual foi integrado ao GeoServer para publicação dinâmica. A interface foi desenvolvida utilizando:

- **HTML5**: para a estrutura da página.
- **CSS3**: para o layout, estilização e posicionamento dos elementos.
- **JavaScript**: para a lógica da aplicação e controle dinâmico das camadas.
- **OpenLayers**: biblioteca JavaScript especializada em mapas web, utilizada para renderização, projeções, gerenciamento de camadas, sobreposição com OSM e controles interativos como *zoom in*, *zoom out* e ativação de camadas.

A aplicação permite ativar/desativar camadas temáticas, visualizar as legendas correspondentes e alternar entre os anos e doenças disponíveis. A interface foi desenvolvida de forma responsiva, com elementos adaptáveis a diferentes tamanhos de tela.

3.6. Testes Técnicos

Os testes realizados foram exclusivamente de caráter técnico, com foco na verificação de carregamento das camadas, consistência das simbologias, atualização das legendas e responsividade da interface. Não foram conduzidos testes com usuários finais.

4. Resultados

Esta seção apresenta o SIG Web desenvolvido, suas principais funcionalidades e os testes realizados. O sistema foi planejado para permitir a análise espacial da incidência de arboviroses nos municípios do Alto Paranaíba, integrando dados geográficos e epidemiológicos em uma interface interativa e responsiva.

4.1. Interface e Funcionalidades

A aplicação conta com um mapa interativo que permite ao usuário visualizar diferentes camadas geográficas e epidemiológicas. À direita na Figura 2, encontra-se o painel de seleção de camadas, que inclui:

- **Limites Municipais (2020)**
- **Unidades de Saúde**
- **Áreas Antropizadas**
- **Casos de Dengue, Zika e Chikungunya (anos de 2023, 2024 e 2025)**

As camadas podem ser ativadas ou desativadas conforme o interesse do usuário. A legenda, localizada na parte inferior da interface, é atualizada automaticamente com base nas camadas visíveis, facilitando a compreensão visual.

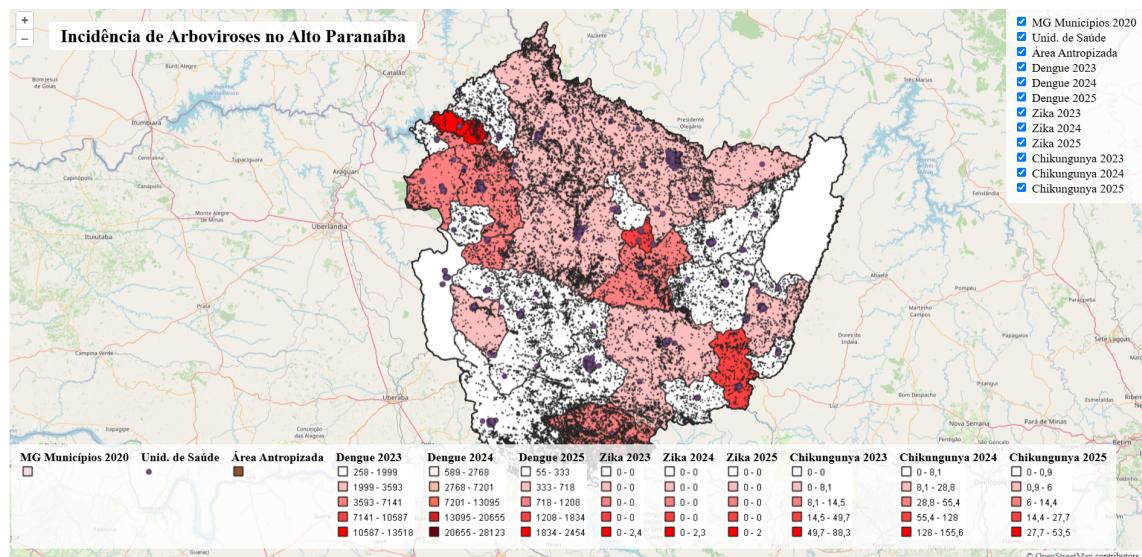


Figura 2. visão geral do SIG Web com várias camadas ativadas

A simbologia dos dados epidemiológicos segue uma padronização baseada em cinco faixas de Coeficiente de Incidência, classificadas segundo o método de Jenks. A representação em diferentes tonalidades permite identificar rapidamente os municípios com maior incidência. A base cartográfica utiliza dados do OpenStreetMap, com renderização e controle das camadas via biblioteca OpenLayers.

4.2. Testes Técnicos

Foram realizados testes com foco na estabilidade e funcionalidade do sistema. Primeiramente, verificou-se se todas as camadas WMS estavam sendo carregadas corretamente, sem erros de renderização ou falhas de conexão com o servidor GeoServer. Em seguida, foi avaliado o comportamento da legenda dinâmica, garantindo que ela se atualizasse corretamente de acordo com as camadas ativas na interface. Por fim, testou-se a responsividade do SIG Web em diferentes navegadores modernos, como Chrome e Microsoft Edge, confirmando que a interface se adapta bem a diferentes tamanhos de tela e mantém sua funcionalidade em todos os contextos testados.

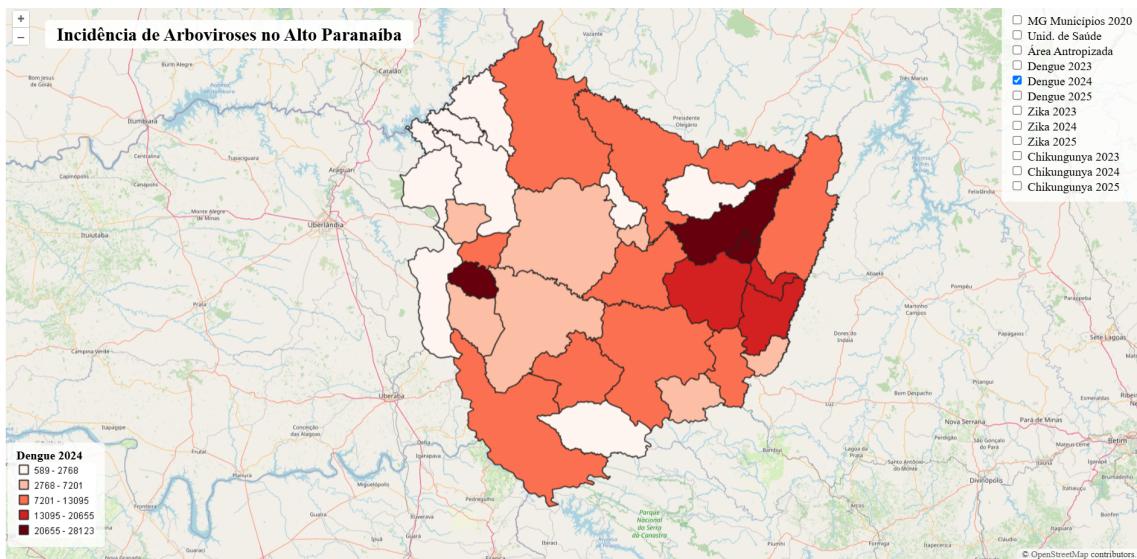


Figura 3. exemplo com apenas a camada de Dengue 2024 e legenda ajustada

Os resultados dos testes demonstraram que a aplicação funciona de forma estável, com resposta rápida às interações do usuário, atualização precisa das legendas e desempenho consistente durante a navegação.

4.3. Análise Visual dos Dados

A visualização integrada dos dados permitiu observar padrões espaciais importantes. Municípios com alta incidência de Dengue ao longo dos três anos avaliados destacaram-se com cores mais intensas, o que facilita a detecção de áreas críticas.

É importante reforçar que os dados de 2025 para Dengue, Zika e Chikungunya referem-se ao período compreendido até 3 de junho de 2025, estando, portanto, sujeitos a atualização conforme novos registros sejam contabilizados pelo Ministério da Saúde.

A Chikungunya apresentou aumento expressivo em 2025, Figura 4, enquanto os dados de Zika permaneceram baixos e concentrados em poucos municípios, refletindo a distribuição real observada até a data de coleta.

A sobreposição com as camadas de Unidades de Saúde e Áreas Antropizadas também permite inferir possíveis relações entre urbanização e focos de incidência, o que reforça o potencial do SIG Web como ferramenta de apoio à gestão territorial e vigilância epidemiológica.

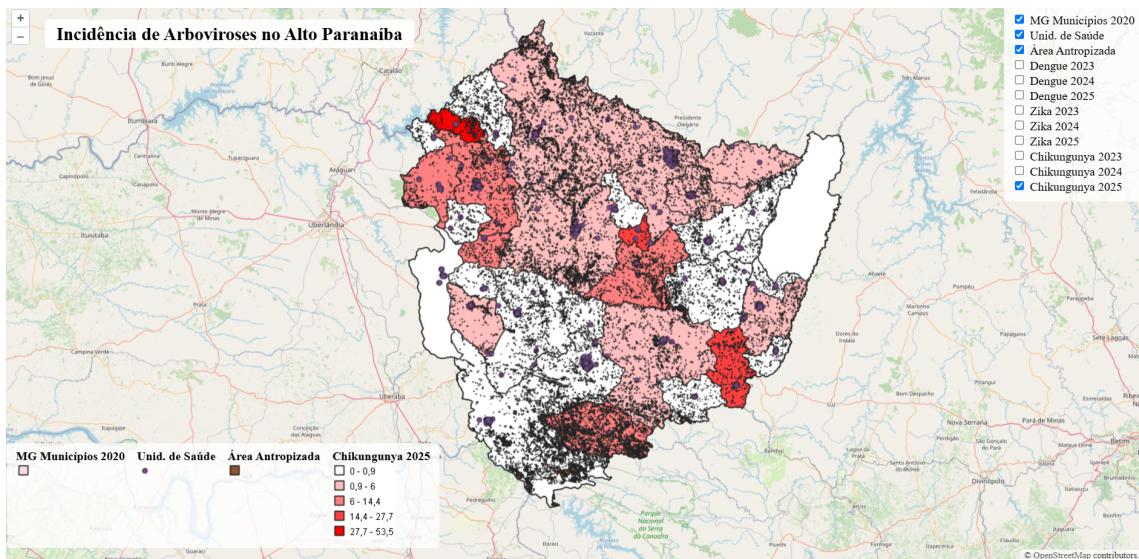


Figura 4. Foco nos municípios com maior intensidade de Chikungunya em 2025

5. Conclusão

O desenvolvimento do SIG Web para análise da incidência de arboviroses nos municípios do Alto Paranaíba demonstrou-se uma solução eficaz para integrar dados geográficos e epidemiológicos em uma plataforma interativa e acessível. Utilizando ferramentas de código aberto como QGIS, GeoServer e OpenLayers, foi possível estruturar um sistema que permite a visualização clara de padrões espaciais das doenças Dengue, Zika e Chikungunya ao longo dos anos de 2023, 2024 e parte de 2025. A separação por ano e tipo de arbovirose, aliada à classificação por coeficiente de incidência, favoreceu a interpretação dos dados. Os testes técnicos confirmaram a estabilidade da aplicação e a correta renderização das camadas.

Como trabalho futuro, propõe-se a ampliação da área de cobertura para outras regiões de Minas Gerais e a realização de testes de usabilidade com usuários finais, como profissionais da saúde, a fim de avaliar a efetividade da interface e o potencial da ferramenta no apoio à tomada de decisões.

Referências

- Brasil, L. M., Gomes, M. M. F., Miosso, C. J., da Silva, M. M., and Amvame-Nze, G. D. (2015). Web platform using digital image processing and geographic information system tools: a brazilian case study on dengue. *BioMedical Engineering OnLine*, 14:69.
- Carvalho, M. S. and Souza-Santos, R. (2005). Análise de dados espaciais em saúde pública: métodos, problemas, perspectivas. *Cadernos de Saúde Pública*, 21(2):361–378.
- de Souza Miranda, V. G. (2018). Dengue gis: construção de uma aplicação sig web com ferramentas de software livre para o monitoramento dos casos da dengue na cidade de pedras de fogo - pb. <https://repositorio.ifpb.edu.br/jspui/handle/177683/2337>. Trabalho de Conclusão de Curso - Instituto Federal da Paraíba.

- Díaz-Celis, C. A., Arias-Cubillos, S. M., and Rincón-Bahamon, D. F. (2022). Plataforma ti de vigilancia entomológica del aedes aegypti con colaboración colectiva web gis y mhealth. *Entramado*, 18(2):156–169.
- Ferreira, A. O., Andrade, M. S., and Lopes, D. R. (2024). Visualização de dados de vigilância das arboviroses urbanas transmitidas pelo aedes aegypti. https://www.researchgate.net/publication/372543293_Visualizacao_de_dados_de_Vigilancia_das_arboviroses_urbanas_transmitidas_pelo_Aedes_aegypti. Disponível no ResearchGate.
- IBGE (2025). Malhas municipais - minas gerais (2020). https://geoftp.ibge.gov.br/organizacao_do_territorio/malhas_territoriais/malhas_municipais/municipio_2020/UFs/MG/. Acesso em: 01 jul. 2025.
- IDE-Sisema (2025). Áreas antropizadas - alto paranaíba. <https://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/geonetwork/srv/api/records/1b088c17-8817-4401-b1b7-72a75bc286e3>. Acesso em: 01 jul. 2025.
- Lima-Câmara, T. N. (2016). Arboviroses emergentes e novos desafios para a saúde pública no brasil. *Revista de Saúde Pública*, 50.
- MDS (2025a). Cadastro nacional de estabelecimentos de saúde (cnes) - downloads. <https://cnes.datasus.gov.br/pages/downloads/arquivosBaseDados.jsp>. Acesso em: 01 jul. 2025.
- MDS (2025b). Painel de monitoramento das arboviroses. <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/a/aedes-aegypti/monitoramento-das-arboviroses>. Acesso em: 01 jul. 2025.
- OpenStreetMap (2025). Dados cartográficos abertos. <https://www.openstreetmap.org>. Acesso em: 01 jul. 2025.
- Paranaíba, I. A. Alto paranaíba. https://pt.wikipedia.org/wiki/Alto_Parana%C3%ADba. Acesso em: jul. 2025.
- Porcasi, X., Calderón, M., Scavuzzo, H., Lamfri, G., Espinosa, J., Gaspe, D., Goenaga, A., Almirón, D., Ludueña-Almeida, A., de Arias, W. R., Peralta, M. V., Schweigmann, A., Gürtler, E. A., and Salomón, O. D. (2012). An operative dengue risk stratification system in argentina based on geospatial technology. *Geospatial Health*, 6(3):S31–S42.