



Espaço & Geografia

ANÁLISE ESPACIAL DO ÍNDICE DE
INFESTAÇÃO PREDIAL POR *Aedes Aegypti* E
IMPLICAÇÕES PARA O CONTROLE DA
DENGUE EM ROSÁRIO DO SUL, RS, BRASIL,
2023

SPATIAL ANALYSIS OF THE BUILDING INFESTATION INDEX BY *Aedes Aegypti*
AND IMPLICATIONS FOR DENGUE CONTROL IN ROSÁRIO DO SUL, RS,
BRAZIL, 2023

GABRIELE DOYLE CEZAR ¹, CÁSSIA REGINA NESPOLO ², ALINE BIASOLI TRENTIN ³, MARLISE PACHECO MAICA ⁴, RODRIGO RODRIGUES RETAMAR ⁵, TARIK OLIVEIRA DE ARAÚJO ⁶

1. Universidade Federal do Pampa, Campus Santana do Livramento, Santana do Livramento, Brasil; gabrielecezar.aluno@unipampa.edu.br.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-0155-7499>

2. Universidade Federal do Pampa, Campus São Gabriel, São Gabriel, Brasil; cassianespolo@unipampa.edu.br.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4476-0266>

3. Universidade Federal do Pampa, Campus São Gabriel, São Gabriel, Brasil; alinetrentin@unipampa.edu.br.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9747-9289>

4. Prefeitura Municipal de Rosário do Sul, Departamento de Vigilância Sanitária, Rosário do Sul, Brasil; marlisepmaica@yahoo.com.br.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-4607-4703>

5. Prefeitura Municipal de Rosário do Sul, Departamento de Vigilância Sanitária, Rosário do Sul, Brasil; rodrigoretamar27@gmail.com.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-9258-8238>

6. Prefeitura Municipal de Rosário do Sul, Departamento de Vigilância Sanitária, Rosário do Sul, Brasil; tarik.araujo89@gmail.com.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-5132-868X>

Recebido: 16/04/2025

Aceito: 10/04/2026

Publicado: 29/04/2026

Editor do artigo: Vinícius Vasconcelos

Disponibilidade dos dados: Todo o conjunto de dados de apoio aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

Pareceristas: Não há concordância em divulgação.

RESUMO

O estudo teve como objetivo analisar o índice de infestação predial e a distribuição espacial dos casos de dengue na área urbana do município de Rosário do Sul, utilizando dados do Levantamento Rápido de Índices para *Aedes aegypti* (LIRAA) do ano de 2023. O levantamento foi realizado pela Vigilância Sanitária e Ambiental de janeiro a outubro de 2023, considerando a metodologia do Ministério da Saúde. Os dados foram inseridos em planilha eletrônica para o cálculo do Índice de Infestação Predial (IIP), na plataforma Google Earth e no software QGIS para a espacialização e elaboração de mapas de calor. Os resultados mostraram que no ciclo 1/2023 (janeiro), das 38 amostras coletadas, 19 foram positivas, resultando em IIP de 2,03%, indicando alerta. No ciclo 2/2023 (maio), com 54 amostras coletadas, 45 resultaram positivas e o IIP foi de 5,30%, identificado como risco. Nos ciclos 3/2023 (agosto) e 4/2023 (outubro), com número menor de amostras (17 e 16, respectivamente) houve 7 (agosto) e 3 (outubro) positivas, indicando IIP satisfatórios (0,70% e 0,26%, respectivamente). Os valores elevados de IIP no 1º e 2º ciclos sinalizaram a necessidade de intensificação de medidas de controle dos focos e a espacialização dos dados facilitou a verificação dos locais com amostras positivas para intervenções posteriores.

Palavras-Chave: *Aedes aegypti*. Epidemiologia. Vigilância ambiental. Mapeamento.

ABSTRACT

The study aimed to analyze the Building Infestation Index (BII) and the spatial distribution of dengue cases in the urban area of the municipality of Rosário do Sul, using data from the Rapid Index Survey for *Aedes aegypti* (LIRAA) in 2023. The survey was conducted by Health and Environmental Surveillance from January to October 2023, following the Ministry of Health methodology. Data were entered into spreadsheets for BI calculation and analyzed using Google Earth and QGIS software to produce spatial distribution and heat maps. Results showed that in cycle 1/2023 (January), of the 38 samples collected, 19 were positive, resulting in a BII of 2.03%, indicating an alert situation. In cycle 2/2023 (May), with 54 samples collected, 45 were positive and the BI reached 5.30%, indicating risk. In cycles 3/2023 (August) and 4/2023 (October), with fewer samples (17 and 16, respectively), 7 (August) and 3 (October) were positive, resulting in satisfactory BI values (0.70% and 0.26%, respectively). High BII values in the first two cycles indicated the need to intensify control measures targeting breeding sites, and spatial analysis facilitated the identification of priority areas for intervention.

Keywords: *Aedes aegypti*. Epidemiology. Environmental surveillance. Mapping.

1. INTRODUÇÃO

A dengue é uma arbovirose causada por um vírus da família Flaviviridae, com quatro sorotipos virais DENV-1, DENV-2, DENV-3, e DENV-4 (VARGAS et al., 2021; WHO, 2021). É uma doença dominante nas Américas, especialmente no Brasil, e transmitida pelo mosquito *Aedes aegypti*, vetor também de chikungunya, zika e febre amarela urbana (BRASIL, 2023b; WHO, 2021). O *Aedes aegypti* é um mosquito doméstico, com hábitos diurnos, que se reproduz em ambientes com acúmulo de água parada, resíduos sólidos descartados incorretamente, em condições de alterações climáticas e de infraestrutura precária, mantendo sua população mesmo em estações mais secas (BRASIL, 2023a; FIOCRUZ, 2023; VARGAS et al., 2021).

A dengue representa um grave problema de saúde pública devido ao seu perfil endêmico-epidêmico e à capacidade de causar epidemias de elevada gravidade e óbitos (BRASIL, 2023a; BRASIL, 2023b). A Organização Mundial da Saúde (OMS) a classifica como o arbovírus com o maior número de casos na região das Américas, com 2.811.433 casos notificados em 2022 (BRASIL, 2023b). O reconhecimento precoce dos casos e a implementação imediata de medidas de controle são cruciais para diminuir as taxas de mortalidade (BRASIL, 2023b).

No contexto do Rio Grande do Sul, o município de Rosário do Sul apresenta uma situação que reflete o cenário nacional, com a segregação de espaços urbanos e a deficiência de infraestrutura em certas áreas, criando ambientes propícios para a proliferação do vetor *Aedes aegypti* (RIO GRANDE DO SUL, 2023). Apesar da relevância da vigilância epidemiológica, ainda há uma lacuna no detalhamento e na espacialização dos focos de infestação em nível municipal, o que dificulta a alocação precisa de recursos e a execução de ações de controle vetorial mais eficazes.

É importante realizar pesquisas que mensurem os locais mais afetados pela dengue, identificando focos de larvas, especialmente em áreas com infraestrutura precária, pois esses dados orientam intervenções mais eficazes no controle e combate da doença. Embora a vacinação represente um avanço importante e já esteja disponível para pessoas de determinadas faixas etárias, ainda existem desafios relacionados à cobertura vacinal, à exclusão de grupos vulneráveis e à necessidade de ampla mobilização social para garantir adesão e logística adequadas (TOLENTINO JUNIOR; PEREIRA SANCHES, 2025). Assim, o controle vetorial permanece essencial como estratégia complementar para reduzir a incidência e os impactos da dengue (RIBEIRO et al., 2020; VARGAS et al. 2021).

Para superar essa lacuna e otimizar as ações de saúde pública, a utilização do Levantamento Rápido de Índices para *Aedes aegypti* (LIRAA) é fundamental. O LIRAA é um método simplificado e sistemático utilizado como ferramenta de vigilância epidemiológica que fornece dados rápidos sobre o Índice de Infestação Predial (IIP), calculado pela razão entre o número de imóveis com larvas do mosquito e o número de imóveis pesquisados, permitindo ao gestor do programa um direcionamento preciso para suas ações locais (BRASIL, 2013). Adicionalmente, a análise espacial, por meio de Sistemas de Informações Geográficas (SIG), permite a localização e a visualização das relações espaciais dos dados de dengue, como a estimativa de densidade de Kernel, que auxilia na identificação de áreas de maior risco (CÂMARA; CARVALHO, 2004; CARDOSO et al., 2020). A combinação do LIRAA com a análise espacial é, portanto, uma abordagem robusta para transformar dados brutos em informações estratégicas para a vigilância ambiental.

Dessa forma, o objetivo deste estudo foi analisar o índice de infestação predial e a distribuição espacial dos focos de *Aedes aegypti* na área urbana do município de Rosário do Sul - RS, utilizando os dados do LIRAA do ano de 2023.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Tipo de Estudo e Área de Análise

O presente estudo caracteriza-se como uma pesquisa descritiva, exploratória e de abordagem quantitativa, com foco na análise espacial da infestação por *Aedes aegypti*. A unidade de análise primária foi o imóvel inspecionado, agrupado por quarteirão, conforme a metodologia do LIRAA (Brasil, 2023).

A área de estudo compreende a área urbana do município de Rosário do Sul, localizado na região da Fronteira Oeste do Estado do Rio Grande do Sul (RS) (Figura 1). O município possui uma área territorial de 4.343,656 km², sendo 13,63 km² de área urbana, e uma população estimada em 36.630 pessoas (IBGE, 2023).

*Coleta de dados - Levantamento Rápido de Índices para *Aedes aegypti* (LIRAA)*

Os dados utilizados são de natureza secundária, provenientes do Levantamento Rápido de Índices para *Aedes aegypti* (LIRAA), realizado pela Vigilância Sanitária e Ambiental de Rosário do Sul no período de janeiro a outubro de 2023, com participação direta da equipe autora na coleta, sistematização e consolidação das informações.. Foram analisados os dados dos quatro ciclos de levantamento ao longo do ano de 2023: 1º Ciclo (janeiro), 2º Ciclo (março), 3º Ciclo (agosto) e 4º Ciclo (outubro). A metodologia de amostragem seguiu o Manual específico do Ministério da Saúde (BRASIL, 2013), que estabelece a inspeção de 20% dos imóveis, selecionados pelo critério de roteiro “faz um e pula quatro”.

Durante as visitas, o agente de endemias inspeciona possíveis criadouros e pontos de água parada, coletando amostras de larvas e pupas suspeitas de *Aedes aegypti* em tubitos identificados. Os dados são registrados em planilha com informações sobre logradouro, quarteirão e quantidade de amostras positivas. As amostras são analisadas no Laboratório da Vigilância Sanitária e Ambiental Municipal ou enviadas à Coordenadoria Regional de Saúde para confirmar a presença do vetor e determinar os quantitativos. Os dados brutos incluíram registros geográficos dos quarteirões e o resultado das inspeções, positivos ou negativos para larvas do vetor.

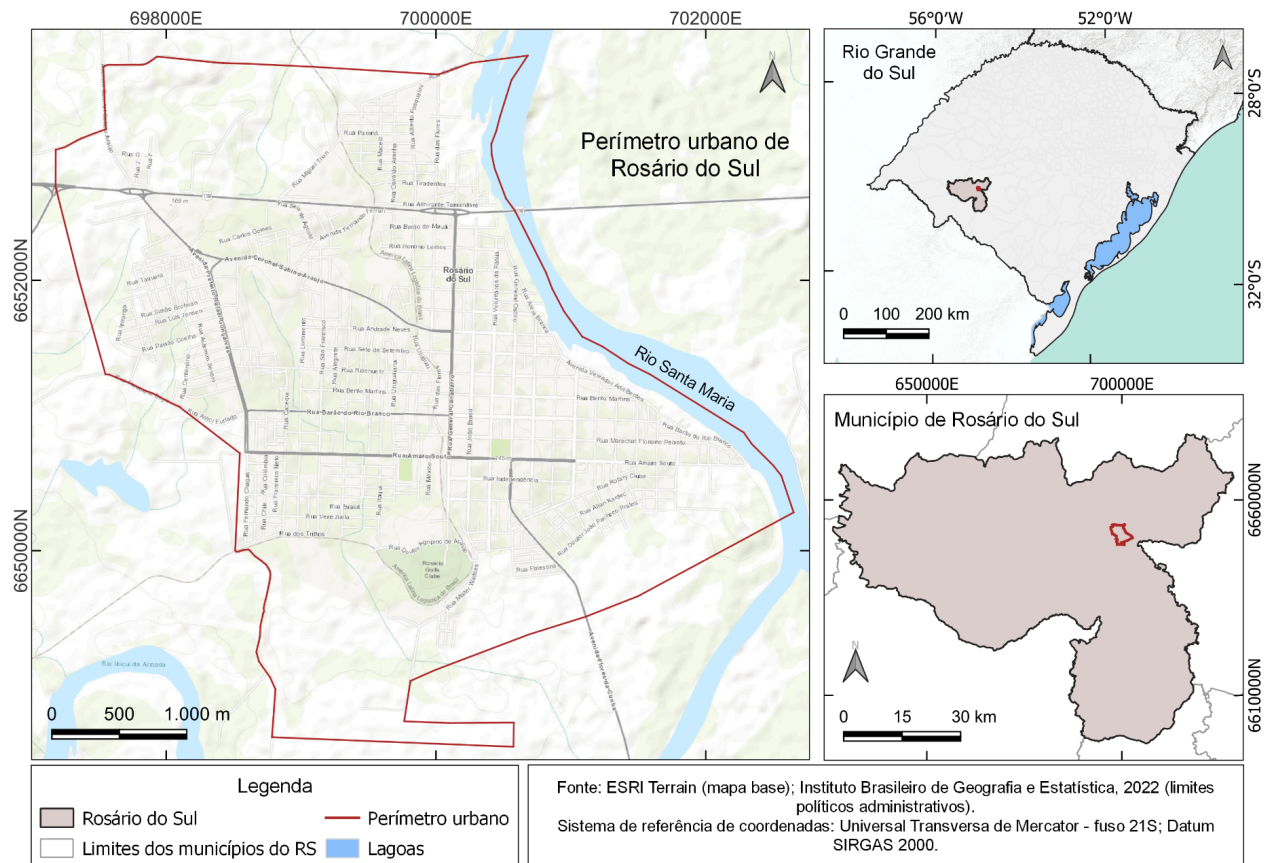


Figura 1. Mapa de localização do município de Rosário do Sul no Estado do Rio Grande do Sul e da sua área urbana. Fonte: ESRI Terrain (fundo); Malha Territorial – IBGE, 2022. Elaborada pelos autores, 2023.

Espacialização e análise dos dados

Os dados de inspeção foram inseridos em planilha eletrônica para o cálculo do Índice de Infestação Predial (IIP) de cada ciclo, considerando o percentual de imóveis com amostras positivas frente ao total de imóveis coletados, a fim de classificar o município quanto ao risco de epidemia. O valor abaixo de 1,0 indica resultado satisfatório, entre 1 e 3,9 sinaliza alerta e acima de 3,9 representa risco (RIBEIRO et al., 2021).

Para análise espacial, foram utilizadas as plataformas Google (Maps e Earth) e o software QGIS (QGIS DEVELOPMENT TEAM, 2023a). Nas plataformas Google foram verificadas e inseridas por meio de marcadores, as localizações dos imóveis considerando os endereços (“logradouro” e “número”) disponibilizados em planilha, pela Vigilância. Posteriormente estes dados (no formato pontual) foram exportados no formato *.kml.

No software QGIS (versão 3.22.6) foram importados os dados espaciais do tipo ponto (registro das coordenadas das amostras positivas), seguindo os locais registrados na planilha disponibilizada pela Vigilância e localizados no Google Earth. Estes dados foram referenciados na projeção Universal Transversa de Mercator, Zona 21 S, Datum SIRGAS 2000. Para a interpolação e criação do mapa de calor (ou densidade) utilizou-se a ferramenta “mapa de calor – Kernel”, a qual gera uma interpolação a partir de uma camada de pontos, por meio da estimativa de densidade de kernel. A densidade é calculada considerando o número de pontos em um local, resultando em valores maiores onde há maior número de pontos agrupados, facilitando a identificação de hotspots (QGIS DEVELOPMENT TEAM, 2023b). Os parâmetros utilizados para a estimativa de densidade aplicada sobre os pontos consideraram um raio de 300 metros e função de ponderação “Quartico”.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O município de Rosário do Sul tem enfrentado nos últimos anos a infestação do mosquito *Aedes aegypti*. A análise dos dados do LIRAA realizado em Rosário do Sul durante os quatro ciclos de 2023 revelou uma sazonalidade clara na infestação vetorial, com picos nos períodos mais quentes (Tabela 1). No LIRAA 1/2023 (janeiro), foram visitados 986 imóveis, coletadas 38 amostras, das quais 19 foram positivas, resultando em um IIP de 2,03%, que indicou alerta. No LIRAA 2/2023 (maio), 849 imóveis foram visitados, com 54 amostras coletadas, 45 positivas e IIP de 5,30%, identificando risco. O ciclo LIRAA 3/2023 (agosto) incluiu 868 imóveis visitados, 17 amostras coletadas, sete positivas e IIP de 0,70%, o que sinalizou situação satisfatória. No LIRAA 4/2023 (outubro), foram visitados 857 imóveis, coletadas 16 amostras, das quais três foram positivas, com um IIP de 0,26%, também indicando situação satisfatória.

Os valores elevados para o IIP nos 1º e 2º Ciclos do LIRAA 2023 sinalizaram a necessidade de intensificação das medidas de controle dos focos em Rosário do Sul nesse período. Um estudo que avaliou dados do LIRAA e de incidência de dengue no Estado do Rio de Janeiro verificou uma maior concentração de municípios com valores de IIP nas faixas entre 0% e 2%, consideradas mais baixas, nos períodos que antecederam a transmissão epidêmica (RIBEIRO et al., 2021). Portanto, a redução do IIP nos 3º e 4º Ciclos não significa que o risco subsequente de transmissão intensa tenha sido descartado.

Tabela 1. Distribuição das coletas do LIRAA e do índice de infestação predial em Rosário do Sul, de janeiro a outubro de 2023. Fonte: Elaborada pelos autores, 2023.

Ciclo LIRAA	Imóveis visitados	Amostras coletadas	Amostras coletadas (%)*	Amostras Positivas	IIP (%)**	Amostras Positivas (%)***
1/2023	986	38	2,00	19	2,03 (R)	54,05
2/2023	849	54	6,36	45	5,30 (A)	83,33
3/2023	868	17	1,96	7	0,70 (S)	41,18
4/2023	857	16	1,87	3	0,26 (S)	18,75

LIRAA 1 - janeiro, LIRAA 2 – março, LIRAA 3 – agosto, LIRAA 4 – outubro; * Percentual de amostras coletadas frente ao total de imóveis visitados; ** Índice de infestação predial; *** Percentual de amostras positivas frente ao total de amostras coletadas; (R) Risco; (A) Alerta; (S) Satisfatório.

De acordo com a previsão estabelecida pelo IIP, o número de imóveis a serem visitados por ciclo do LIRAA seria de 655. No 1º Ciclo, foram visitados 986 imóveis; no 2º Ciclo, 849; no 3º, 868; e no 4º, 857. Isso demonstra uma amostragem superior à prevista pelo Ministério da Saúde (BRASIL, 2013) em todos os Ciclos do LIRAA realizados, evidenciando o comprometimento da equipe envolvida nas visitas aos imóveis.

O número de pontos coletados e os bairros abrangidos em cada ciclo do LIRAA 2023 estão apresentados na Tabela 2. Observa-se uma quantidade elevada de larvas e pupas no 1º Ciclo de 2023, realizado em janeiro, e um número considerável de amostras positivas no 2º Ciclo, embora sem informações detalhadas sobre a quantidade de larvas e pupas. Em levantamento anterior realizado no município, no mês de abril de 2021, foram quantificadas 370 larvas e 50 pupas, com o cemitério municipal sendo o ponto crítico, concentrando 34% das larvas identificadas (n=126) (SILVA et al., 2022).

Tabela 2. Quantificação de larvas e pupas nas amostras coletadas em Rosário do Sul, de janeiro a outubro de 2023. Fonte: Elaborada pelos autores, 2023.

Ciclo LIRAA	Amostras coletadas	Bairros	Amostras Positivas	Larvas	Pupas
1/2023	38	7	19	80	10
2/2023	54	11	45	N/I	N/I
3/2023	17	6	7	24	5
4/2023	16	7	3	11	0

LIRAA 1 - janeiro, LIRAA 2 – março, LIRAA 3 – agosto, LIRAA 4 – outubro; N/I: Não informado.

Os primeiros casos de dengue em Rosário do Sul aconteceram em março de 2022, com 21 casos confirmados até maio de 2022, 19 autóctones e dois importados (ROSÁRIO DO SUL, 2022). Os dados registrados a partir de 2021 não reportam a ocorrência de óbitos por dengue neste município (ROSÁRIO DO SUL, 2023), porém o número de casos aumentou consideravelmente em 2022, com total anual de 88 notificações (RIO GRANDE DO SUL, 2025). Esses fatores levaram o município a declarar estado de calamidade, com a necessidade de contratação emergencial de agentes de combate a endemias para atuar intensivamente e com precisão neste grave problema de saúde pública. Desde então, as ações têm se intensificado cada vez mais (RIO GRANDE DO SUL, 2023).

Em análises dos casos no município de Ijuí-RS, também afetado pela infestação do mosquito da dengue e com registros de casos da doença, foram observados 8 óbitos, 3.140 casos confirmados e 6.280 notificações no primeiro semestre de 2023 (SCHREIBER et al., 2023).

Como apresentado no Boletim Epidemiológico do município de Rosário do Sul (Figura 2), houve 17 notificações e seis casos confirmados entre janeiro e maio de 2023. Destes confirmados, três casos eram autóctones, três foram importados (pessoas que contraíram fora da zona onde se realizou o diagnóstico da doença), 10 descartados e seis casos recuperados (ROSÁRIO DO SUL, 2023).

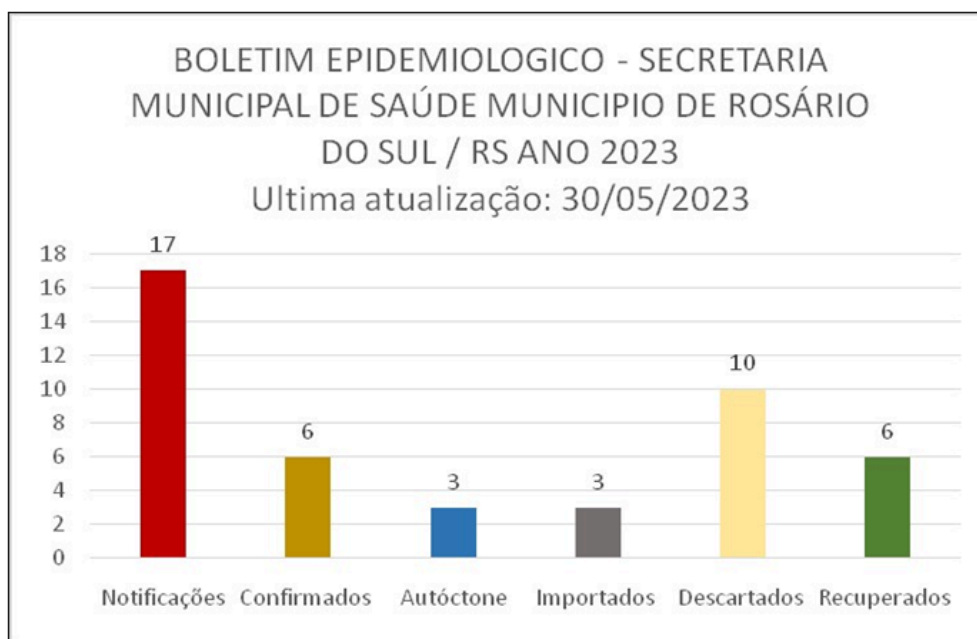


Figura 2. Dados do Boletim Epidemiológico da Secretaria Municipal de Saúde de Rosário do Sul (RS), de janeiro a maio/2023. Fonte: Elaborada pelos autores, 2023.

A observação desses resultados sinaliza a necessidade de intensificar a fiscalização nos locais com grande foco de larvas e pupas, além de vincular ações de conscientização para o combate ao vetor, como já ocorrido anteriormente em Rosário do Sul (SILVA et al., 2022).

Para a obtenção de uma análise espacial, os dados foram espacializados no Google Earth usando as localizações de amostras positivas de larvas e pupas de *Aedes aegypti* e podem ser visualizadas pelo marcador com a cor vermelho/alaranjada. No 1º LIRAA, realizado em janeiro, foi possível observar pontos de aglomeração ao longo de toda a cidade, principalmente na porção norte da área urbana, e não somente nas proximidades do Rio Santa Maria (Figura 3a).

O 2º LIRAA foi o que apresentou maior número de marcadores, revelando que este foi o período do ano com maior número de pontos confirmados com *Aedes aegypti* (Figura 3b). É possível observar um padrão espacial onde há predomínio de pontos na porção central e sul, principalmente, demonstrando ocorrências próximas e paralelas ao rio. No entanto, não foi informada a quantidade de larvas e pupas nas amostras confirmadas neste Ciclo do LIRAA. Um estudo avaliou os focos de dengue no mês de abril de 2021 em Rosário do Sul e a distribuição espacial de pontos confirmados foi similar aos do mês de janeiro de 2023, porém com número de larvas e pupas muito superior ao do presente estudo, e inferior aos do mês de março de 2023 (SILVA et al., 2022).

No 3º LIRAA, o número de marcadores referentes às amostras confirmadas foi reduzido, em relação aos levantamentos anteriores (Figura 3c). Esta redução também foi observada em estudo anteriormente realizado, no mês de agosto de 2021, entretanto neste houve apenas um foco com quatro larvas e uma pupa (SILVA et al., 2022). O 4º LIRAA (Figura 3d) revelou pontos de coletas inferiores ao 3º LIRAA e também aos demais LIRAA realizados durante o ano. Considerando todas as ocorrências, notam-se áreas recorrentes, como na porção norte, que apresentou maior número nos dois primeiros ciclos, e a oeste, com menos pontos.

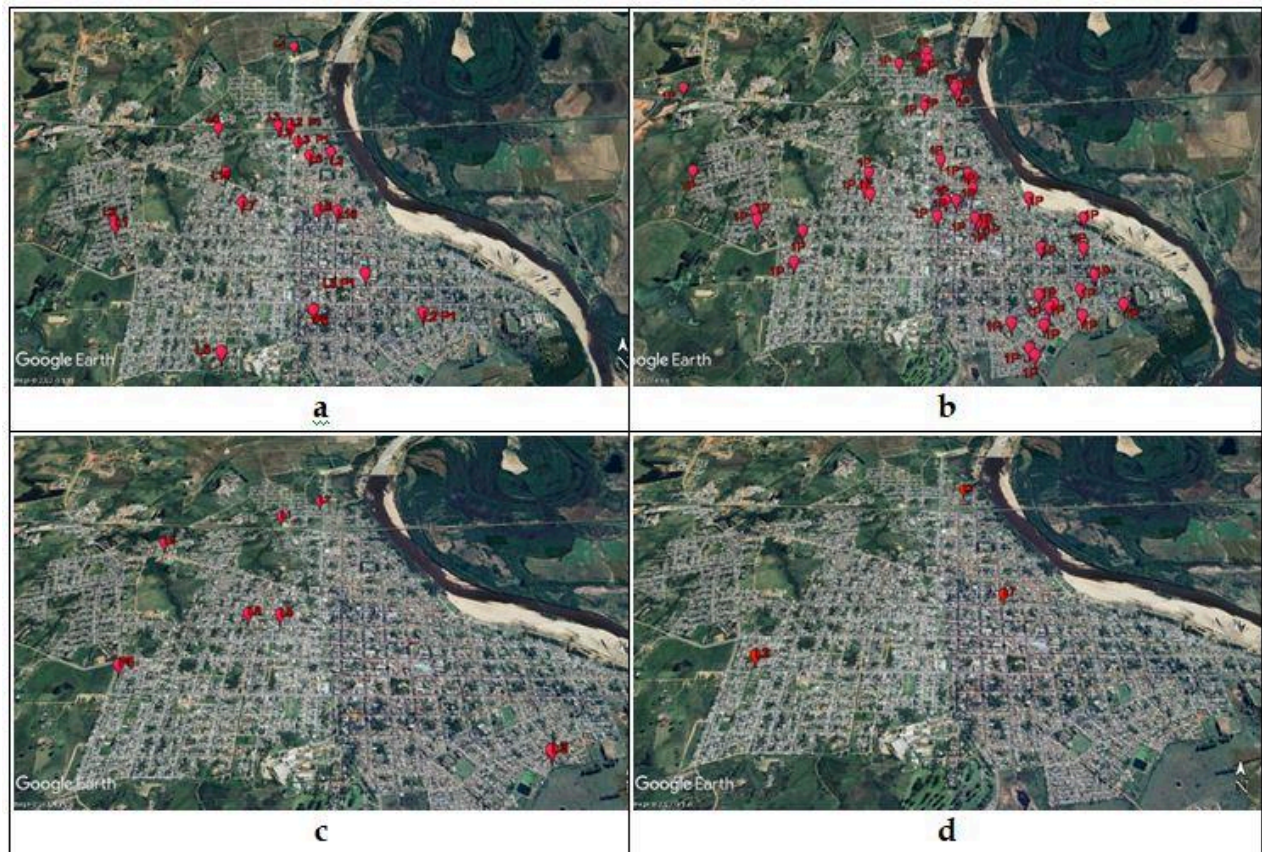


Figura 3. Distribuição de amostras positivas na área urbana do município de Rosário do Sul (RS), referente aos LIRAA 1, 2, 3 e 4, de (a) janeiro, (b) março, (c) agosto e (d) outubro/2023, respectivamente. Fonte: Elaborada pelos autores, 2023.

A distribuição espacial dos pontos na área urbana de Rosário do Sul (Figura 4), no ano de 2023, demonstra que a maior parte das amostras positivas tende a se localizar na porção leste do perímetro, paralelamente e próximas ao Rio Santa Maria, possibilitando inferir uma tendência de maior risco nesta direção. O mapa de calor, gerado a partir do estimador de densidade de Kernel, indica os locais com maior intensidade de ocorrência das amostras, definindo três áreas de aglomerações principais: ao norte, centro e sul da área urbana, paralelamente e próximas ao rio. Nestes pontos observa-se a recorrência dos focos principalmente associadas às coletas dos LIRAA 1 e 2 (Figura 4). A análise dos clusters verificados a partir desta distribuição espacial possibilita atender ao trabalho da vigilância epidemiológica, demonstrando onde podem ser concentradas, de maneira mais eficaz, as operações de controle e prevenção à dengue.

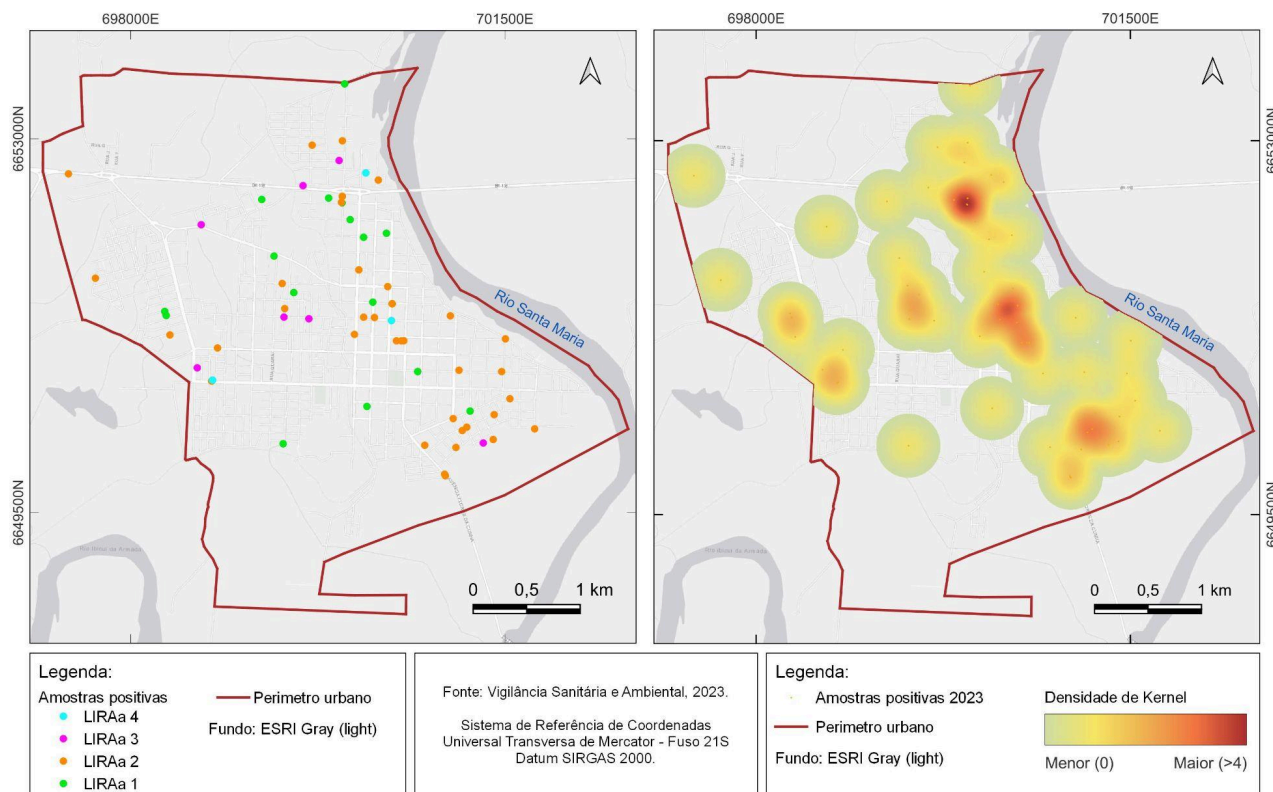


Figura 4. Distribuição espacial da totalidade de amostras positivas na área urbana do município de Rosário do Sul (RS) e o mapa de calor (kernel) resultante da densidade das amostras no ano de 2023. Fonte: Elaborada pelos autores, 2023.

Estudos sugerem que áreas com maior densidade populacional podem exercer papel importante para explicar maiores números de casos de dengue (ABREU; FERREIRA; SCALON, 2020) e sua distribuição espacial, independente do nível de desenvolvimento (CABRAL; FREITAS, 2012). Além disso, a concentração elevada de habitantes tende a favorecer o aumento de produção de resíduos, conseqüentemente criando condições propícias para a proliferação do mosquito transmissor da doença (CABRAL; FREITAS, 2012).

Em relação a incidência de casos de dengue correlacionadas com as condições climáticas, destaca-se que diferentes estudos demonstram que há um favorecimento para o aumento da dengue em períodos chuvosos (ABREU; FERREIRA; SCALON, 2020; ZAPAROLI et al., 2021; FURGERI; DIAS; WAGNER, 2022). Analisando-se os dados climáticos disponibilizados pelo Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA), a região da metade Sul do Rio Grande do Sul voltou a ter maior quantidade de chuva, em maio de 2023. As temperaturas caíram e houve aumento de precipitação na região, em 18 de junho de 2023.

O National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) declarou que o El Niño se formou e se estabeleceu na Região Sul do Brasil, no Rio Grande do Sul, já no início do inverno do ano de 2023. Houve muita oscilação nas temperaturas de 0 °C a 30 °C em um curto período (IRGA, 2023a), sem um inverno rigoroso que pudesse eliminar o vetor da dengue e com condições que podem ser favoráveis ao mosquito.

A amplitude térmica no inverno de 2023, em Rosário do Sul, foi maior do que a observada no mesmo período de 2021, o que pode explicar o maior número de pontos positivos no LIRAA no mês de agosto de 2023 (n=7) em relação ao mês de agosto de 2021 (n=1) (SILVA et al., 2022). A temperatura adequada para o desenvolvimento do *Aedes aegypti* fica em média de 21°C e 29°C, porém para a longevidade e fecundidade dos mosquitos adultos a temperatura deve ser entre 22°C e 30°C (VALLADARES et al., 2019).

Em janeiro, o La Niña foi o fenômeno que se estabelecia na Região Fronteira Oeste, com fortes ondas de calor e pouca precipitação, sendo assim o início do ano de 2023 (IRGA, 2023b). Comparando com os dados apresentados, pode-se dizer que a diminuição dos focos pode ter sido influenciada pelos fatores climáticos em Rosário do Sul, já que o fenômeno La Niña gera calor e umidade baixa propícias para a proliferação do vetor da dengue. Já a partir de junho, houve maior umidade e mais

precipitação, diminuindo o calor intenso e evitando a maior propagação do ciclo de vida do mosquito *Aedes aegypti* (BRASIL, 2023b).

O LIRAA gera dados de forma rápida e segura e, conforme o Manual do programa, os quarteirões a serem vistoriados são sorteados, com inspeção em 20% dos imóveis (BRASIL, 2013). Dessa forma, não é possível estabelecer uma relação de localização geográfica entre os ciclos, pois as áreas selecionadas podem variar a cada rodada de visitas.

5. CONCLUSÕES

O presente estudo atingiu seu objetivo ao analisar o Índice de Infestação Predial (IIP) e a distribuição espacial dos focos de *Aedes aegypti* na área urbana de Rosário do Sul, RS, utilizando dados do Levantamento Rápido de Índices para *Aedes aegypti* (LIRAA) de 2023. A síntese dos achados revela uma clara sazonalidade na infestação vetorial, com maiores riscos entomológicos concentrados nos meses mais quentes. Os resultados do LIRAA indicaram situação de Alerta em janeiro e de Risco em março, demonstrando a necessidade de intensificação das ações de controle no verão e no início do outono. A análise espacial, por meio da estimativa de densidade de Kernel, identificou padrões de aglomeração e consequentemente maior densidade de focos positivos, principalmente na porção leste do perímetro urbano. Essa aglomeração confirma que a infestação não é homogênea, mas concentrada em áreas específicas, possivelmente associadas a fatores socioambientais e de infraestrutura.

Com base nos resultados, recomenda-se à Vigilância Sanitária e Ambiental de Rosário do Sul concentrar os esforços de controle em visitas domiciliares e aplicação de larvicidas nas áreas de aglomeração identificadas, especialmente entre dezembro e março, período de maior risco. Também se indica a implementação de um plano de contingência intensificado nos meses que antecedem o verão, visando reduzir o IIP antes do pico de infestação, além da realização de estudos de campo para identificar os criadouros predominantes, possibilitando campanhas de conscientização e intervenções mais específicas.

A integração da análise espacial do LIRAA com variáveis socioeconômicas e ambientais, em estudos futuros, poderá aprimorar a modelagem de risco e a previsão de surtos. A aplicação dessa abordagem demonstrou ser uma ferramenta robusta para transformar dados brutos em informação estratégica, essencial ao planejamento e à execução de ações mais eficazes e direcionadas no combate à dengue em Rosário do Sul, incluindo educação ambiental para a população do município como forma de enfrentamento a este problema de saúde pública.

FINANCIAMENTO:

Este estudo foi apoiado pelo Programa de Desenvolvimento Acadêmico da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA) por meio de uma bolsa de estudos.

AGRADECIMENTOS:

Os autores agradecem ao Serviço de Vigilância em Saúde Ambiental do Município de Rosário do Sul pela colaboração na realização do estudo.

CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES:

Todos os autores contribuíram em múltiplos papéis.

1 - Gabriele Doyle Cezar: Conceitualização; Curadoria de dados; Metodologia; Investigação; Recursos; Software; Visualização; Redação – rascunho original.

2 - Cássia Regina Nespolo: Conceitualização; Curadoria de dados; Metodologia; Visualização; Redação – revisão e edição; Administração do projeto; Supervisão.

3 - Aline Biasoli Trentin: Curadoria de dados; Análise formal; Metodologia; Software; Visualização; Redação – revisão e edição; Supervisão.

4 - Marlise Pacheco Maicá: Curadoria de dados; Metodologia; Investigação; Recursos; Administração do projeto; Validação.

5 - Rodrigo Rodrigues Retamar: Curadoria de dados; Metodologia; Investigação; Recursos; Administração do projeto; Validação.

6 - Tarik Oliveira de Araújo: Metodologia; Recursos; Supervisão; Administração do projeto.

Todos os autores leram e aprovaram a versão final do manuscrito.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, Rodrigo Ferreira de; FERREIRA, Rafael Agostinho; SCALON, João Domingos. Distribuição espaço-temporal de ocorrências de dengue em Três Corações, Minas Gerais, utilizando processos pontuais. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, [S. l.], v. 41, n. 2 Supl, p. 377–388, 2020. DOI: 10.5433/1679-0367.2020v41n2Suplp377. Disponível em: <https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/seminabio/article/view/39558>. Acesso em: 02 abr. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Levantamento Rápido de Índices para *Aedes Aegypti* (LIRAA) para vigilância entomológica do *Aedes aegypti* no Brasil**. Brasília: Ministério da Saúde, 2013. 84 p. Disponível em: https://bvsm.sau.gov.br/bvs/publicacoes/manual_liraa_2013.pdf. Acesso em: 11 de nov. 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde - Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente. **Boletim Epidemiológico**, v. 54, n. 13, 2023a. 24 p. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/boletins/epidemiologicos/edicoes/2023/boletim-epidemiologico-volume-54-no-13/view>. Acesso em: 20 de out. 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Prevenção e Controle da Dengue, Chikungunya e Zika**. Brasília, DF. 2023b. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/>. Acesso em: 05 de out. 2023.

- CABRAL, J. de A.; FREITAS, M. V. de. Distribuição espacial e determinantes socioeconômicos e demográficos da dengue nos municípios brasileiros. **Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos**, [S. l.], v. 6, n. 1, p. 81–95, 2015. Disponível em: <https://revistaaber.org.br/rberu/article/view/82>. Acesso em: 05 abr. 2025.
- CÂMARA, G.; CARVALHO, M. S. Análise de Eventos Pontuais. In: Druck, S.; Carvalho, M.S.; Câmara, G.; Monteiro, A.V.M. (eds). **Análise Espacial de Dados Geográficos**. Brasília, EMBRAPA, 2004 (ISBN: 85-7383-260-6). Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/analise/>. Acesso em: 04 de nov. 2023.
- CARDOSO, Phillipe Valente; SEABRA, Vinicius da Silva; BASTOS, Izabela Braz; PORTO COSTA, Evelyn de Castro. A importância da análise espacial para tomada de decisão: um olhar sobre a pandemia de COVID-19. **Revista Tamoios**, São Gonçalo, v. 16, n. 1, 2020. DOI: 10.12957/tamoios.2020.50440. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/tamoios/article/view/50440>. Acesso em: 28 mar. 2025.
- FIOCRUZ. Fundação Oswaldo Cruz. **Dengue: Vírus e Vetor**. Disponível em: <https://www.ioc.fiocruz.br/dengue/textos/opportunista.html>. Acesso em: 10 de nov. 2023.
- FURGERI, E. I.; DIAS, L. C.; WAGNER, C. Associação entre a incidência de Dengue e o rompimento da barragem de Brumadinho, MG: Association between the incidence of Dengue and the collapse of the Brumadinho dam, MG. **Brazilian Journal of Development**, [S. l.], v. 8, n. 8, p. 56995–57005, 2022. DOI: 10.34117/bjdv8n8-142. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/51113>. Acesso em: 3 abr. 2025.
- GOMES, M. **Recorde de óbitos por dengue alerta para prevenção**. 2023. Disponível em: <https://agencia.fiocruz.br/recorde-de-obitos-por-dengue-alerta-para-prevencao>. Acesso em: 13 de nov. 2023.
- GOOGLE EARTH. **Google Earth Pro**. Disponível em: <https://www.google.com.br/earth/>.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Rosário do Sul**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/rs/rosario-do-sul.html>. IBGE, 2023. Acesso em: 13 de mar. 2025.
- IRGA. Instituto Riograndense do Arroz. **Inverno de 2023 foi mais quente que a média: efeito do El Niño**. 2023a. Disponível em: <https://irga.rs.gov.br/inverno-de-2023-foi-mais-quente-que-a-media-efeito-do-el-nino>. Acesso em: 30 de out. 2023.
- IRGA. Instituto Riograndense do Arroz. **La Niña deve terminar até o final do verão**. 2023b. Disponível em: <https://irga.rs.gov.br/la-nina-deve-terminar-ate-o-final-do-verao>. Acesso em: 30 de out. 2023.
- QGIS Development Team. **QGIS Geographic Information System (versão 3.22)**. 2023a. Disponível em: <https://qgis.org/>.
- QGIS Development Team. **Documentação QGIS: Guia do usuário QGIS (versão 3.22)**. 2023b. Disponível em: https://docs.qgis.org/3.22/en/docs/user_manual/processing_algs/qgis/interpolation.html#heatmap-kernel-density-estimation. Acesso em 20 de mar. 2025.
- RIBEIRO, A.C.M.; SANTOS, A.G.O.; SARAIVA, L.S.; PETROLE, L.S.; LEITE, D.G.; MALHEIRO, D.R. Condições socioambientais relacionadas à permanência da dengue no Brasil – 2020. **Revista Saúde e Meio Ambiente – RESMA**, v. 11, n. 2, p. 326-340, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufms.br/index.php/sameamb/article/view/12185>. Acesso em 29 de out. 2023.
- RIBEIRO, M.S.; FERREIRA, D.F.; AZEVEDO, R.C.; SANTOS, G.B.G.; MEDRONHO, R.A. Índices larvais de *Aedes aegypti* e incidência de dengue: um estudo ecológico no Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 37, n. 7, e00263320, 2021. <https://doi.org/10.1590/0102-311X00263320>. Acesso em: 10 de out. 2023.
- RIO GRANDE DO SUL. Centro Estadual de Vigilância em Saúde - CEVS. **Arboviroses - Dengue**. 2023. Disponível em: <https://cevs.rs.gov.br/dengue>. Acesso em: 10 de out. 2023.
- RIO GRANDE DO SUL. Secretaria Estadual da Saúde. **Painel de casos de dengue no RS**. 2025. Disponível em: https://ti.saude.rs.gov.br/dengue/painel_de_casos.html. Acesso em: 03 de abr. 2025.

ROSÁRIO DO SUL. Prefeitura Municipal, Secretaria Municipal de Saúde de Rosário do Sul. **Boletim Epidemiológico da Dengue 2022**. Dados não publicados, Rosário do Sul, 2022.

ROSÁRIO DO SUL. Prefeitura Municipal, Secretaria Municipal de Saúde de Rosário do Sul. **Boletim Epidemiológico da Dengue 2023**. Dados não publicados, Rosário do Sul, 2023.

SCHREIBER, E.; HENTGES, A. P; SILVA, E. M. R; WINKELMANN, E. R. Análise dos Casos de Dengue no Município de Ijuí no Primeiro Semestre de 2023. **Salão do Conhecimento, UNIJUI 2023 - Ciências Básicas para o Desenvolvimento Sustentável**. 5 p. 2023.

SILVA, B. A. B.; CEZAR, G. D.; ROSA, T. M. M.; MAICA, M. P; NUNES, A. T.; NESPOLO, C. R. Evolução do mapeamento dos focos de dengue em Rosário do Sul. In: Celmar Corrêa de Oliveira; Ana Carolina Tramontina; Cristina Arthmar Mentz Albrecht; José Piethro Santos da Silva. (Org.). **Cidades e Sustentabilidade**. 4 ed. Porto Alegre: UERGS, 2022. p. 109-116.

TOLENTINO JÚNIOR, D. S.; PEREIRA SANCHES, M. F. Incorporation of the dengue vaccine into the Brazilian public health system. **Discovery Viruses**, v. 2, p. 22, 2025. <https://doi.org/10.1007/s44370-025-00028-7>.

VALLADARES, G. S. et al. Influência De Variáveis Ambientais Na Ocorrência Da Dengue Utilizando Geoprocessamento Em Teresina, Piauí. **Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, v. 15, n. 34, p. 102-114, 2019. <https://doi.org/10.14393/Hygeia153447771>.

VARGAS, L. D. L.; FREITAS, D. M.; SANTOS, B. R.; SILVA, M. R. O.; SOUZA, M. D.; SHIMOYA-BITTENCOURT, W. O. Aedes Aegypti e a Dengue: Aspectos Gerais e Panorama da Dengue no Brasil e no Mundo. **UNICIÊNCIAS**, v. 24, n. 1, p. 78-85, 2021. <https://doi.org/10.17921/1415-5141.2020v24n1p75-77>.

WHO. World Health Organization. **Dengue and severe dengue**. Disponível em: <https://www.WHO.int/news-room/fact-sheets/detail/dengue-and-severe-dengue>. Publicado em: 19 mai. 2021.

ZAPAROLI, I. C. V.; KOZUSNY-ANDREANI, D. I.; VAZQUEZ, G. H.; ZAPAROLI, R. E.; RAMOS, E. B.; VANZELA, L. S. Resposta dos casos de dengue em função do clima no estado de São Paulo / Response to dengue cases as a result of climate in the state of São Paulo. **Brazilian Journal of Development**, [S. l.], v. 7, n. 3, p. 28572–28587, 2021. DOI: 10.34117/bjdv7n3-529. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/26707>. Acesso em: 3 abr. 2025.