

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

# SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 | evento  
23/11 | 100% online  
24/11 | e gratuito

## SIG APLICADO PARA AVALIAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS CASOS DE DENGUE NO MUNICÍPIO DE PARACATU, MINAS GERAIS (MG)

**Arthur Pereira dos Santos**

Universidade Estadual Paulista – UNESP, Câmpus Sorocaba, [arthur.p.santos@unesp.br](mailto:arthur.p.santos@unesp.br).

**Alessandro Xavier da Silva Júnior**

Universidade Estadual Paulista – UNESP, Câmpus Sorocaba, [alessandro.junior@unesp.br](mailto:alessandro.junior@unesp.br).

**Henzo Henrique Simionatto**

Universidade Estadual Paulista – UNESP, Câmpus Ilha Solteira, [henzo.h.simionatto@unesp.br](mailto:henzo.h.simionatto@unesp.br).

**Leticia Tondato Arantes**

Universidade Estadual Paulista – UNESP, Câmpus Sorocaba, [leticia.tondato@unesp.br](mailto:leticia.tondato@unesp.br).

**Gabriela Gomes**

Universidade Estadual Paulista – UNESP, Câmpus Sorocaba, [gabriela.gomes98@unesp.br](mailto:gabriela.gomes98@unesp.br).

**Bruno Pereira Toniolo**

Universidade Estadual Paulista – UNESP, Câmpus Sorocaba, [bruno.toniolo@unesp.br](mailto:bruno.toniolo@unesp.br).

**Darllan Collins da Cunha e Silva**

Universidade Estadual Paulista – UNESP, Câmpus Sorocaba, [darllan.collins@unesp.br](mailto:darllan.collins@unesp.br).

**Resumo:** A dengue, doença causada por um arbovírus do gênero flavivírus, é transmitida por meio do mosquito *Aedes Aegypti*. Diante da alta incidência de casos e do seu potencial de disseminação, afetando mais de 128 países, é considerada como a doença tropical mais relevante do mundo, estando diretamente relacionada com as circunstâncias socioambientais, econômica e políticas. Além disso, está intimamente associada às variáveis climáticas locais. Essa situação se torna ainda mais crítica quando se considera o extenso território brasileiro, possuindo, em cada região, particularidades climáticas, socioeconômicas e ambientais, prejudicando, ainda mais, as medidas tomadas para o controle do vetor. Além do mais, a doença possui ampla distribuição geográfica pelo país, e possui crescimento constante no número de casos graves, internações e óbitos nos últimos anos. Diante dessa complexidade, o presente trabalho utilizou das ferramentas do Sistema de Informação Geográfica (SIG) para mapear a distribuição dos casos de dengue na malha urbana do município de Paracatu, Minas Gerais (MG), bem como analisar se as práticas impostas pela prefeitura municipal, de coleta de lixo nos bairros, foi efetiva. Acessou-se o banco de dados dos casos de infecção da doença para o período estipulado pela prefeitura (27/02/2023 a 14/04/2023). Para a análise da distribuição espacial, durante o intervalo observado, dos casos de dengue na área de estudo, utilizou-se o estimador de densidade de Kernel (KDE), que permite estimar o número de eventos por unidade de área em

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

# SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 | evento  
23/11 | 100% online  
24/11 | e gratuito

cada célula de uma grade regular que cobre a região estudada. Após a geração das imagens pelo Kernel, foi aplicada a técnica de reclassificação dos rasters, gerando uma imagem temática com 3 classes relacionadas à densidade de ocorrência dos casos, sendo esses: a) baixo (até 61 casos); médio (>61 e <240 casos); e alto (>241 casos), de forma a possibilitar a visualização de um gradiente de variação de densidade dos agrupamentos. Os resultados indicam que a prática imposta pela prefeitura foi efetiva, e que os casos diminuíram a partir que a medida imposta foi surtindo efeito, sendo possível concluir que os resultados e o procedimento metodológico aqui utilizados podem ser utilizados como subsídio aos gestores públicos, sendo utilizados para fins de tomada de decisão.

**Palavras-chave:** Casos de Dengue, Densidade de Kernel (KDE), SIG, Paracatu (MG).

## 1. INTRODUÇÃO

A dengue, doença causada por um arbovírus do gênero flavivírus, é transmitida por meio do mosquito *Aedes Aegypti*, e o seu ciclo de replicação ocorre nos insetos e pode ser transmitida aos seres humanos e outros animais por meio da picada desses artrópodes hematófagos (SANTOS *et al.*, 2022).

No Brasil, o crescimento desordenado das cidades e as condições socioambientais da população urbana contribuem diretamente para que ocorra uma proliferação do vetor da dengue, ocasionando na intensa disseminação da doença (LOPES *et al.*, 2023). Bäck e Lundkvist (2013), consideram que o crescimento urbano do país, a partir da década de 1980, se relaciona com o rápido aumento de notificações da doença, apontando diretamente para o não planejamento das cidades e para a ineficácia da vigilância sanitária para com o controle do vetor.

Diante dessa complexidade, o Ministério da Saúde do Brasil, com apoio dos estados e municípios, passou a gerir e a executar as ações do Plano Nacional de Controle da Dengue (PNCD) (ZARA *et al.*, 2016), podendo se destacar, dentre os componentes principais para os cuidados da patologia, o combate ao vetor e a mobilização social.

Além disso, diante avanço tecnológico, atualmente, existe a possibilidade de se tomar decisões por meio do mapeamento espaço temporal dos casos, fazendo uso das técnicas de geoprocessamento e de geovisualização, obtendo um produto que possibilita a visualização de informações de forma espacial, auxiliando, por meio dessas, o processo de planejamento e da gestão pública da saúde.

Nesse contexto, a prefeitura do município de Paracatu, Minas Gerais (MG), diante do aumento de incidência de casos no ano de 2023, realizou um mutirão nunca visto na cidade, sendo essa, a justificativa para este trabalho. Naquela ocasião, a prefeitura informou, por meio dos veículos de comunicação, que estaria recolhendo todos os entulhos parados nas residências dos munícipes, bastando que esses, apenas, deixassem os resíduos nas portas das casas para o recolhimento da prefeitura.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

# SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 evento  
23/11 100% online  
24/11 e gratuito

Além do mais, lançou o projeto Lote Limpo Cidade Limpa, em que são multados os proprietários dos lotes baldios que não mantêm os seus terrenos limpos. Nesse caso, a prefeitura fica autorizada a limpar a área e inserir os custos do serviço da dívida ativa do contribuinte ou aplicar multas para os respectivos proprietários

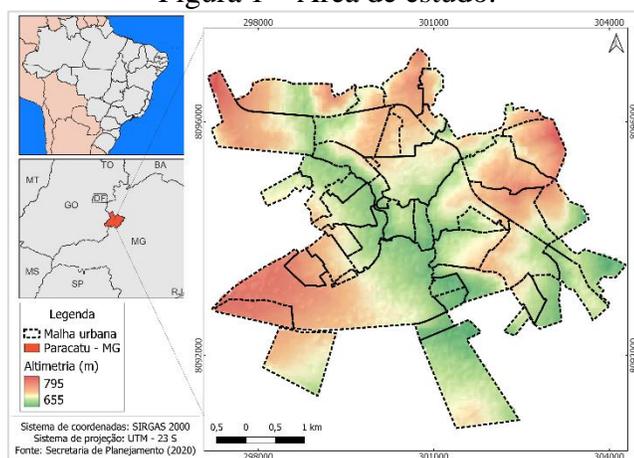
Dessa forma, a presente pesquisa objetiva, por meio do Sistema de Informação Geográfica (SIG), apresentar o comportamento espaço temporal dos casos de dengue registrados antes e após as medidas de prevenção da doença, de forma a verificar a possível eficácia dessas ações, por meio do estimador de densidade por Kernel (KDE), e apresentar as áreas que devem ser monitoradas pela gestão pública.

## 2. METODOLOGIA

### 2.1. Área de estudo

A cidade de Paracatu (Figura 1) possui uma estimativa populacional de 94 mil habitantes, com aproximadamente 87% dessa população residindo na área urbana do município (IBGE, 2022).

Figura 1 – Área de estudo.



Fonte: Os autores (2023).

### 2.2. Procedimentos metodológicos

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

**SUSTENTARE & WIPIS2023**  
WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11 evento  
23/11 100% online  
24/11 e gratuito

Os registros dos casos de dengue foram obtidos junto a prefeitura municipal de Paracatu, que encaminhava a solicitação para o setor de vigilância epidemiológica, vinculada à Secretaria Municipal de Saúde. Por conseguinte, definiu-se que a disponibilização dos dados seria realizada com a finalidade de se verificar a efetividade das medidas de combate à dengue adotadas pelo município no ano de 2023.

Acessou-se o banco de dados dos casos de infecção da doença para o período estipulado pela prefeitura – 27/02/2023 a 14/04/2023 –. Em relação a construção da base cartográfica, utilizou-se o software do Google Earth Pro para o mapeamento dos pontos dos municípios contaminados. Cada caso foi localizado geograficamente e validado por meio do conhecimento prévio da área de estudo. Inicialmente, os dados foram separados em quinzenas, sendo a 1ª quinzena de 27/02/2023 a 13/03/2023, a 2ª de 14/03/2023 a 28/03/2023 e a 3ª de 29/03/2023 a 14/04/2023.

Neste estudo, utilizou-se um raio de vizinhança do pixel de 100 metros, a fim de verificar a espacialização dos casos em um quarteirão e, conseqüentemente, no bairro localizado, conforme apresentado por estudo correlato na malha urbana da cidade de Presidente Prudente, São Paulo (SP) (PRESTES-CARNEIRO *et al.*, 2023).

$$\hat{\lambda}(s) = \frac{1}{\varphi_{\tau}} \sum_{i=1}^n \frac{1}{\tau^2} - k \left( \frac{s-s_i}{\tau} \right) \quad (1)$$

Em que:  $\hat{\lambda}(s)$ : densidade dos eventos por unidade de área; n: número de indivíduos observados; S: localidade qualquer da área de estudo;  $S_i$ : localidade dos n eventos observados; k: função de densidade de probabilidade bivariada, simétrica em relação à origem;  $\tau$ : é o raio de influência (bandwidth); e  $\varphi_{\tau}$ : corrige distorções de bordadura, sendo determinado pela Equação 2.

$$\varphi_{\tau}(s) = \int A \tau^{-2} k \left( \frac{s-u}{\tau} \right) du \quad (2)$$

Em que:  $\varphi_{\tau}(s)$  constitui o volume sob o Kernel centrado em s que se situa dentro de A (BAILEY; GATRELL, 1995).

Por fim, para este estudo, optou-se por utilizar o Kernel quártico, disposto na Equação 3.

$$\hat{\lambda}(s) = \sum_{h_i \leq \tau} \frac{3}{\pi \tau^2} k \left( 1 - \frac{h_i^2}{\tau^2} \right) \quad (3)$$

Em que:  $h_i$  é a distância entre o ponto s e a localização do evento observado e  $s_i$  é a soma que ocorre para os pontos que estão a uma localização  $h_i$  e que não ultrapasse  $\tau$ .

### 3. RESULTADOS

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

# SUSTENTARE & WIPIS 2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

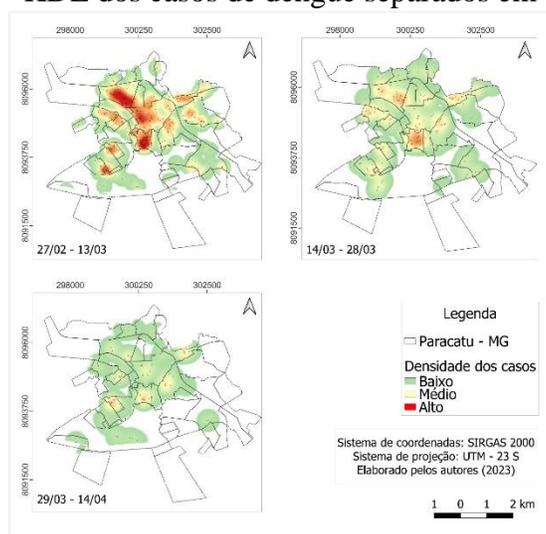


22/11 evento  
23/11 100% online  
24/11 e gratuito

Por meio do mapeamento dos casos notificados da doença, verificou-se, para o período observado, 988 casos de dengue na malha urbana do município de Paracatu, sendo que 567 dos casos tiveram ocorrência na 1ª quinzena, correspondendo a, aproximadamente, 57% do total observado.

Ao final da 2ª quinzena, foram apresentados 293 casos, com uma diminuição de 27% ao período anterior e retratando cerca de 30% do total de casos notificados. Por fim, no último período observado, foram notificados 128 casos de dengue, correspondendo a aproximadamente 13% do total observado e uma diminuição de 44% para o primeiro período analisado. Nesse sentido, a Figura 2 apresenta o KDE em cada quinzena analisada.

Figura 3 – KDE dos casos de dengue separados em quinzenas.



Fonte: Os autores (2023).

Diante dos resultados apresentados, foi possível notar que, por mais que a cidade de Paracatu possua distintas características sociais e demográficas, houve uma predominância dos casos na parte central da malha urbana, indicando que existe uma relação entre a densidade demográfica e as notificações dos casos. Além do mais, a implantação de coleta apresentada pelo poder público mostrou-se eficaz frente ao comportamento espacial dos casos de dengue.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

**SUSTENTARE & WIPIS2023**  
WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 | evento  
23/11 | 100% online  
24/11 | e gratuito

#### 4. CONCLUSÃO

Diante dos resultados apresentados, foi possível concluir que as práticas impostas pelo município de Paracatu para frear os contágios de dengue surtiram efeito. Além do mais, a utilização do SIG mostrou-se eficaz perante o mapeamento dos casos de dengue, sendo essencial para a tomada de decisão dos gestores públicos.

#### REFERÊNCIAS

- BÄCK, A. T.; LUNDKVIST, Å. Dengue viruses – an overview. **Infection Ecology & Epidemiology**, [S.L.], v. 3, n. 1, p. 19839, jan. 2013. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.3402/iee.v3i1.19839>.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2010). Censo - Universo - **Indicadores sociais e municipais**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/paracatu/pesquisa/23/25124>. Acesso em: 02 de jun. de 2023.
- LOPES, G. R.; SILVA, R. F. da; PELARIGO, K. J.; YAMAMURA, M.; DELBEM, Al. C. B.; SARAIVA, A. M. Identification of risk areas using spatial clustering to improve dengue monitoring in urban environments. **Revista de Sistemas e Computação**, [S.L.], v. 12, n. 3, p. 45-50, 2022. Revista de Sistemas e Computacao - RSC. <http://dx.doi.org/10.36558/rsc.v12i3.7921>.
- PRESTES-CARNEIRO, L. E.; SOUZA, A. B.; BELUSSI, G. L.; GRANDE, G. H. D.; BERTACCO, E. A. M.; VIEIRA, A. G.; FLORES, E. F.. Dengue outbreaks in a city with recent transmission in São Paulo state, Brazil. **International Journal Of Environmental Health Research**, [S.L.], p. 1-14, 10 abr. 2023. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/09603123.2023.2199972>.
- SANTOS, N. R. dos; COSTA, A. R. M.; FEITOSA, C. A.; LOTH, T. P.; KLINGELFUS, A. A evolução de casos de arboviroses dengue, chikungunya e zika vírus no Brasil entre 2018 E 2020. **The Brazilian Journal Of Infectious Diseases**, [S.L.], v. 26, p. 101956, jan. 2022. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.bjid.2021.101956>.
- ZARA, A. L. de S. A.; SANTOS, S. M. dos; FERNANDES-OLIVEIRA, E. S.; CARVALHO, R. G.; COELHO, G. E.. Estratégias de controle do Aedes aegypti: uma revisão. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, [S.L.], v. 25, n. 2, p. 1-2, jun. 2016. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.5123/s1679-49742016000200017>