

RELAÇÃO DOS EPISÓDIOS DE DENGUE EM ITAJUBÁ COM VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS

Felipe Henrique dos Santos¹ (IC), Michelle Simões Reboita (PQ)¹

¹Universidade Federal de Itajubá

Palavras-chave: *Aedes aegypti*. Precipitação. Sazonalidade. Temperatura.

Introdução

A dengue consolidou-se como um dos mais graves problemas de saúde pública em escala global, afetando de forma expressiva as populações de regiões tropicais e subtropicais (OPAS, [s.d.]). Trata-se de uma doença infecciosa febril aguda, causada pelo vírus da dengue (DENV) e transmitida pela picada da fêmea do mosquito *Aedes aegypti*, sendo classificada como a mais importante arbovirose que atinge o ser humano (GUZMÁN; HARRIS, 2015). O ciclo de transmissão, no qual o mosquito se infecta ao picar uma pessoa doente e posteriormente transmite o vírus a indivíduos saudáveis, é o motor que sustenta a propagação da doença.

Do ponto de vista epidemiológico, a dengue exibe um comportamento complexo. Não se enquadra como uma pandemia (a disseminação mundial de uma nova doença), mas sim como uma doença endêmica de circulação contínua em seu território de ocorrência. Sobre essa base de transmissão constante, ocorrem periodicamente as epidemias: surtos cíclicos e explosivos que resultam em um aumento drástico do número de casos em intervalos de poucos anos (BHATT et al., 2013), como evidenciado pela gravidade do surto que atingiu o Brasil com números recordes em 2024 (portal R7).

A dinâmica desses surtos epidêmicos é fortemente influenciada por fatores ambientais, uma vez que cada fase do ciclo de vida do vetor (ovo, larva, pupa e adulto) responde de maneira distinta às forçantes atmosféricas. Altas temperaturas aceleram o desenvolvimento do mosquito e a incubação do vírus (MORIN; COMRIE; ERNST, 2013); a precipitação exibe um papel dual de criar ou eliminar criadouros

(SCHMIDT et al., 2018); e a umidade superior a 70% aumenta a longevidade do vetor adulto (MEIRA et al., 2021). Nesse contexto, a Tabela 1 sintetiza os resultados de estudos que estabelecem os limiares críticos dessas variáveis para o vetor.

Tabela 1 – Revisão bibliográfica sobre a influência de variáveis meteorológicas na dinâmica do vetor da dengue.

Temperatura	Umidade do Ar	Precipitação	Local do Estudo	Referência
20–30°C (ótima sobrevivência da larva para adulto).			Queensland, Austrália.	Tun-Lin et al., 2000. <i>Med. Vet. Entomol.</i> DOI: 10.1046/j.1365-2915.2000.00207.x
26–35°C (reduz o período de incubação extrínseca)			Revisão global	Morin et al., 2013. <i>Environmental Health Perspectives.</i> DOI: 10.1289/ehp.1306556
17,8–34,6°C (temperatura ótima é 29,1°C)			Laboratório	Pereira et al., 2023. <i>Parasites & Vectors.</i> (link via Parasites & Vectors)
	Umidade acima de 70% pode contribuir para aumento de casos		Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil	Meira et al., 2021. <i>Cogitare Enfermagem.</i> DOI: 10.5380/ce.v26i0.76974
		Chuvvas intensas “varrem” 80% dos criadouros em bueiros; 95% dos criadouros secam pós-enchente	Singapura	Seidahmed & Eltahir, 2016. <i>PLOS Negl Trop Dis.</i> DOI: 10.1371/journal.pntd.0004842
		Modelo não-linear com dados pluviométricos de Lavras; sugere controle mais eficaz na seca	Lavras, Minas Gerais, Brasil	Barsante et al., 2014. <i>arXiv.</i> (Lavras rainfall model)

Compreender as interações entre as variáveis atmosféricas e os episódios de dengue é crucial para a vigilância epidemiológica. Diante do exposto, o objetivo deste trabalho é analisar a relação entre a ocorrência de episódios de dengue e as variáveis meteorológicas observadas no município de Itajubá, Minas Gerais, no período de 2014 a maio de 2025.

“Do conhecimento acadêmico à transformação sustentável: inovação com validação científica”

Metodologia

1. Área de Estudo

A área de estudo é o município de Itajubá, localizado em Minas Gerais, sob as coordenadas geográficas de aproximadamente 22° 25' de latitude Sul e 45° 27' de longitude Oeste.

2. Dados de Dengue

Os dados epidemiológicos foram cedidos pela Vigilância Epidemiológica da Secretaria Municipal de Saúde de Itajubá, órgão que centraliza as notificações compulsórias de toda a rede de saúde pública e privada do município (incluindo hospitais, laboratórios e unidades básicas). A equipe municipal investiga e encerra cada caso suspeito segundo critérios laboratoriais ou clínico-epidemiológicos, conforme diretrizes do Ministério da Saúde, antes de consolidar os dados na plataforma oficial do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN). A série histórica utilizada inicia-se em janeiro de 2014, correspondendo ao começo do período disponibilizado pela autoridade sanitária local.

3. Dados Meteorológicos

Os dados meteorológicos foram obtidos da estação climatológica da Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI), localizada no campus a 850 m de altitude (22° 24' 00" S; 45° 30' 00" W). Foram utilizadas as séries históricas de temperatura do ar (média, máxima e mínima) em graus Celsius (°C) e precipitação acumulada em milímetros (mm), abrangendo o período de janeiro de 2014 a maio de 2025.

Resultados e discussão

1. Casos Reportados em Itajubá

A Figura 1 apresenta a série histórica de casos de dengue em Itajubá, com os dados agrupados por ano epidemiológico (setembro a agosto) para melhor visualização da sazonalidade. A análise expõe um claro padrão sazonal, com a transmissão se intensificando no verão e culminando em picos epidêmicos no outono (março

a maio), o que é evidenciado pelos surtos de grande magnitude nos períodos de 2014/2015, que representa o pico máximo da série, e de 2019/2020. Nos demais anos, a notificação de casos manteve-se em níveis reduzidos, reforçando o caráter cíclico da doença no município, que alterna entre períodos de baixa atividade e picos epidêmicos.

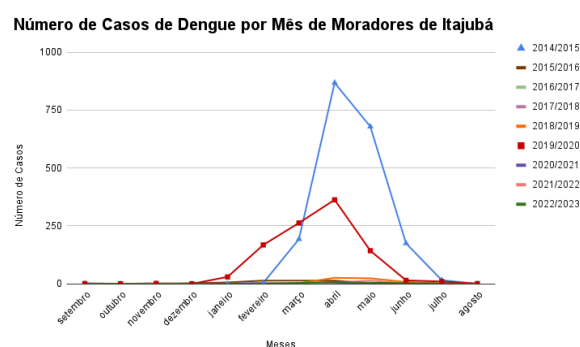


Figura 1 – Série histórica da notificação mensal de casos de dengue no município de Itajubá (MG). Os dados estão agrupados por ano epidemiológico, compreendendo o período de setembro de 2014 a agosto de 2023. Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 2 detalha o período recente, com foco na epidemia sem precedentes de 2023/2024, que atingiu seu ápice em abril de 2024 com 2.823 casos, um valor mais de três vezes superior ao pico anterior da série histórica analisada (2014/2015). A magnitude excepcional deste evento exigiu sua apresentação em um gráfico com escala própria, a fim de não inviabilizar a análise visual dos anos de menor transmissão. Adicionalmente, o gráfico apresenta os dados parciais para o ciclo 2024/2025, que indicam uma transmissão de menor intensidade em seu início.

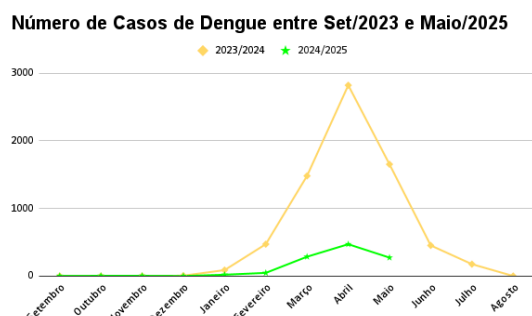


Figura 2 – Notificação mensal de casos de dengue em

“Do conhecimento acadêmico à transformação sustentável: inovação com validação científica”

Itajubá (MG) para os anos epidemiológicos de 2023/2024 e 2024/2025. Fonte: Elaborado pelo autor.

A análise espacial dos casos é fundamental para o direcionamento de ações de controle vetorial. Nesse sentido, a Figura 3 ilustra a distribuição das notificações confirmadas de dengue entre os moradores de Itajubá durante os meses de pico da epidemia de 2024 (fevereiro a maio), permitindo a identificação das áreas de maior risco para a transmissão.

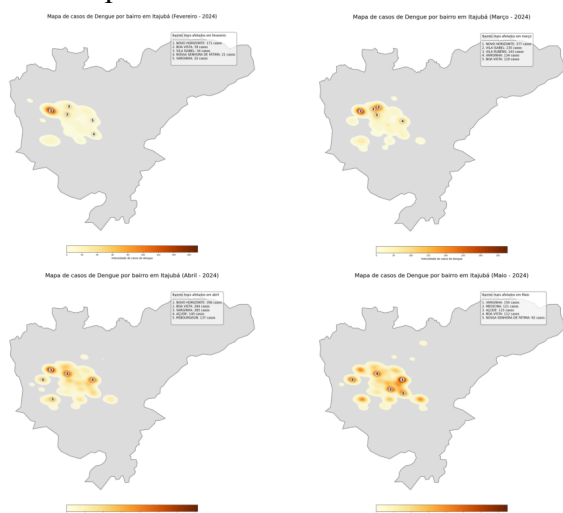


Figura 3 – Distribuição espacial de casos confirmados de dengue em Itajubá (MG) durante os meses de pico epidêmico de 2024. As listas indicam os cinco bairros com maior número de notificações em cada mês.

A análise espacial da epidemia de 2024 (Figura 3) revela uma dinâmica complexa, que evoluiu de uma fase inicial de alta concentração de casos para uma posterior dispersão geográfica. De fevereiro até o pico em abril, a transmissão esteve fortemente focada no bairro Novo Horizonte, que se consolidou como o principal epicentro do surto. Após este período, em maio, observou-se uma mudança nesse padrão: apesar da queda no número total de casos, a doença tornou-se mais heterogênea, com a intensificação da transmissão em outras localidades como Varginha e Medicina. A formação desses aglomerados de casos em bairros específicos sugere que a transmissão pode ter sido potencializada por fatores socioambientais locais, incluindo características urbanísticas que

favorecem a formação de criadouros e possíveis desafios na cobertura do controle vetorial, sendo hipóteses que merecem investigação futura.

2. Dengue e Variáveis Atmosféricas

Para compreender quando e por que ocorrem os picos epidêmicos, é imprescindível investigar os fatores ambientais, que nesse caso se baseiam nas variáveis atmosféricas, que modulam a dinâmica do vetor. A Figura 4 apresenta um painel com a evolução mensal da precipitação pluviométrica e das temperaturas do ar (média, máxima e mínima). Os dados são apresentados em formato de ano epidemiológico, iniciando-se em setembro do ano anterior, e comparados com a climatologia do município, permitindo a identificação de anomalias climáticas que precederam os surtos.

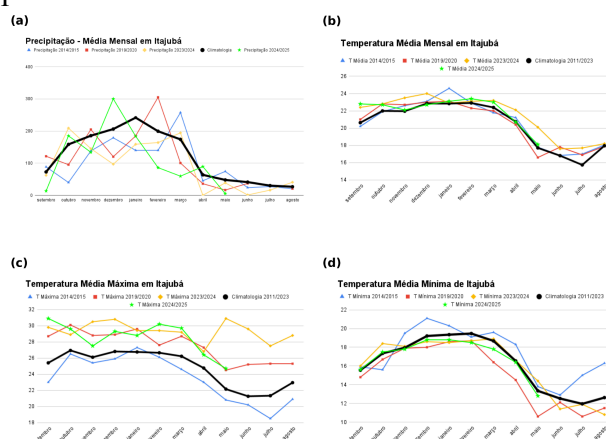


Figura 4 – Variáveis meteorológicas em Itajubá (MG):(a) precipitação mensal (mm), (b) temperatura média mensal (°C), (c) temperatura média máxima mensal (°C) e (d) temperatura média mínima mensal (°C) para os anos epidemiológicos de interesse, em comparação com a climatologia (2011-2023).

A análise da precipitação (Figura 4a) revela um padrão consistente: os verões que antecederam as grandes epidemias (2015, 2020 e 2024) iniciaram com um mês de dezembro de chuvas abaixo da média climatológica. Sugere-se que esta condição favorece a estabilidade dos criadouros ao evitar o "efeito de lavagem" de chuvas intensas no início da estação quente. Em contrapartida, o verão de 2024/2025, que começou com um dezembro

“Do conhecimento acadêmico à transformação sustentável: inovação com validação científica”

com precipitação acima da média, precedeu uma transmissão de menor intensidade no início de 2025; ainda que a ocorrência de casos nesse período possa ser atribuída a um efeito residual da epidemia anterior, o padrão reforça a hipótese de que o excesso de chuva pode atuar como um fator de controle da população do vetor.

Os dados de temperatura do ar (Figuras 4b, 4c e 4d) reforçam a hipótese da influência climática, demonstrando que os verões que antecederam as epidemias apresentaram temperaturas iguais ou superiores à média climatológica, mantendo o ambiente dentro da faixa ótima para o vetor, entre 20°C e 30°C (TUN-LIN et al., 2000). Destaca-se o verão de 2023/2024, que foi marcadamente mais quente, e o surto de 2015, impulsionado por temperaturas mínimas significativamente acima da média. Em suma, os resultados indicam que as grandes epidemias em Itajubá foram precedidas por uma assinatura climática particular: um início de verão com chuvas abaixo da média, seguido por um período com temperaturas consistentemente quentes. Essa combinação corrobora a análise epidemiológica e espacial, sugerindo que as condições climáticas são um dos principais moduladores da dinâmica da dengue no município.

Conclusões

Os anos de maior incidência de dengue em Itajubá foram 2015, 2020 e, com destaque para sua magnitude, 2024. Sugere-se que esses episódios epidêmicos estão ligados a uma assinatura climática particular: um início de verão com chuvas abaixo da média, seguido por temperaturas acima da média. A concentração espacial dos casos nesses períodos indica, adicionalmente, que fatores socioambientais locais, como terrenos baldios e desafios no controle vetorial, potencializam a transmissão em bairros específicos. Fica evidente, portanto, que o monitoramento contínuo dos padrões meteorológicos é uma ferramenta estratégica e preditiva para a vigilância em saúde, capaz de auxiliar na antecipação de futuras epidemias de dengue.

Agradecimentos

Agradeço à Universidade Federal de Itajubá por todas as oportunidades e bolsa oferecida.

Referências

- BARSANTE, J. M.; SILVA, C. J.; SANTOS, E. S. A model to predict the population size of the dengue fever vector based on rainfall data. *arXiv preprint*, arXiv:1404.1234, 2014.
- BHATT, S. et al. The global distribution and burden of dengue. *Nature*, v. 496, p. 504–507, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1038/nature12060>.
- GUZMÁN, M. G.; HARRIS, E. Dengue. *The Lancet*, v. 385, n. 9966, p. 453–465, 2015. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(14\)60572-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(14)60572-9).
- MEIRA, M. C. R. et al. Influência do clima na ocorrência de dengue em um município brasileiro de tríplice fronteira. *Cogitare Enfermagem*, v. 26, 2021. DOI: <https://doi.org/10.5380/ce.v26i0.76974>.
- MORIN, C. W.; COMRIE, A. C.; ERNST, K. C. Climate and dengue transmission: evidence and implications. *Environmental Health Perspectives*, v. 121, n. 11-12, p. 1264–1272, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1289/ehp.1306556>.
- ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE (OPAS). *Dengue*. [S. l.]: OPAS/OMS, [s.d.]. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/topicos/dengue>. Acesso em: 4 jul. 2025.
- PEREIRA, T. N.; ROCHA, M. F. G.; SUESDEK, L. Temperature-dependent transmission of dengue virus by *Aedes aegypti*. *Parasites & Vectors*, v. 16, n. 34, 2023. Disponível em: <https://parasitesandvectors.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13071-023-05600-8>. Acesso em: 20 jul. 2025.
- REDAÇÃO R7. Brasil bate recorde e registra mais de 6.000 mortes por dengue durante 2024. *Portal R7*, São Paulo, 11 jan. 2025. Disponível em: <https://noticias.r7.com/saude/brasil-bateu-recorde-e-registrou-mais-de-6-mil-mortes-por-dengue-durante-2024-11012025/>. Acesso em: 5 jul. 2025.
- SCHMIDT, C. A. et al. Effects of desiccation stress on adult female longevity in *Aedes aegypti* and *Ae. albopictus*. *Parasites & Vectors*, v. 11, n. 267, p. 1–8, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13071-018-2808-6>.
- SEIDAHMED, O. M. E.; ELTAHIR, E. A. B. A sequence of flushing and drying of breeding habitats of *Aedes aegypti* (L.) prior to the low dengue season in Singapore. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, v. 10, n. 6, p. e0004842, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0004842>.
- TUN-LIN, W.; BURKOT, T. R.; KAY, B. H. Effects of temperature and larval diet on development rates and survival of the dengue vector *Aedes aegypti* in north Queensland, Australia. *Medical and Veterinary Entomology*, v. 14, n. 1, p. 31–37, 2000. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1365-2915.2000.00207.x>.

“Do conhecimento acadêmico à transformação sustentável: inovação com validação científica”