

## TEMPERATURAS MÍNIMAS DO TRIMESTRE MAIS FRIO NA CIDADE DE MARINGÁ-PR E SUA INFLUÊNCIA SOBRE OS CASOS AUTÓCTONES DE DENGUE

Natália Chudzik Bauer<sup>1</sup>  
Martina Victoria Klein<sup>2</sup>  
Felipe José Soek<sup>3</sup>  
Wilson Flavio Feltrim Roseghini<sup>4</sup>  
Paulo Caikoski<sup>5</sup>

### INTRODUÇÃO

A variação das condições meteorológicas influencia uma série de processos biológicos dos seres vivos do planeta, em especial para alguns vetores de doenças como os mosquitos. Embora a maioria das doenças tenham uma gênese multicausal, o clima funciona como um importante condicionante ambiental, regulando os ciclos de desenvolvimento de vetores e também a própria sazonalidade de ocorrência.

Segundo o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2018), o aumento das temperaturas causado pelas mudanças climáticas favorece a criação de um ambiente ideal para a reprodução de vetores de doenças como o mosquito *Aedes (aegypti e albopictus)*, responsáveis pela transmissão da dengue, zika e chikungunya, acelerando o ciclo de vida do mosquito, aumentando sua capacidade de reprodução e disseminação, expandindo a área geográfica e permitindo que doenças anteriormente restritas a regiões tropicais e subtropicais se espalhem para áreas mais frias e de maior altitude.

---

<sup>1</sup> Graduanda do Curso de Geografia da Universidade Federal do Paraná - UFPR, [cbauernatalia@gmail.com](mailto:cbauernatalia@gmail.com);

<sup>2</sup> Graduanda do Curso de Geografia da Universidade Federal do Paraná - UFPR, [martinavklein@hotmail.com](mailto:martinavklein@hotmail.com);

<sup>3</sup> Mestrando do Curso de Saúde Pública da Escola Nacional de Saúde Pública - Fiocruz, [felipesoek12@gmail.com](mailto:felipesoek12@gmail.com);

<sup>4</sup> Doutor em Geografia pela Universidade Federal do Paraná - UFPR, [feltrim@ufpr.br](mailto:feltrim@ufpr.br);

<sup>5</sup> Graduando do Curso de Geografia da Universidade Federal do Paraná - UFPR, [paulosergioaikoski@gmail.com](mailto:paulosergioaikoski@gmail.com).

Assim, este estudo tem como objetivo analisar alguns aspectos de referência ao vetor da doença em sua relação com o clima, em especial a ocorrência das temperaturas mínimas, relacionando com os casos autóctones ocorridos na cidade de Maringá-PR.

## **REFERENCIAL TEÓRICO**

### **A doença e sua complexidade**

A Dengue é uma arbovirose transmitida através da picada de mosquitos infectados, sendo que seu principal vetor trata-se do *Aedes aegypti*, embora seja também transmitida pelo *Aedes albopictus* (Banu et al., 2016). O agente patógeno da Dengue pertence ao gênero Flavivírus e inclui cinco sorotipos: DENV-1, DENV-2, DENV-3, DENV-4 e DENV-5, embora apenas os primeiros quatro estejam em circulação no Brasil. A Dengue está catalogada sob o código A97 no CID-10 e seus sintomas incluem febre, náusea, vômitos, irritação e/ou manchas vermelhas na pele, dores musculares, nos olhos e de cabeça, podendo evoluir para casos graves de hemorragia e comprometimento de órgãos (OMS, 2019).

Sua forma de transmissão, sistematizada pelo Ministério da Saúde (Brasil, 2002) envolve uma complexidade específica: seu ciclo é considerado como pessoa-mosquito-pessoa, dado que o mosquito precisa, primeiramente, entrar em contato com um hospedeiro infectado pelo vírus, para então infectar-se e se tornar vetor da doença e, neste sentido, o ciclo da doença pode continuar ocorrendo enquanto houver presença do vírus no sangue de uma pessoa infectada. Além disso, o período de incubação da doença pode variar entre 3 a 15 dias, sendo em média 5 a 6 dias. Para a análise dos casos, é importante considerar que toda pessoa está suscetível à infecção pelo vírus da Dengue, obtendo imunidade permanente após infectada exclusivamente para o sorotipo de infecção e imunidade cruzada entre diferentes sorotipos temporariamente.

### **O *Aedes aegypti* e as condições climáticas**

O *A. Aegypti* se concentra nas latitudes tropicais, notavelmente limitado pelos limiares de temperatura e condições ambientais que garantem a sua sobrevivência. Trabalhos clássicos já haviam sugerido claras relações entre a distribuição global da espécie e as temperaturas tropicais (Christophers, 1960, p. 36).

Consoli et al. (1994, p. 115) apontavam a região entre 45° N e 35° S – acompanhando a isoterma de 20°C – como limites da espécie, enquanto Natal (2002) indicava que a faixa ótima de temperatura do mosquito era entre 20°C e 30°C.

Valle et al. (2015) mostram a relação entre países com risco de transmissão de dengue e as isotermas médias de inverno de 10°C, com conclusões semelhantes às encontradas em laboratório por outros autores, indicando condições ambientais ideais à reprodução do mosquito, onde as fêmeas têm capacidade de gerar mais ovos, bem como apresentar ciclo reprodutivo acelerado quando submetidas a certas faixas ótimas de temperatura (Yang et al., 2009; Oliveira et al., 2020; Beserra et al., 2006).

O *Aedes aegypti* é um mosquito holometábolo, ou seja, seu desenvolvimento se divide nas fases de ovo, larva, pupa e adulto (Yang et al., 2009), sendo esse fato determinante na resistência dos indivíduos. Cada fase possui limitações próprias e faixas de temperatura ótimas para sua atividade e desenvolvimento, sendo que a faixa de temperatura ótima para a transmissão do vírus da dengue acontece entre 27 e 30°C, conforme estudos laboratoriais realizados por Yang et al. (2009), porém a temperatura favorável ao desenvolvimento de *Aedes aegypti* encontra-se entre 21°C e 29°C (Beserra et al., 2006).

Entretanto, a espécie não resiste a temperaturas inferiores a 6°C (Ajuz e Vestena, 2014), bem como não se desenvolve plenamente em temperaturas abaixo de 13°C. Assim, a partir da perda de grande parte da população do vetor existente, bem como da população potencial, que seria gerada a partir da reprodução de indivíduos vivos, observa-se uma diminuição da população de mosquitos causada pelas condições climáticas limitantes.

Apesar da temperatura ser aparentemente a variável climática mais relevante na distribuição e atividade do vetor (Soek et al., 2023), outros autores apontam para as relações do vetor com as demais variáveis climáticas, Huang et al. (2013, p. 6) sugeriram, ao avaliar o caso da cidade de Townsville, que algumas regiões podem ver surtos limitados de dengue se observarem pluviometria abaixo de determinado limiar regional, já Liyanage et al. (2022) sugerem que valores de precipitação acima de certos limiares mensais podem refletir maior presença de *A. Aegypti* e *A. Albopictus*. Outros autores também apontaram como aumentos no Índice de Infestação Predial acompanham o verão e a estação chuvosa em algumas capitais e regiões metropolitanas brasileiras (Corrêa et al., 2005, p. 36-37).

### **Caracterização da área de estudo**

Para que seja feita a relação entre o clima de Maringá e os padrões de proliferação da dengue no município, é necessária primeiro a caracterização da área. Esta deve levar em consideração sobretudo a temperatura, principal variável ambiental da qual depende a reprodução do vetor *Aedes aegypti* (Soek et al., 2023).

Maringá encontra-se na transição entre o clima tropical e o clima subtropical, sendo caracterizada por chuvas bem distribuídas ao longo do ano, com um curto período (de um a três meses) de precipitação reduzida (Castelhana et al., 2012).

No período de 30 anos, entre 1994 e 2023, utilizando como referência os dados da Estação Climatológica Principal de Maringá, a temperatura média da cidade foi de 22,6°C; a média da temperatura máxima para o mesmo período foi 28,4°C, enquanto a temperatura mínima manteve a média de 18,2°C. A pluviosidade total anual média para o período é de 1458,8 mm, sendo janeiro o mês mais chuvoso (com média de 201,5 mm) e julho o mês mais seco (média de 57,4 mm).

Beserra et al. (2006) consideram o intervalo entre 22°C e 30°C ideal para o ciclo de vida do mosquito vetor – assim, as temperaturas dessa cidade, combinadas com chuvas normalmente bem distribuídas, proporcionam as condições ideais para a proliferação do *Aedes aegypti*.

### **METODOLOGIA (OU MATERIAIS E MÉTODOS)**

Primeiramente, foram consultados os dados disponibilizados pela Secretaria de Saúde do Estado do Paraná (SESA-PR) para a seleção dos anos a serem analisados, sendo escolhidos os casos confirmados de dengue no estado até o ano de 2020. O recorte até esse ano foi feito devido à pandemia de COVID-19, durante a qual a investigação e registro de casos de dengue foi severamente afetada (Souza et al., 2023), tendo sido registrada uma subnotificação dos casos da doença. Logo, para evitar uma análise influenciada pela incerteza inerente a esse período, os anos posteriores não foram considerados.

A bibliografia deste trabalho foi levantada a partir de revisão narrativa, considerando a experiência prévia dos autores com o tema, utilizando indexadores de bases nacionais e internacionais de artigos científicos tais como a Scientific Electronic

Library Online (SciELO), a National Library of Medicine (PubMed) e a Biblioteca Virtual em Saúde (BVS); a partir de separadores como “*Aedes aegypti*”, “Temperatura”, “Mudanças climáticas”, “Clima” e “Epidemiologia”, que foram utilizados de forma a integrar pelo menos dois, sendo o primeiro constante durante as buscas.

Esse levantamento teve como objetivo principal entender a relação do vetor com as variáveis meteorológicas, principalmente em relação a suas limitações, ou seja, qual sua faixa de temperatura ideal e quais as temperaturas que limitam as atividades do mosquito.

Para testar a hipótese, foram utilizados dados da estação climatológica do município de Maringá disponíveis no BDMEP (Banco de Dados Meteorológicos do INMET) e destes extraídas as temperaturas máximas, mínimas e médias diárias para o trimestre mais frio do período entre 1994-2023. Para a análise, foram selecionados os anos de 2015 a 2019.

Quanto aos dados epidemiológicos, estes foram obtidos através da SESA-PR para o período de 2010/2011 a 2019/2020, conforme o calendário epidemiológico, e utilizando dados agregados de casos totais autóctones para cada ano.

O ano epidemiológico inicia no mês de agosto, logo após o trimestre mais frio de cada ano, e se encerra junto ao trimestre mais frio do ano seguinte, em julho. O início e o fim do ano epidemiológico facilitam a análise, uma vez que é mais fácil estabelecer a relação entre o período frio e os casos de dengue.

Como resultados, esse trabalho apresenta a análise das temperaturas diárias que estejam abaixo do limiar ótimo para reprodução do *Aedes aegypti*, correlacionando-os com os registros de casos autóctones confirmados de dengue no município de Maringá, para testar a hipótese de que invernos mais rigorosos influenciam a infestação do vetor.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

De modo a abranger as temperaturas mais frias do ano, foram analisados dados da normal climatológica 1994-2023 e elaborado um climograma para entender o comportamento da temperatura e da pluviosidade ao longo desse período (Gráfico 1):

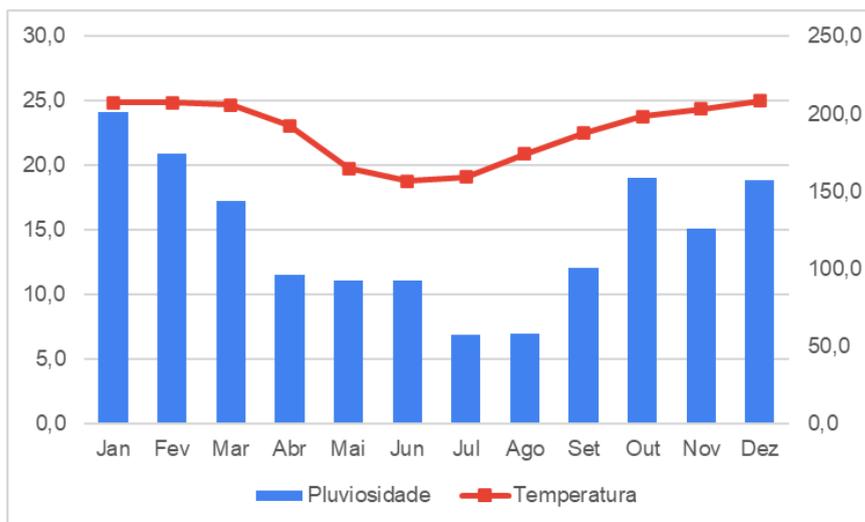


Gráfico 1 - Climograma de Maringá-PR de 1994 a 2023. Fonte: INMET. Org. os autores.

Após, foram identificadas as temperaturas do trimestre mais frio, sendo este composto pelos meses de maio, junho e julho. Os invernos no município de Maringá não tendem a ser muito rigorosos, sendo que durante o período analisado foi possível observar algumas temperaturas baixas, porém com pouca frequência e não por muitos dias seguidos. As temperaturas médias do período de inverno variam pouco, mas são as temperaturas mínimas e mais baixas o fator mais relevante para o controle da população do vetor da dengue.

Entre os anos analisados, 2019 foi aquele com maior número de temperaturas mínimas diárias que atingiram valores abaixo de 6°C, temperatura sob a qual o mosquito não tem condições de se manter vivo (Torres, 1998), com apenas 2 dias dessa condição. Entretanto, ao analisar dias em que as temperaturas mínimas foram abaixo de 13°C, condição na qual o mosquito não se desenvolve plenamente (Yang et al., 2009), os dados variaram entre 7 e 31 dias dessas temperaturas no período analisado.

Para entender a relação entre o trimestre mais frio de cada ano com os dados epidemiológicos, devemos estar cientes que a SESA inicia o período epidemiológico em agosto, terminando no final de julho do ano seguinte, ou seja, para este trabalho, considera-se que o inverno do ano de 2015, por exemplo, terá efeito sobre os casos do verão 2015/16 (dez 2015, jan e fev 2016), e assim por diante (Gráfico 2).

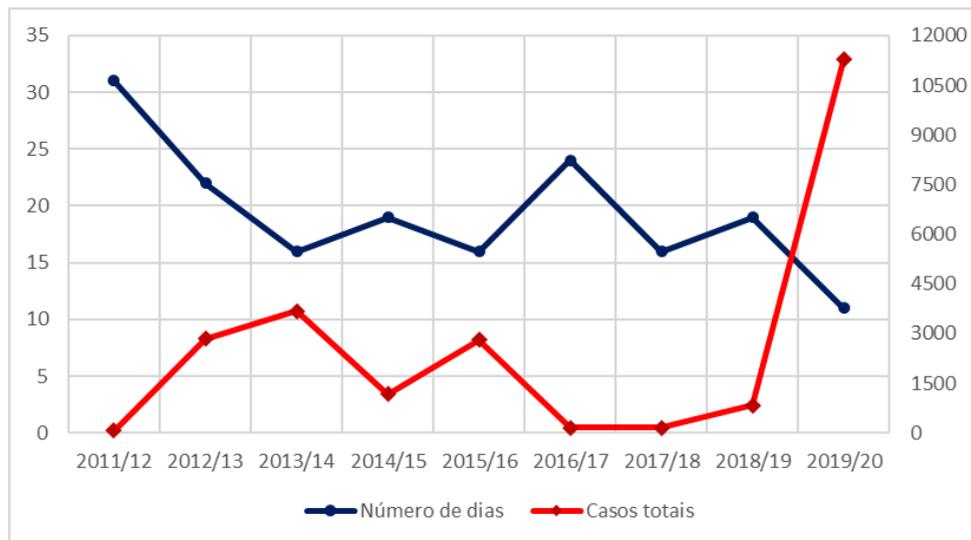


Gráfico 2 - Número de dias com temperatura mínima abaixo de 13°C e casos autóctones confirmados em Maringá. Fonte: INMET e SESA. Org. os autores.

Embora a amostragem analisada seja baixa, é importante ressaltar que a correlação de Pearson para esse período foi de  $-0.7$ , ou seja, uma correlação inversa moderada a forte, permitindo inferir que temperaturas mais baixas de inverno e sua persistência tenham, de fato, alguma influência sobre os casos de dengue subsequentes.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após as análises, pode-se inferir que a frequência e duração de temperaturas mínimas médias de inverno inferiores a 13°C apresentam influência sobre os casos subsequentes de dengue. Vale destacar que as análises foram efetuadas correlacionando as temperaturas e os casos autóctones confirmados, ou seja, deve se considerar os ruídos entre os casos de dengue registrados e a realidade, devido às subnotificações.

Assim, é sugerido para futuros estudos que sejam efetuadas correlações entre as variáveis meteorológicas e os índices de infestação, permitindo relacionar de forma mais direta a influência do clima sobre o vetor.

**Palavras-chave:** epidemiologia, doenças negligenciadas, *Aedes aegypti*, mudanças climáticas.

## REFERÊNCIAS

AJUZ, L. C.; VESTENA, L. R. Influência da pluviosidade e temperatura ambiente na longevidade e fecundidade dos *Aedes aegypti* e *albopictus* na cidade de Guarapuava-PR e possibilidade de superinfestação. **Hygeia** - Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde, Uberlândia, v. 10, n. 18, p. 1–18, 2014. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/hygeia/article/view/19688> . Acesso em: 10 jul. 2024.

BANU, S.; CHOUDHURY, M. A.; TONG, S. Dengue: Emergence, Determinants and Climate Change. In: Loukas, A. (Ed.). **Neglected Tropical Diseases – Oceania**. Springer, p. 237-248, 2016.

BESERRA, E. B. *et al.* Biologia e exigências térmicas de *Aedes aegypti* (L.)(Diptera: Culicidae) provenientes de quatro regiões bioclimáticas da Paraíba. **Neotropical Entomology**, v. 35, p. 853-860, 2006.

BRASIL, Ministério da Saúde. **Dengue: aspectos epidemiológicos, diagnóstico e tratamento**. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2002.

CALADO, D. C.; NAVARRO-SILVA, M. A.. Influência da temperatura sobre a longevidade, fecundidade e atividade hematofágica de *Aedes (Stegomyia) albopictus* Skuse, 1894 (Diptera, Culicidae) sob condições de laboratório. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 46, n. 1, p. 93–98, 2002.

CASTELHANO, F. J.; ROSEGHINI, W. F. F; MENDONÇA, F. Clima Urbano e Dengue: uma introdução à partir da análise do campo térmico de Maringá/PR e Campo Grande/MS. **Revista Geonorte**, v. 3, n. 9, p. 735 –, 2012. Disponível em: [periodicos.ufam.edu.br/index.php/revista-geonorte/article/view/253](http://periodicos.ufam.edu.br/index.php/revista-geonorte/article/view/253). Acesso em: 12 jun. 2024.

CHRISTOPHERS, S. R. **Aedes aegypti**: the yellow fever mosquito. Its life history, bionomics and structure. Cambridge University Press, 1960.

CONSOLI, R.; OLIVEIRA, R. L. **Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil**. FIOCRUZ, Rio de Janeiro (RJ), 228 p. 1994. Disponível em: <https://static.scielo.org/scielobooks/th/pdf/consoli-9788575412909.pdf> >. Acesso em: 22 agosto, 2023.

CORRÊA, P. R. L.; FRANÇA, E.; BOGUTCHI, T. . Infestação pelo *Aedes aegypti* e ocorrência da dengue em Belo Horizonte, Minas Gerais. **Revista de Saúde Pública**, v. 39, p. 33-40, 2005.

HUANG, X. *et al.* A threshold analysis of dengue transmission in terms of weather variables and imported dengue cases in Australia. **Emerging microbes & infections**, v. 2, n. 1, p. 1-7, 2013.

IPCC. Reports, 2018. ([https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WGIIAR5-Chap11\\_FINAL.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WGIIAR5-Chap11_FINAL.pdf)). Acesso em: julho de 2024.

LIYANAGE, P.; TOZAN, Y.; OVERGAARD, H. J.; TISSERA, H. A.; ROCKLÖV, J. **Effect of El Niño–Southern Oscillation and local weather on Aedes vector activity from 2010 to 2018 in Kalutara district, Sri Lanka**: a two-stage hierarchical analysis. **Lancet Planetary Health**, v. 6. n. 7, p. 577-585. 2022.

NATAL, D. **Bioecologia do Aedes aegypti**. Biológico, São Paulo, v. 64, n. 2, p. 205-207, 2002.

OLIVEIRA, A. G. de; ROSEGHINI, W. F. F. A Influência das Temperaturas de Inverno na Efetividade dos Ovos do Aedes Aegypti em Curitiba, Paraná. In: MURARA, P. G. dos S.; ALEIXO, N. C. R. (orgs.). **Clima e Saúde no Brasil**. Paco Editorial. 1 ed. Jundiaí (SP). p. 197-221. 2020.

SOEK, F. J.; FERREIRA, F. E.; KLEIN, M. V.; BAUER, N. C.; CAIKOSKI, P. S.; ROSEGHINI, W. F. F.; MENDONÇA, F. Mudanças Climáticas e Infestação por Aedes Aegypti na Região Sul do Brasil. **Geo UERJ**, [S. l.], n. 42, 2023. DOI: 10.12957/geouerj.2023.74550. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/geouerj/article/view/74550>. Acesso em: 12 jun. 2024.

SOUZA, I.G; PAVINATI,G; LIMA, L.V; GIL, N. L. M; MAGNABOSCO, G.T. Distribuição e dependência espacial da dengue nos municípios paranaenses em períodos epidêmicos. **J. nurs. health.** 2023;13(2):e1325269. <https://doi.org/10.15210/jonah.v13i2.25269>

TORRES, E. M. **Dengue y dengue hemorrágico**. Buenos Aires/Argentina: Editora Nacional da Universidade de Quilmes, 1998, p. 24-58.

VALLE, D.; PIMENTA, D. N.; CUNHA, R. V. **Dengue: Teorias e Práticas**. FIOCRUZ, Rio de Janeiro (RJ). 450 p. 2015. Disponível em: <<https://books.scielo.org/id/58zcs>>. Acesso em: 16 ago, 2023.

WHO. World Health Organization. **International Classification of Diseases, Tenth Revision (ICD-10)**. Genebra, 2019.

YANG, H. M.; MACORIS, M. L. G.; GALVANI, K. C.; ANDRIGHETTI, M. T. M.; WANDERLEY, D. M. V. Assessing the effects of temperature on the population of Aedes aegypti, the vector of dengue. **Epidemiology & Infection**. v. 137. n 8. p.1188-1202. 2009.