

Modelo biometeorológico para a estimativa da distribuição temporal e espacial de gerações do *Aedes aegypti* em Santa Catarina, Brasil

Hamilton Justino Vieira¹, Joelma Miszinski², Everton Blainski³ e Carlos Eduardo Salles de Araújo⁴

Resumo – O objetivo deste trabalho foi desenvolver um modelo biometeorológico para a estimativa da distribuição temporal e espacial da duração e número de gerações do mosquito *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae) para Santa Catarina, com base em dados de temperatura coletados em estações meteorológicas. O estudo foi baseado nas constantes térmicas da espécie e na série histórica de temperaturas horárias das estações meteorológicas automáticas da Epagri em Santa Catarina, entre 2001 a 2023 para Florianópolis e de 37 estações meteorológicas automáticas para o ano de 2022-2023. A estimativa da duração e número de gerações foi efetuada com uma equação quadrática relacionando o desenvolvimento do *A. aegypti* com as temperaturas médias horárias. Os cálculos possibilitaram determinar a duração em dias do ciclo ovo a fase adulta, sua distribuição mensal, número anual e a média histórica mensal de gerações. As condições de temperatura em Santa Catarina permitem a *A. aegypti* desenvolver, em média, 19 gerações anuais, com 1 a 2,5 gerações ao mês. A duração estimada do ciclo de vida variou de 10 a 30 dias de acordo com os meses do ano. O modelo possibilita calcular e disponibilizar a dinâmica temporal e espacial do número de gerações do mosquito, com base nas temperaturas horárias do ar provenientes de redes de estações meteorológicas.

Termos para indexação: Mosquito da dengue; Ecologia; Modelagem; Temperatura.

Biometeorological model for estimating the temporal and spatial distribution of *Aedes aegypti* generations in Santa Catarina, Brazil

Abstract – The objective of this work was to develop a biometeorological model to estimate the temporal and spatial distribution of the duration and number of generations of the mosquito *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae) for Santa Catarina, based on temperature data collected in stations meteorological. The study was based on the thermal constants of the species and the historical series of hourly temperatures from Epagri's automatic meteorological stations in Santa Catarina, between 2001 and 2023 for Florianópolis and from 37 automatic meteorological stations for the year 2022-2023. The duration and number of generations were estimated using a quadratic equation relating the development of *A. aegypti* to hourly average temperatures. The calculations made it possible to determine the duration in days of the cycle from oviposition to adulthood, its monthly distribution, the annual number and the historical monthly average of generations. The temperature conditions in Santa Catarina allow *A. aegypti* to develop, on average, 19 generations per year, with 1 to 2.5 generations per month. The estimated duration of the life cycle varied from 10 to 30 days depending on the months of the year. The model makes it possible to calculate and provide a prediction of the temporal and spatial dynamics of the number of mosquito generations, based on hourly air temperatures from meteorological station networks.

Index terms: Dengue mosquito; Ecology; Modeling; Temperature.

Introdução

A proliferação do mosquito *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae) tem sido estudada mundialmente por diversas instituições e autores. Sua importância reside no fato deste mosquito ser transmissor de várias doenças, como a den-

gue, chikungunya, zika e a febre amarela urbana, doenças estas chamadas de arboviroses. Estas doenças causam perdas humanas, grandes prejuízos ao erário público e à população em geral. Conforme painel de monitoramento de arboviroses do Ministério da Saúde do Governo Federal (2024), Santa Cata-

rina teve no ano de 2023 em torno de 114.270 registros de casos da Dengue.

Várias doenças transmitidas por mosquitos estão associadas às condições climáticas (Viana e Ignotti, 2013). O aumento da temperatura pode aumentar a quantidade e reduzir o tempo de desenvolvimento desses insetos.

Submetido em 26/01/2024. Aceito para publicação em 25/02/2025.

Editor de seção: Juracy Caldeira Lins Junior/ Epagri

¹ Engenheiro-agrônomo, PhD. Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina (Epagri/Ciram), C.P.502, 88034-901, Florianópolis, SC, fone: (048) 3665 5006, e-mail: vieira@epagri.sc.gov.br,

² Analista de Sistemas, BSc. (Epagri/Ciram), e-mail: joelma@epagri.sc.gov.br;

³ Engenheiro-agrônomo, Dr. (Epagri/Ciram), e-mail: evertonblainski@epagri.sc.gov.br

⁴ Oceanógrafo, Dr., Epagri/Ciram, e-mail: kadu_araujo@epagri.sc.gov.br

A aplicação de modelos matemáticos é de grande relevância para o melhor entendimento das particularidades que têm como foco o *A. aegypti* (Soares *et al.*, 2021). De acordo com os estudos de vários autores e instituições, as condições climáticas interferem na proliferação do inseto desde a ovoposição até a fase adulta. Dentre as variáveis apontadas que interferem no ciclo de vida do mosquito, viabilizando ou promovendo a aceleração ou diminuição da duração dos estádios de desenvolvimento, estão a temperatura, a umidade do ar e a precipitação pluviométrica (Bessera *et al.*, 2009; Barbazan *et al.*, 2010; Carneiro *et al.*, 2017; Eisen *et al.*, 2014; Soares *et al.*, 2021).

Conforme Eisen *et al.* (2014), a variação da temperatura pode ser de relevância para o desenvolvimento dos vários estádios do ciclo total ou número de gerações do mosquito da dengue. Ainda segundo o autor, os dados correspondentes ao padrão de precipitação são menos claros, embora as cidades com potencial durante todo o ano para alta abundância dos estágios ativos de *A. aegypti*, apresentam alta precipitação anual, maior que 1.450mm. Conforme estas informações, para o estado de Santa Catarina, localizado em região subtropical sob influência do Oceano Atlântico, a umidade do ar e a precipitação não são consideradas condições impeditivas para o desenvolvimento do mosquito. Contudo, mesmo não alterando as médias mensais, o ciclo de ocorrência dos mosquitos pode ser alterado. E isso tem reflexo nas estimativas por modelagem. Mas em normalidade climática com precipitação anual de 1.630mm e a média da umidade relativa do ar de 87% (Epagri, 2020), espera-se que os mosquitos tenham ciclos sem interrupções.

A importância do conhecimento da disponibilidade térmica para a estimativa da proliferação ou número de gerações do mosquito reside no fato de possibilitar o planejamento da adoção de medidas preventivas baseando-se na espacialização e no perfil temporal

do número de gerações do mosquito. O objetivo deste trabalho foi desenvolver um modelo biometeorológico para estimar a duração e o número de gerações do mosquito *A. aegypti* para Santa Catarina, disponibilizando *on-line* as previsões da dinâmica temporal e espacial do número de gerações do mosquito com base na rede de estações meteorológicas da Epagri/Ciram.

Materiais e métodos

Para a determinação da disponibilidade térmica e estimar o número de gerações anuais do *A. aegypti* para Santa Catarina, utilizaram-se as constantes térmicas obtidas por Beserra *et al.* (2009) para temperaturas de 18, 22, 26, 28, 32 e 34 ± 2°C e fotofase de 12 horas para os municípios de Boqueirão, Campina Grande e Remígio na Paraíba.

A partir desses dados gerou-se uma equação polinomial de segundo grau relacionando as temperaturas horárias e a duração relativa em horas do ciclo Ovo – Fase adulta. Esta metodologia foi utilizada para detalhar o desenvolvimento dos indivíduos a cada hora em sua respectiva temperatura. A utilização de graus dias (GD) adota um desenvolvimento para a média diária de temperatura e suas temperaturas bases, ou cardinais, inferiores e superiores, desconsiderando a oscilação da temperatura durante o período.

Os dados horários de temperatura média do ar foram coletados na estação meteorológica automática telemetrizada da Epagri, instalada no Centro de Treinamento da Epagri/Cetre, na Região Litorânea do município de Florianópolis, com Latitude -27,59°, Longitude -48,5° e Altitude 10m.

Para Florianópolis, a estimativa do número anual de gerações do inseto teve início no solstício de inverno (21/06) e o final no solstício de inverno do ano seguinte. A série iniciou em 24/06/2001 e terminou em 24/06/2023. Para os 22 anos com 365 dias anuais e 24 horas dos dias totalizaram aproximadamente 197 mil temperaturas horárias

do banco de dados da Epagri (2020). O número de gerações mensais foi determinado somando-se os eventos das gerações completadas em cada mês, ou seja, a cada desenvolvimento relativo igual à unidade, contabilizou-se uma geração e o somatório delas em cada mês totalizou o número de gerações no mês.

Com a metodologia utilizada para Florianópolis foi calculado o número de gerações do mosquito para as diversas regiões catarinenses no ano 2022-2023. A espacialização foi efetuada utilizando-se os dados horários dos anos 2022-2023 de 37 estações da rede de monitoramento da Epagri/Ciram. Para a geoespacialização das 37 estações e 365 dias com 24 horas, totalizaram 324 mil temperaturas médias horárias.

Os desenvolvimentos relativos dos mosquitos a cada hora entre a ovoposição e a emergência do adulto, baseados nas temperaturas médias horárias, bem como o número de gerações anuais, estão representados conforme equação abaixo;

$$NGA = \sum_{n=1}^{DRH(21/06)+1n} [1/(a * Th^2 - b * Th + c)]$$

NGA – Número de gerações anuais
DRH - Desenvolvimento relativo com base horária

Th – Média horária da temperatura do ar

DRH=21/06 primeira temperatura média horária do ano considerado.

DRH=21/06+n última temperatura média horária do ano seguinte em 21/06.

“a”, “b” e “c” - Coeficientes do polinômio

A soma do inverso da função (1/f(x)) indica que a unidade (1) representa uma hora e f(x) a fração de desenvolvimento do mosquito em uma hora na temperatura considerada. Conforme Beserra (2009), na temperatura constante de 28°C o total de horas de desenvolvimento seria de aproximadamente 9 dias, ou seja, 216 horas. Em uma hora sob essa temperatura o desenvolvimento parcial seria o inverso de 216 ou 0,00463.

Resultados e discussão

A equação $y = 3,2781Th^2 - 203,66Th + 3352,9$ (Figura 1) apresentou resultados semelhantes aos relatados em trabalhos desenvolvidos por vários autores. Eisen *et al.* (2014), por exemplo, relatam que, uma vez excedida a temperatura zero de desenvolvimento mais baixa, entre 10-14°C, existe uma relação quase linear até 30°C. Acima desta temperatura, a taxa de desenvolvimento é relativamente estável ou até diminui ligeiramente antes de cair drasticamente perto da temperatura zero de desenvolvimento superior, que ocorre entre 38 e 42°C. Para Costa *et al.* (2010), em temperaturas acima de 35°C, diversos aspectos da biologia do mosquito podem ser fortemente influenciados negativamente pela interação temperatura e umidade. Um estudo em São Paulo mostrou que, dentre todas as variáveis climáticas analisadas, a incidência de dengue foi mais afetada pela temperatura do ar (Azevedo *et al.* 2011). Os estudos mostram que o aumento na temperatura do ar influenciou a dinâmica das populações de *A. aegypti* e, consequentemente, a transmissão do vírus da dengue (Barbazan *et al.*, 2010).

É preciso denotar que o resultado do desenvolvimento temporal do mosquito da dengue foi baseado na equação acima, utilizando apenas a temperatura do ar. Possível validação das previsões com base na real ocorrência do mosquito nos diferentes locais propostos poderia dar maior entendimento da dinâmica populacional do mosquito. Cabe, no entanto, frisar que o modelo não propõe a estimativa do número de indivíduos. A modelagem da dinâmica populacional é complexa e exigiria a inclusão de múltiplos fatores, tais como: disponibilidade de corpos de água, umidade relativa do ar, frequência e quantidade de precipitações pluviométricas, velocidade do vento, entre outras.

Independentemente de outros fatores, as variações de temperatura e a intensidade das chuvas afetam o ciclo reprodutivo e a sobrevivência do mos-

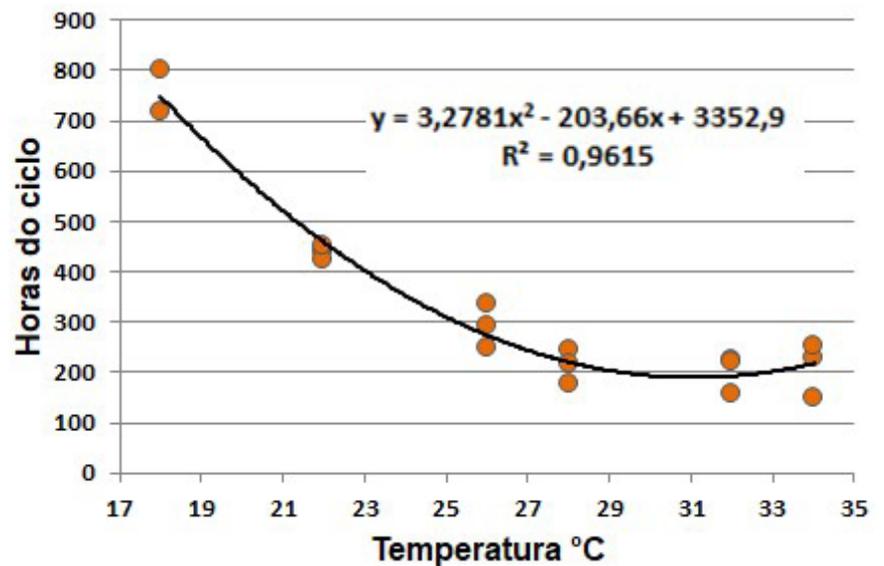


Figura 1. Equação de ajuste da duração em horas do desenvolvimento do *Aedes aegypti*, de ovo a fase adulta, em função da temperatura, com dados do trabalho de Beserra *et al.* (2009)

Figure 1. Estimation of the duration in hours of *Aedes aegypti* development from oviposition to adulthood as a function of temperature °C, with data from the work of Beserra *et al.* (2009)

quito, o que provoca alterações na sua distribuição e densidade, uma vez que os indivíduos necessitam de umidade e temperaturas que variam entre 15°C e 35°C para sobreviver e se reproduzir (Carneiro *et al.*, 2017). Para Yang *et al.* (2019), com o aumento de temperatura, ocorre um aumento uniforme do número de descendentes do mosquito até a temperatura de 29°C, sendo 29,2°C a temperatura ideal para produzir o maior número de descendentes. Nesta temperatura, a tendência é o aumento do risco de dengue em regiões subtropicais, pois em virtude das mudanças climáticas ocorre um provável aumento das temperaturas.

A estimativa de duração de cada ciclo do mosquito em Florianópolis variou entre 10 e 35 dias para as 433 gerações estimadas conforme a série temporal de temperaturas horárias (Figura 2), sendo visível a variação interanual. Conforme Eisen *et al.* (2014), um dos cenários é de uma atividade distintamente sazonal, onde os estágios ativos podem ser encontrados em baixo número ou ausentes durante parte do ano devido a condições frias desfavoráveis, e onde as temperaturas do inverno são tão baixas

que os ovos hibernados podem falhar, eclodir ou eclodem, mas não geram larvas viáveis.

A redução na densidade populacional nas zonas tropicais durante estações, em que a temperatura se eleva acima de 35°C pode ser fortemente influenciada pela interação temperatura e umidade, afetando negativamente diversos aspectos da biologia do mosquito (Costa *et al.*, 2010). No caso de Santa Catarina a ocorrência de temperaturas acima de 35°C acontece apenas em regiões agroecológicas do extremo oeste e no litoral catarinense, nas regiões de menor altitude e ou de maior continentalidade. Para Florianópolis ocorreram apenas 98 horas com temperaturas entre 35 e 40°C em 197.181 horas da série utilizada. Para temperaturas abaixo de 15°C foram 18.002 observações. Isso indica que os períodos de temperaturas desfavoráveis ao desenvolvimento dos mosquitos são provocados mais por temperaturas abaixo de 15°C do que por temperaturas acima de 35°C. Para Yang *et al.* (2019) a sobrevivência ideal dos mosquitos, está entre 15 e 30°C. Fora destes limites de temperatura a taxa de mortalidade dos mosquitos aumenta.

Contudo estes limiares de temperatura são desfavoráveis e não letais.

Pelo modelo utilizado de temperaturas horárias, o polinômio apresenta a inflexão em torno de 29°C com aumento da duração do ciclo a partir desta temperatura e contempla todas as temperaturas horárias do dia. No caso da utilização da metodologia de Graus-dia, os valores extremos não são contemplados (Ometto, 1981). Assim, para dias com diferentes extremos de temperaturas máximas, mínimas e amplitudes, o valor de Graus-dia pode ser igual. A utilização de temperaturas horárias, médias diárias ou de outro intervalo qualquer vai depender da disponibilidade de dados, bem como do propósito da metodologia utilizada.

Há uma variação sazonal para Florianópolis, referente à duração do ciclo, com os ciclos mais longos, cerca de 30 dias, ocorrendo nos meses inverniais. Para os meses de verão as durações dos ciclos ficaram aproximadamente entre 10 a 15 dias. A variação em cada mês foi de 10 a 15 dias (Figura 3).

A oscilação dentro dos meses pode ser causada pelas variações de temperatura em função de sistemas meteorológicos como El Niño, La Niña, massas polares, sistemas de baixa pressão, que são comuns nas regiões subtropicais. O número de “dias de calor” durante as ondas de calor local dura entre seis e dez dias, (Minuzzi e Frederico, 2017). As diminuições bruscas da temperatura são causadas principalmente pela atuação das massas polares. Rodrigues *et al.* (2004), analisando as frentes frias em Santa Catarina, mostram que mensalmente, em média, de 3 a 4 frentes frias atingem a Costa de Santa Catarina, com um intervalo de 8 dias. Alves e Minuzzi (2018) identificaram uma média de 4,2 casos de massas polares no inverno de cada ano, com uma duração média de 3 a 5 dias consecutivos, para cada evento. Estes fenômenos meteorológicos explicam substancialmente a variação da duração dos ciclos dentro dos meses.

Nos meses de verão a estimativa é que ocorra acima de duas gerações, ou

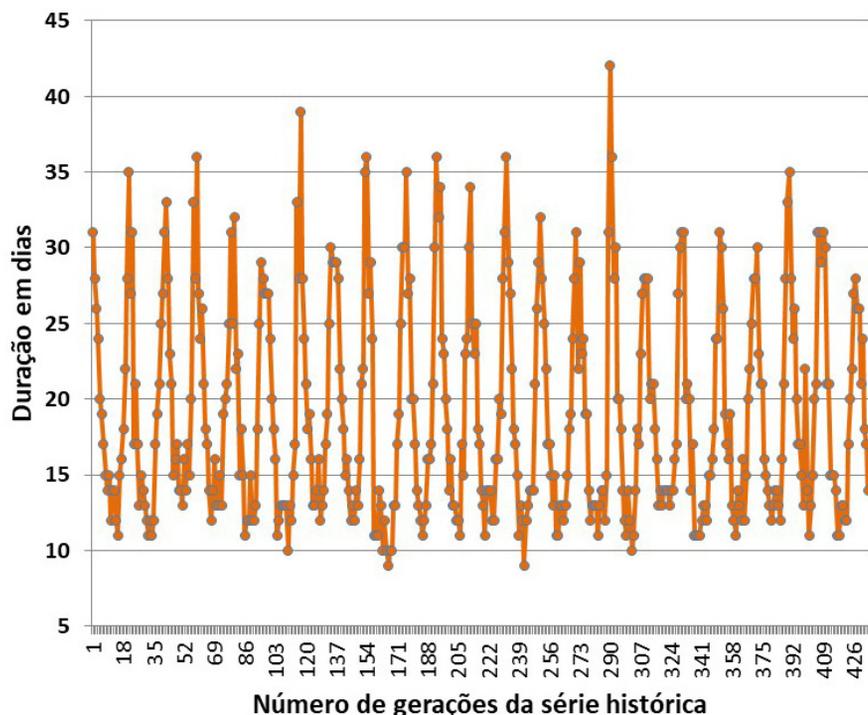


Figura 2. Estimativa da duração em dias do desenvolvimento do *Aedes aegypti* de ovo a fase adulta entre os anos de 2001 a 2023 para Florianópolis, SC, Brasil
 Figure 2. Estimated duration in days of *Aedes aegypti* development between oviposition and adulthood between the years 2001 and 2023 for Florianópolis, SC, Brazil

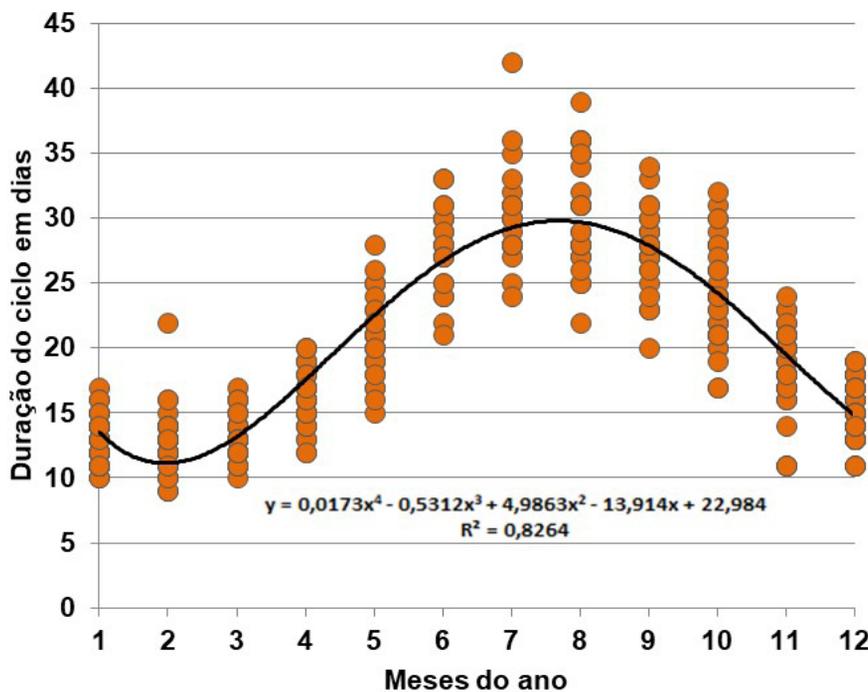


Figura 3. Distribuição mensal da estimativa da duração do ciclo de vida do *Aedes aegypti* dos anos de 2001 a 2023 para Florianópolis, SC, Brasil
 Figure 3. Monthly distribution of the estimated life cycle length of the *Aedes aegypti* from 2001 to 2023 for Florianópolis, SC, Brazil

seja, uma geração a cada 15 dias, enquanto nos meses inverniais seria apenas uma geração, pois a duração é de aproximadamente 30 dias. Esta variação sazonal está em consonância com os resultados de vários autores (Soares, 2021; Weber e Wollmann, 2016; Natal, 2002).

Conforme Weber e Wollmann (2016), os meses de maior incidência de larvas de mosquitos em Santa Maria, RS, foram nos meses de novembro, janeiro, fevereiro e março, sendo esse comportamento atribuído à disponibilidade térmica com temperaturas médias em torno de 25°C.

Por outro lado, a influência de fatores ambientais, principalmente chuva e temperatura, é marcante na dinâmica populacional da espécie em questão. Em climas caracterizados pelas variações sazonais, poderá haver períodos favoráveis à intensa proliferação do mosquito. Essas flutuações fazem com que as epidemias se manifestem em épocas até certo ponto previsíveis. (Natal, 2002). Os abordados pelos autores acima podem ser vistos também na distribuição mensal da estimativa do número médio de gerações para Florianópolis, (figura 4)

Conforme Eisen *et al.* (2014), existem lacunas de conhecimento ou dados que dificultam a previsão de risco de exposição humana ao *A. aegypti* nas zonas climáticas mais frias. Estas lacunas são provenientes dos impactos da temperatura, da população de mosquitos e de outros fatores importantes, como conteúdo de nutrientes na água, densidade larval, presença de competidores biológicos e comportamento humano.

O número de gerações anuais estimadas em Florianópolis pode variar de 18 a 21 (Figura 5). De acordo com o modelo utilizado, esta variação é causada pelas oscilações das temperaturas médias anuais. De modo geral, em anos de El Niño as oscilações das temperaturas médias são favoráveis e em anos de La Niña as anomalias são desfavoráveis. Apesar desta tendência, Florianópolis localiza-se no litoral, sofrendo forte in-

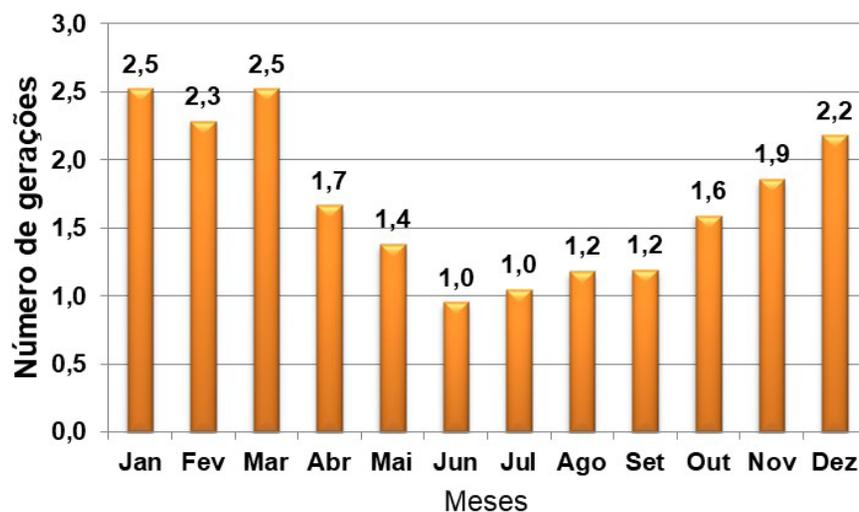


Figura 4. Distribuição mensal da estimativa do número médio de gerações do *Aedes aegypti* dos anos de 2001 a 2023 para Florianópolis, SC, Brasil

Figure 4. Monthly distribution of the estimated average number of generations from 2001 to 2023 of the *Aedes aegypti* mosquito for Florianópolis, SC, Brazil

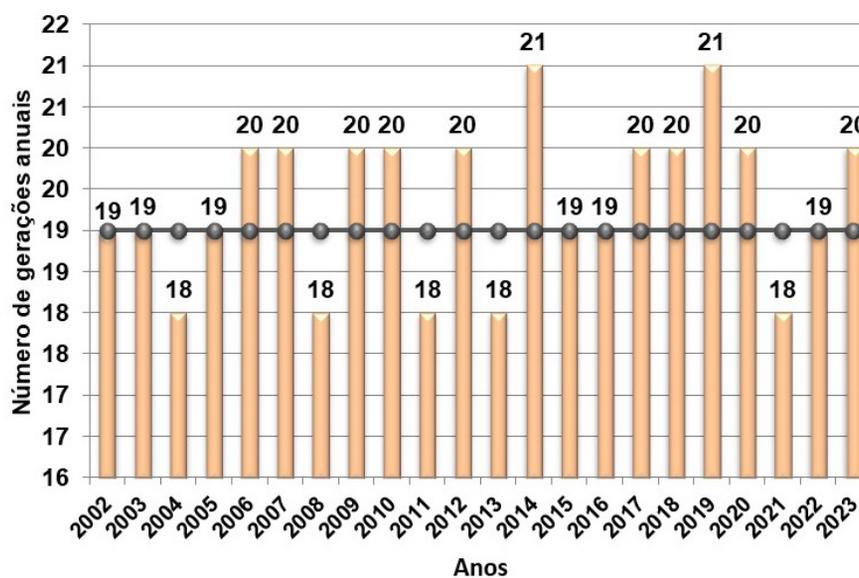


Figura 5. Número anual e linha média geral da estimativa de gerações do *Aedes aegypti* dos anos de 2002 à 2023 para Florianópolis, SC, Brasil

Figure 5. Annual number and historical average of estimated generations of the *Aedes aegypti* mosquito from 2002 to 2023 for Florianópolis, SC, Brazil

fluência das condições oceânicas. Para uma afirmativa da relação entre estas macrovariáveis climáticas e o número de gerações anuais, estudos mais detalhados seriam necessários.

A distribuição espacial da estimativa do número de gerações para os anos 2022-2023 baseada em 37 estações meteorológicas do estado de Santa Catarina indica que os maiores valores de

gerações ocorrem no litoral Catarinense. As regiões com menor número de gerações são aquelas em altitudes mais elevadas, na região de São Joaquim e Tangará. A região do Planalto Catarinense apresenta estimativa do número de gerações intermediário. No Oeste Catarinense os valores da estimativa estão próximos aos da região litorânea. Neste aspecto, é relevante explicitar que no Li-

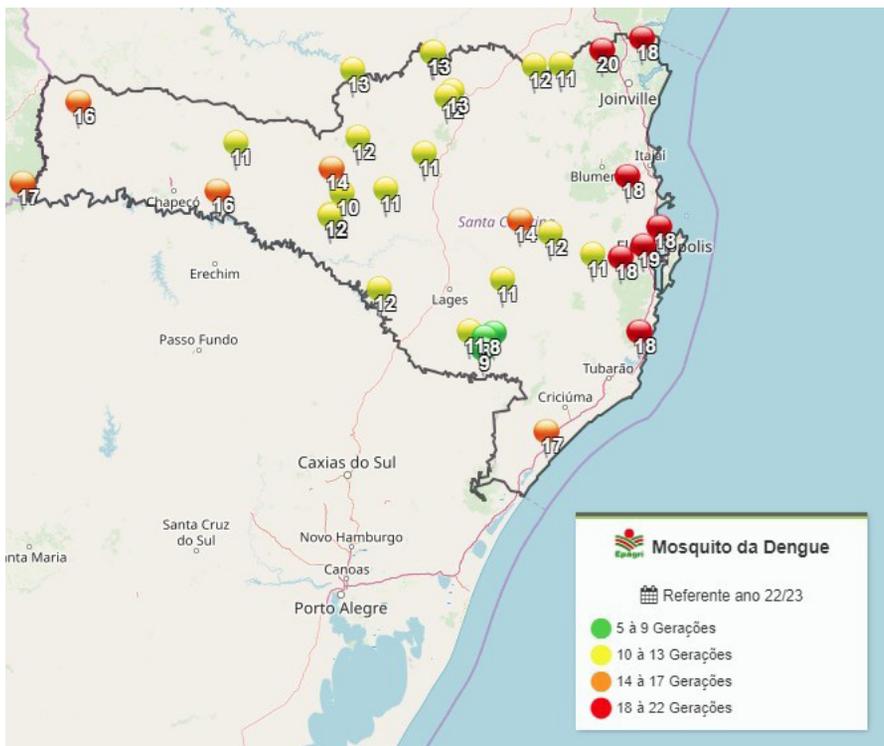


Figura 6. Geoespacialização da estimativa anual de gerações do *Aedes aegypti* para os anos 2022-2023 em Santa Catarina, Brasil

Figure 6. Geospatialization of the annual generation estimate of the Dengue *Aedes aegypti* mosquito for the years 2022-2023 in Santa Catarina, Brazil

toral Catarinense, pela sua proximidade ao mar, a disponibilidade de umidade é superior àquelas do Oeste Catarinense com maior continentalidade. Em se tratando de disponibilidade térmica, esta situação não interfere na duração do ciclo, contudo pode interferir na reprodução e população do mosquito.

Os resultados apresentados concentraram-se especificamente no efeito da temperatura na biologia do *A. aegypti*. Embora a temperatura seja um fator importante para o mosquito, não é o único. Portanto, é importante lembrar que os efeitos aqui descritos para a temperatura podem ser influenciados por outros fatores que podem impactar a dinâmica local do número de gerações população de mosquitos (Yang *et al.*, 2019).

Contudo, do ponto de vista da ocorrência do *A. aegypti*, os parâmetros dependentes da temperatura podem ser usados para responder a muitas questões relativas ao ciclo de vida do

mosquito (Yang *et al.*, 2019). Um estudo realizado em São Paulo, SP, mostrou que, dentre todas as variáveis climáticas analisadas, a incidência de dengue foi mais afetada pela temperatura. O resultado foi consistente com outros estudos que mostraram que o aumento na temperatura influenciou a dinâmica das populações de *A. aegypti* e, consequentemente, a transmissão do vírus da dengue (Barbazan *et al.*, 2010; Richardson *et al.*, 2011).

De forma geral, o modelo desenvolvido para estimativa da duração e número de gerações para o *A. aegypti*, produz previsões com base em temperaturas de 13 a 35°C, o que abrange as áreas geográficas de Santa Catarina onde o mosquito e seus patógenos associados representam a maior ameaça à saúde humana. Não obstante, estudos para validar as previsões obtidas ainda são necessários e devem ser foco de novos trabalhos de pesquisa.

Conclusões

- O modelo biometeorológico, baseado no somatório de temperaturas favoráveis ao desenvolvimento do ciclo biológico de *A. aegypti*, permite prever o número e duração das gerações anuais do mosquito no estado de Santa Catarina.

- Enfatiza-se que o presente trabalho tem como base apenas a variável temperatura horária do ar, não contemplando outras variáveis de tempo e clima, como, por exemplo, precipitações pluviométricas ou umidade relativa do ar.

- As condições de temperatura em Santa Catarina permitem a *A. aegypti* desenvolver, em média, 19 gerações anuais, com uma a 2,5 gerações ao mês. A duração estimada do ciclo de vida varia de 10 a 30 dias conforme os meses do ano.

Credit

Hamilton Justino Vieira: Escrita – primeira redação, validação, metodologia, investigação, análise formal, curadoria de dados, conceituação. **Joelma Miszinski:** Análise formal, curadoria de dados, conceituação. **Carlos Eduardo Salles de Araújo:** Investigação, curadoria de dados. **Everton Blainski:** Escrita – revisão, edição e metodologia.

Conflito de interesses

Os autores declaram não ter conflitos de interesses neste trabalho.

Dados de pesquisa

Dados serão disponibilizados pelo autor por solicitação

Financiamento

Este trabalho foi financiado pela Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina S/A. Epagri.

Agradecimentos

Aos técnicos da Epagri/Ciram, Rafael Censi Borges, Rafael Ataíde de Araújo, Jonathan Biaggio Sizani, Roberto Carlos Silveira, Iria Sartor Araújo, Kellen de Cássia Bandinelli Kruscinski Martarello, Eduardo Nathan Antunes, Emanuella Salum Pereira Pinto, Paulo Roberto Ananias Bezerra pelo apoio logístico para manutenção das estações meteorológicas, transmissão, tratamento e armazenamento dos dados.

Referências

- ALVES, M.P.; MINUZZI, R.B. Climatologia das ondas de frio inverniais em SANTA CATARINA – BRASIL. **Revista de Geografia**, v.35, n.3, 2018. DOI: <https://doi.org/10.51359/2238-6211.2018.229410>.
- AZEVEDO, T. S. de; PIOVEZAN, R.; VON ZUBEN, C.J.; ANDRÉ, I.R.N.; ALMEIDA, D. Perfil epidemiológico da dengue no município de rio claro no período de 1996 a 2010. **Hygeia - Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, Uberlândia, v.7, n.12, p.19–30, 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.14393/Hygeia716980>.
- BARBAZAN, P.; GUISEIX, M.; BOONYUAN, W.; TUNTAPRASART, W.; PONTIER, D.; GONZALEZ, J.P. Modelling the effect of temperature on transmission of dengue. **Med. Vet. Entomol.**, v.24, n.1, p.66-73, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2915.2009.00848.x>.
- BESSERA, E.B., FERNANDES, C.R.M., SILVA, S.A. de O., SILVA da, L.A.; SANTOS dos, J.W. Efeitos da temperatura no ciclo de vida, exigências térmicas e estimativas do número de gerações anuais de *Aedes aegypti* (Diptera, Culicidae). **Iheringia, Sér. Zool.**, v.99, n.2, p.142-148, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0073-47212009000200004>.
- CARNEIRO, M.A.; ALVES, B.C.A.; GEHRKE, F.S.; DOMINGUES, J.N.; SÁ, N.; PAIXÃO, S.; FIGUEIREDO, J.; FERREIRA, A.; ALMEIDA, C.; MACHI, A.; SAVÓIA, E.; NASCIMENTO, V.; FONSECA, F. Environmental factors can influence dengue reported cases. **Assoc. Med. Bras.**, v.63, n.11, p.957-961, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1806-9282.63.11.957>.
- COSTA, E.A.P.A.; SANTOS, E.M.M.; CORREIA, J.C.; ALBUQUERQUE, C.M. R. Impact of small variations in temperature and humidity on the reproductive activity and survival of *Aedes aegypti* (Diptera, Culicidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v.54, n.3, p.488–493, 2010. <https://doi.org/10.1590/S0085-56262010000300021>
- EISEN, L.; MONAGHAN, A. J.; LOZANO-FUENTES, S.; STEINHOFF, D. F.; HAYDEN, M. H.; BIERINGER, P.E. The impact of temperature on the bionomics of *Aedes* (*Stegomyia*) *aegypti*, with special reference to the cool geographic range margins. **J. Med. Entomol.**, v.51, n.3, p.496-516, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1603/me13214>
- EPAGRI. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. **Banco de dados de variáveis ambientais de Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2020. 20p. (Epagri, Documentos, 310). Disponível em: https://ciram.epagri.sc.gov.br/ciram_arquivos/site/doc310_bd_epagri.pdf. Acesso em: 09 jan. 2024.
- MINISTÉRIO DA SAÚDE DO GOVERNO FEDERAL. **Painel de monitoramento de arboviroses**. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/a/aedes-aegypti/monitoramento-das-arboviroses>. Acesso em: 09 jan. 2024.
- MINUZZI, R.B.; FREDERICO, C.A. Variabilidade de ondas de calor e a relação com o ENOS Modoki e Canônico em Santa Catarina. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, v.2, n.4, p.421-429, 2017. Disponível em: <http://www.journals.ufrpe.br/index.php/JEAP/article/view/1440/1450.10.24221/jeap.2.4.2017.1440.421-429>. Acesso em: 20 julho 2024.
- NATAL, D. Bioecologia do *Aedes aegypti*. **Biológico**, São Paulo, v.64, n.2, p.205-207, 2002. Disponível em: http://www.biologico.sp.gov.br/uploads/docs/bio/v64_2/natal.pdf. Acesso em 05/01/2024.
- OMETTO, J.C. Fluxo de calor sensível ou o calor destinado a aquecer o ar atmosférico. In: **Bioclimatologia Vegetal**: Editora Agronômica Ceres Ltda. São Paulo. p.129-177. 1981.
- RICHARDSON, K., HOFFMANN, A.A., JOHNSON, P., RITCHIE, S., KEARNEY, M.R. Thermal sensitivity of *Aedes aegypti* from Australia: empirical data and prediction of effects on distribution. **J. Med. Entomol.**, v.48, n.4, p.914-923, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1603/ME10204>.
- RODRIGUES, M.L., FRANCOLL, D. SUGAHARA, S. Climatologia de frentes frias no litoral de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Geofísica**, São Paulo, v.22, n.2, p.135-151, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-261X2004000200004>.
- SOARES, P.V.; ARAÚJO, R.A.F.; ALMEIDA, M.E. A Influência das Variáveis Meteorológicas na Ocorrência de Casos de Dengue em Fortaleza, Ceará. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.36, n.4, p.759-766, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/0102-7786360044>.
- VIANA, D. V.; IGNOTTI, E. A ocorrência da dengue e variações meteorológicas no Brasil: revisão sistemática. **Rev. Bras. Epidemiol.**, v.16, n.2, p.240-56, 2013. <https://doi.org/10.1590/S1415-790X2013000200002>.
- WEBER, A.A.; WOLLMANN, C.A. A influência climática na proliferação do mosquito *Aedes Aegypti* em Santa Maria – RS, em 2012. **Ciência e Natura**, v.38, n.3, p.1246–1253, 2016. DOI: <https://doi.org/10.5902/2179460X21386>.
- YANG, H. M.; MACORIAS, 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. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/S0950268809002040>.