

Análise das condições ambientais e sua influência na proliferação das larvas do mosquito *Aedes aegypti*

Ana Gabriela Barros Leal Franco^{1,*}
Bruno Pietro Matos Fonceca^{1,*}
Dafny Pereira Barbosa^{1,*}
Deborah Tailane Mendes da Cruz^{1,*}
Eduarda Alves Dall Oglio^{1,*}
Ilana de Sousa Aquino^{1,*}
Joabe Macedo Bandeira^{1,*}
João Gabriel de Vasconcelos Sousa^{1,*}
Kennedy Rafael Pereira Lopes^{1,*}
Ketlen Luenna Estevão Gonçalves^{1,*}
Keven Moura da Silva^{1,*}
Luis Felipe Carvalho da Silva^{1,*}
Luis Henrique Pereira dos Santos^{1,*}
Lucas Gabriel de França da Silva^{1,*}
Maria Clara Moura dos Reis^{1,*}
Maria Clara Silva Sousa^{1,*}
Maria Fernanda Ribeiro da Silva^{1,*}
Nailton Matos da Silva^{1,*}
Nicole Bezerra Moura^{1,*}
Pedro Henrique Sousa Ribeiro^{1,*}
Yasmim Ketlen dos Santos Ramos^{1,*}
David Almeida Sousa²
Nicolly de Fátima Rodrigues Silva²
Efraim Costa Pereira^{1,2}
Jefferson Fontinele da Silva²

¹Escola Municipal Padre Ângelo de Lassalandra

²Universidade Federal do Maranhão

* Autores tiveram contribuição igual

Balsas/Maranhão/Brasil

Março de 2024

Resumo:

O mosquito *Aedes aegypti* é responsável pela transmissão de vários agentes causadores de doenças, tais como os vírus da dengue, zika e chikungunya. Ele encontra nas áreas urbanas, especialmente em regiões densamente povoadas, o ambiente propício para sua proliferação. Nessas áreas o *A. aegypti* tem prosperado vivendo próximo aos humanos, pois nessas regiões o mosquito encontra alimento e um ambiente apropriado para a postura dos seus ovos. Os recipientes que servem como criadouros para as larvas do *A. aegypti* podem variar, desde caixas d'água, baldes e galões até pequenas poças de água no lixo. Nesses criadouros os ovos podem eclodir, levando à larva e posteriormente ao mosquito. A variedade de locais e de situações ambientais onde o *A. aegypti* pode se reproduzir dificulta seu controle adequado. Nesse contexto, este relatório tem como objetivo principal identificar as condições ambientais propícias para a proliferação da larva do *Aedes aegypti*, principalmente monitorando variáveis como temperatura e condições físico químicas da água onde as larvas se desenvolvem. Para tanto, realizou-se a identificação das larvas de mosquito, seguida da análise das condições ambientais tanto do local onde o criadouro foi encontrado quanto da água presente neste. Os resultados obtidos indicam que o *A. aegypti* desenvolveu-se de maneira favorável em ambiente com alta concentração de matéria orgânica e temperatura ambiente elevada. Além disso, constatou-se que as condições ideais para a reprodução do mosquito incluem boa ventilação e estabilidade na temperatura ambiente. Este relatório destaca a importância de estratégias eficazes de controle e monitoramento do *Aedes aegypti*, especialmente em ambientes urbanos, pois as larvas do *Aedes aegypti* podem ser resilientes a condições ambientais diversas.

Abstract:

The *Aedes aegypti* mosquito transmits several disease-causing agents, such as dengue, zika, and chikungunya viruses. It is found in urban areas, especially in densely populated regions, the environment conducive to its conformity. In these areas, *A. aegypti* has thrived living close to humans, as in these regions, the mosquito finds food and a environment to lay its eggs. The containers that serve as breeding grounds for *A. aegypti* larvae can vary from water tanks, buckets, and gallons to small puddles of water in the trash. In these breeders, eggs can hatch, leading to larvae and later mosquitoes. A variety of locations and environmental situations where *A. aegypti* can reproduce, which makes its adequate control difficult. In this context, this report's main objective is to identify the environmental conditions conducive to regulating *Aedes aegypti* larvae, mainly by monitoring variables such as temperature and physical-chemical conditions of the water where the larvae develop. To this end, the mosquito larvae were identified, followed by an analysis of the environmental conditions of both the place where the

breeding site was found and the water present there. The results indicate that *A. aegypti* developed favorably in an environment with a high concentration of organic matter and high ambient temperature. Furthermore, it was found that ideal conditions for mosquito breeding include good ventilation and stable ambient temperature. This report highlights the importance of *Aedes aegypti* control and monitoring strategies, especially in urban environments, as *Aedes aegypti* larvae can be resilient to diverse environmental conditions.

Questões de Pesquisa:

Para desenvolver essa pesquisa foram levantadas duas questões norteadoras, são elas:

- Quais são as principais características ambientais que favorecem a proliferação das larvas do mosquito *Aedes aegypti* em áreas urbanas, especificamente na cidade de Balsas - MA ?
- Quais são as condições físico-químicas da água que são mais propícias para o desenvolvimento das larvas do *Aedes aegypti* ?

Esta pesquisa tem como objetivo investigar as características ambientais e as condições da água que promovem a multiplicação das larvas do mosquito *Aedes aegypti* em áreas urbanas. Por meio da análise desses aspectos, busca-se compreender os fatores que afetam o crescimento da população do mosquito e fornecer dados relevantes para aprimorar as estratégias de controle dessa espécie.

Introdução

De acordo com Gloria-Soria et al. (2023), o mosquito *Aedes aegypti* é um vetor de doenças graves, incluindo dengue, zika e chikungunya. Algumas dessas doenças, como a microcefalia (Shah et al., 2018) e a dengue hemorrágica (Malavige et al., 2022), podem resultar em complicações fatais nos casos mais severos. Segundo o Boletim Epidemiológico de 2022, comparado com o ano anterior, os casos de dengue aumentaram em 162,5%, totalizando 1,4 milhão de registros em todo o território brasileiro. Entre esses casos, 18,1 mil foram reportados como casos que poderiam evoluir para a necessidade de hospitalização e 1.473 foram como casos graves. Em relação à mortalidade, o país registrou um total de 1.016 óbitos decorrentes da doença. Neste contexto, é importante implementar medidas eficazes de controle populacional dos mosquitos para prevenir a propagação dessas doenças. Isso requer uma compreensão das condições que favorecem o crescimento da população do *Aedes aegypti* e a identificação dos focos de mosquito, especialmente em sua fase larval. Nesta fase, o controle pode ser mais facilmente realizado e a um custo menor (ZARA

et al., 2016). Nesse relatório, descreve-se o uso de ferramentas computacionais, no caso o aplicativo para celular Globe Observe, com o propósito de facilitar a identificação de focos e seu subsequente registro geolocalizado. Os dados foram coletados na cidade de Balsas, localizada no estado do Maranhão, especificamente no Parque Centenário desta municipalidade.

Em face desse contexto e das questões de pesquisa apresentadas, esta pesquisa se propõe a investigar as características ambientais e as condições da água que desencadeiam a proliferação das larvas do mosquito *Aedes aegypti* em áreas urbanas, com foco específico na cidade de Balsas - MA. A compreensão dos fatores que influenciam o crescimento da população desses mosquitos é crucial para a implementação de estratégias eficazes de controle. Ao fornecer dados precisos e relevantes, este estudo visa contribuir significativamente para o aprimoramento das medidas preventivas e de combate a essa espécie, visando, assim, reduzir os riscos associados às doenças transmitidas por ela.

Métodos de Pesquisa:

A metodologia deste trabalho se baseou nos procedimentos do protocolo Mosquito Habitat Mapper, idealizado pela plataforma GLOBE (Global Learning and Observations to Benefit the Environment) (The Globe Program, 2023), que é um programa educacional internacional coordenado pela AEB (Agência Espacial Brasileira) em parceria com a NASA (National Aeronautics and Space Administration) que estimula a colaboração entre estudantes, professores e cientistas, visando o estudo e compreensão do meio ambiente por meio de protocolos pré-estabelecidos que são lançados na plataforma. O protocolo Mosquito Habitat Mapper foi desenvolvido dentro do GLOBE, com o intuito de auxiliar na coleta de dados sobre os habitats de mosquitos ao redor do mundo, que se divide em três etapas: coleta, análise e identificação da larva. Ele estabelece uma estrutura padronizada e fornece orientações para os participantes coletarem informações relevantes sobre os locais onde os mosquitos se reproduzem e habitam.

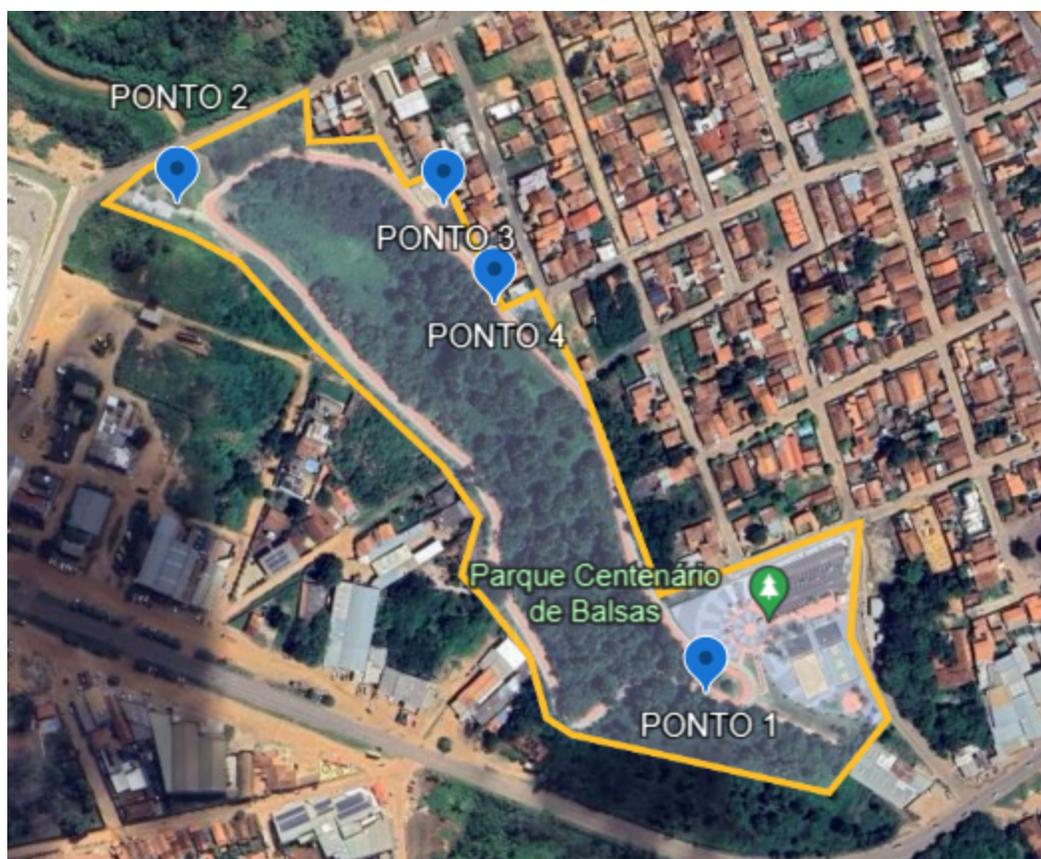


Figura 01: Vista de satélite da região do Parque Centenário. Fonte: Google Maps.

Local das Coletas

As coletas ocorreram no Parque Centenário de Balsas, representado em sua vista de satélite na Figura 01, possui um perímetro total de aproximadamente 1476,93m e uma área total de 7,18 ha ($71.800,23m^2$). Distribuído nesta área temos um ecossistema de brejo, sendo o mesmo um tipo de ambiente caracterizado por ser uma área úmida e pantanosa, formadas por uma combinação de solo encharcado, vegetação densa e água parada, o que cria condições ideais para o desenvolvimento de uma grande diversidade de plantas e animais adaptados a esse ambiente específico, incluindo o mosquito do *Aedes aegypti*.

Método de coletas

Após uma investigação preliminar no parque, identificamos quatro pontos de coleta. Nessas áreas, detectamos a presença de focos de mosquitos em estágios larvais e adultos, todos concentrados em recipientes artificiais, como lixeiras e reservatórios de água.

Na primeira etapa foi executada a identificação de possíveis focos do mosquito *Aedes aegypti*. Os locais escolhidos foram lixeiras distribuídas em vários pontos num perímetro de 1600 metros. É um local com 35 lixeiras e não havia chovido desde o dia 14 de maio de 2023. A coleta ocorreu no dia 23 de maio, pela manhã, às 8h44min22s, na Figura 02 são apresentadas fotos tiradas do local no dia da coleta. Algumas lixeiras estavam protegidas da insolação do período de 6h às 18h, ficando expostas ao sol por menos de 5 horas nesse período.



Figura 02: Fotos dos alunos e professores realizando a coleta nas lixeiras do Parque Centenário. Fonte: próprio autor.

Na segunda etapa, realizamos uma análise detalhada da disponibilidade de larvas no local, com o objetivo de identificar antecipadamente o estágio de crescimento em que se encontravam e verificar a presença de ovos ou mosquitos adultos nas proximidades do foco identificado. Além disso, procedemos à caracterização das condições físico-químicas da água, avaliando parâmetros como temperatura, condutividade, pH, turbidez e níveis de oxigênio dissolvidos. Por conseguinte, a terceira etapa foi a realização da coleta das larvas, que logo foram transportadas para o laboratório da Universidade Federal do Maranhão(UFMA) para que pudessem ser identificadas, pelos cientistas júnior (alunos da escola Escola Municipal Padre Ângelo de Lassalandra) e seus orientadores, tomando como ponto inicial as instruções cedidas pela plataforma. A análise das espécimes foi feita com uso do Mini Microscópio Lupa Conta-fio 60x para celular e com microscópio Binocular Microscópio 1600 x LED e comparadas com o protocolo do THE GLOBE PROGRAM chamado “Mosquito Habitat Mapper” relacionado ao mapeador de habitat dos mosquitos *Aedes Aegypti*.



Figura 03: Fotos dos alunos na UFMA realizando análise dos parâmetros físico-químico da água dos focos de mosquitos coletados no Parque Centenário. Fonte: próprio autor.

Resultados:

Observou-se que no local havia lixeiras com água parada e com indicativo de larvas de mosquitos, tendo em vista que já existiam mosquitos em certos locais. Como resultados foi identificado três lixeiras com foco do mosquito, na qual foi constatado que a exposição intensa ao sol das mesmas ocorre por volta das 11 horas às 15 horas, tendo como base os pontos de sombra que existem no parque, o ambiente tem uma boa circulação de ar fresco o dia inteiro em função de estar próximo a árvores de médio porte, palmeiras e um córrego perene. Foi encontrado um volume de água superior a dois litros, mesmo não tendo incidência de chuva desde do dia 09 de maio de 2023 até o dia 23 do mesmo mês, no local foi observado muita matéria orgânica em processo de decomposição como, por exemplo, restos de refrigerantes, biscoitos e frutas. Na Tabela 1, temos um rol de características de propriedades físico-químicas da água presente nas lixeiras, com base na análise laboratorial executada, para mostrar que essas condições podem justificar a presença de larvas do mosquito *Aedes Aegypti*.

Tabela 01: características físico-química da água encontradas no local

Temperatura da água	24,8 °C
pH	7,56
Turbidez	475 NTU
Condutividade	815 uS/cm
Temperatura ambiente	28°C

Fonte: Próprio Autor

Conclui-se que o pH analisado da água apresentou caráter alcalino 7,56, segundo o estudo de Diesel (1992) em suas análises concluiu que, o pH 7,2 apresenta um resultado propício no desenvolvimento de larvas do mosquito *Aedes Aegypti*. A turbidez da água foi de 475 NTU em função da matéria orgânica. Segundo NEVES et. al. (2016), as larvas se alimentam da matéria orgânica disponível, o que pode justificar a presença das larvas. A condutividade da água é uma medida da capacidade da água de conduzir eletricidade, a amostra tem um grande valor de íons dissolvidos provavelmente em função da matéria orgânica. A temperatura da água 24,8 °C e ambiente 28°C que segundo Beserra et. al. (2009) a temperatura favorável ao vetor encontra-se acima dos 22°C e abaixo dos 32°C.



Figura 04: Sifão de uma larva de mosquito *Aedes Aegypti* , Fonte: próprio autor

No material coletado foram observadas larvas e identificado o sifão respiratório que é característico do mosquito *Aedes aegypti*, como pode ser visto na Figura 04. Parte do material coletado mesmo mantido em recipiente fechado contendo 10 mL de água, após 14 dias, com o ambiente variando a temperatura entre 25 a 42 °C foi constatado a presença de larvas vivas. Mostrando a resistência que esses mosquitos apresentaram diante das condições a que foram expostos, sugerindo a capacidade de adaptação ao ambiente com variações abióticas significativas.

Outros trabalhos como os de Reinhold, Lazzari e Lahondère (2018), Benoit et al. (2012), Lahondère e Lazzari (2013), Denlinger e Yocum (1998), Heinrich (1993); Huey e Stevenson (1979), reforçam as evidências a disponibilidade de água, a dessecação de ovos e a tolerância ambientes mais frios são fatores com capacidade para impulsionar o estabelecimento do *Aedes aegypti*, sendo sugerido que a temperatura próxima dos 28 °C é um dos mais importantes fatores abióticos que influenciam a fisiologia, o comportamento, conseqüentemente a sobrevivência e proliferação do *Aedes Aegypti*.

Conclusão:

Ao longo deste estudo, empenhamo-nos em responder a questões cruciais sobre as características ambientais e as condições da água que influenciam a proliferação das larvas do mosquito *Aedes aegypti* em áreas urbanas, concentrando-nos especialmente na cidade de Balsas, no Maranhão. Através de coletas e análises realizadas no parque da cidade, identificamos que fatores como a disponibilidade de água, temperatura, pH e a presença de recipientes artificiais desempenham papéis significativos nesse processo. Além disso, destacamos a notável resiliência das larvas dos mosquitos a variações nas condições ambientais, o que pode ter um impacto substancial na distribuição e abundância desses insetos. Os dados reunidos neste relatório fornecem uma base para pesquisas adicionais sobre o *Aedes aegypti*, promovendo um avanço no entendimento dos aspectos ambientais e físico-químicos relacionados à reprodução desse vetor de doenças.

Referências:

BESERRA, Eduardo B. et al. Efeitos da temperatura no ciclo de vida, exigências térmicas e estimativas do número de gerações anuais de *Aedes aegypti* (Diptera, Culicidae). **Iheringia. Série Zoologia**, v. 99, p. 142-148, 2009.

Denlinger, D.L.; Yocum, G.D. Physiology of heat sensitivity. In *Temperature Sensitivity in Insects and Application in Integrated Pest Management*; Hallman, G.J., Denlinger, D.L., Eds.; **Westview Press**: Boulder, CO, USA; Oxford, UK, 1998; pp. 7–53.

Diesel R. Maternal - care in the bromeliad crab *Metopaulias depressus* (Decapoda) - maintaining oxygen, ph and calcium levels optimal for the larvae. **Anim. Behav.** 43: 803 - 812, 1992

GLORIA-SORIA, Andrea et al. Global genetic diversity of *Aedes aegypti*. **Molecular ecology**, v. 25, n. 21, p. 5377-5395, 2016.

Heinrich, B. *The Hot-Blooded Insects: Strategies and Mechanisms of Thermoregulation*; Harvard University Press: **Cambridge**, MA, USA, 1993; p. 600.

Huey, R.B.; Stevenson, R.D. Integrating thermal physiology and ecology of ectotherms: A discussion of approaches. **Am. Zool.** 1979, 19, 357–366.

MALAVIGE, Gathsaurie Neelika et al. Efficacy of rupatadine in reducing the incidence of dengue haemorrhagic fever in patients with acute dengue: A randomised, double blind, placebo-controlled trial. **PLoS neglected tropical diseases**, v. 16, n. 6, p. e0010123, 2022

NEVES, D. P.; et al. *Parasitologia Humana*. - 13^a ed. Editora ATHENEU, 2016.

REINHOLD, Joanna M.; LAZZARI, Claudio R.; LAHONDÈRE, Chloé. Effects of the environmental temperature on *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* mosquitoes: a review. **Insects**, v. 9, n. 4, p. 158, 2018.

SHAH, Priya S. et al. Comparative flavivirus-host protein interaction mapping reveals mechanisms of dengue and Zika virus pathogenesis. **Cell**, v. 175, n. 7, p. 1931-1945. e18, 2018.

THE GLOBE PROGRAM Protocol e training Hydrosphere. Mosquito larvae Using Go MHM App Disponível em < [Protocol eTraining - GLOBE.gov](https://www.globe.gov/protocol-e-training)> Acesso em 20 de maio de 2023

ZARA, Ana Laura de Sene Amâncio et al. Estratégias de controle do *Aedes aegypti*: uma revisão. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 25, p. 391-404, 2016.