



**UFRRJ**

**INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO BIOLOGIA ANIMAL**

**DISSERTAÇÃO**

**FAUNA DE MOSQUITOS (DIPTERA: CULICIDAE) EM  
AMBIENTES FITOTÉLMICOS DA RESERVA ECOLÓGICA  
DE GUAPIAÇU, CACHOEIRAS DE MACACU, RIO DE  
JANEIRO, BRASIL**

**NATHÁLIA MENEZES DE ALMEIDA**

**2025**

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO**  
**INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA ANIMAL**

**NATHÁLIA MENEZES DE ALMEIDA**

*Sob a Orientação:*

**DR. JERONIMO AUGUSTO F. ALENCAR**  
Laboratório de Diptera IOC/FIOCRUZ

Dissertação submetida como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Biologia Animal, no curso de Pós-Graduação em Biologia Animal da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

**Seropédica, RJ**

**2025**

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

M447f

Menezes de Almeida, Nathália , 1995-  
FAUNA DE MOSQUITOS (DIPTERA: CULICIDAE) EM AMBIENTES  
FITOTÉLMICOS DA RESERVA ECOLÓGICA DE GUAPIAÇU, CACHOEIRAS DE  
MACACU, RIO DE JANEIRO,  
BRASIL / Nathália Menezes de Almeida. - Rio de Janeiro, 2025.  
67 f.: il.

Orientador: Jeronimo Augusto Fonseca Alencar.  
Dissertação(Mestrado). -- Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Biologia Animal,  
2025.

1. culicídeos. 2. biodiversidade. 3. imaturos. I. Augusto Fonseca Alencar, Jeronimo,  
1967-, orient. II Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Biologia Animal III. Título.

“O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001. "This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001.”



TERMO Nº 163 / 2025 - PPGBA (12.28.01.00.00.00.42)

Nº do Protocolo: 23083.012712/2025-61

Seropédica-RJ, 17 de março de 2025.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO INSTITUTO DE CIÊNCIAS  
BIOLÓGICAS E DA SAÚDE CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA ANIMAL**

**NATHÁLIA MENEZES DE ALMEIDA**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de  
**Mestre (a) em Ciências**, no Curso de pós-graduação em **BIOLOGIA ANIMAL**,  
área de concentração em **BIODIVERSIDADE ANIMAL**

**DISSERTAÇÃO APROVADA EM 14/03/2025**

*(Assinado digitalmente em 19/03/2025 16:07)*

ILDEMAR FERREIRA

PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR DeptBA  
(12.28.01.00.00.00.45)

Matrícula: 387289

*(Assinado digitalmente em 18/03/2025 14:31)*

ARLINDO SERPA FILHO  
ASSINANTE EXTERNO CPF:  
824.234.317-91

*(Assinado digitalmente em 18/03/2025 11:54)*

PAULINO SIQUEIRA RIBEIRO  
ASSINANTE EXTERNO CPF:  
046.955.304-90

*(Assinado digitalmente em 18/03/2025 12:41)* JERONIMO AUGUSTO  
FONSECA ALENCAR ASSINANTE EXTERNO

CPF: 005.893.247-05

*(Assinado digitalmente em 20/03/2025 11:07)*

CECILIA FERREIRA DE MELLO

ASSINANTE EXTERNO CPF:  
108.944.867-80

Visualize o documento original em <https://sipac.ufrrj.br/public/documentos/index.jsp> informando seu número: **163**, ano:  
**2025**, tipo: **TERMO**, data de emissão: **17/03/2025** e o código de verificação: **30e664e22f**

Agradecimentos,

A Deus, a fé sempre me acolheu em todos os momentos da minha vida e durante esse período não foi diferente. Esse trabalho é a concretização das minhas orações!

A minha mãe, Cláudia, por todo carinho, amor e suporte. Sem você nenhum sonho seria possível.

Ao meu Orientador Prof. Dr. Jeronimo Alencar por confiar em meu potencial e me auxiliar ao longo dessa jornada. Obrigada, por toda sua dedicação e paciência para transmitir tantos ensinamentos, pelo apoio nos momentos desafiadores e, principalmente, pelo compromisso ao longo dessa trajetória de aprendizado. Seu amor pela ciência é inspirador!

A Dra. Julia Silva pelo auxílio na identificação dos espécimes de mosquitos adultos e construção das análises estatísticas, por toda paciência e apoio que permitiram concluir este trabalho.

Ao Dr. Hécio Reinaldo Gil-Santana pela colaboração na identificação dos espécimes de mosquitos.

Ao corpo docente do curso de Pós-graduação em Biologia animal, Cada um de vocês, com sua experiência, dedicação e empenho, foi essencial para o meu crescimento profissional e desenvolvimento desse trabalho.

A M.Sc. Rayane Dias, nossa parceria tornou essa jornada mais leve. Obrigada por cada palavra amiga e apoio ao longo desses 24 meses.

Ao Dr. Sérgio Lisboa, M.Sc. Paulo Jose Leite, Roger e Letícia pela colaboração no trabalho de campo. Muito obrigada!

Aos colegas de laboratório Dra. Cecília, Dra. Shayenne, M.Sc. Daniele, M.Sc. Manuella, Dálete, Beatriz, Gabriela, Glaucia, Samara por todos os momentos compartilhados.

A Fundação Oswaldo Cruz, juntamente com o Laboratório de Diptera por permitir a utilização de sua estrutura física.

A minha melhor amiga, Juliana, que me acompanha em todos os momentos desde a escola e sempre consegue tornar tudo mais leve e feliz. Muito obrigada por acreditar em mim e me apoiar incondicionalmente!

Aos meus amigos e familiares, obrigada por estarem sempre presentes em minha vida e acreditarem em mim desde a graduação.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), pela bolsa concedida (Nº88887.799631/2022-00).

## Resumo

Os fitotelmatas são exemplo de habitats larvais e podem ser definidos como estrutura de origem vegetal capazes de acumular água. Algumas espécies de culicídeos utilizam fitotelmatas como habitats larvais, que desempenham função fundamental no armazenamento de água e ciclagem de nutrientes, beneficiando a fauna residente em florestas tropicais, como a Mata Atlântica. Este estudo teve como objetivo caracterizar a composição taxonômica, diversidade, riqueza e abundância de mosquitos em três diferentes tipos de fitotelmatas em um remanescente de Mata Atlântica. O acompanhamento temporal das populações dos mosquitos foi realizado com base em variáveis abióticas, como temperatura, pH e pluviosidade, que são fatores que podem influenciar o desenvolvimento e a abundância das larvas de mosquitos. As coletas ocorreram mensalmente, entre março de 2023 e fevereiro de 2024, em habitats larvais fitotelmos localizados aleatoriamente ao longo de trilhas da área amostral. Os resultados mostram a presença de 2672 espécimes de culicídeos, distribuídos em 11 gêneros e 29 espécies. As espécies mais abundantes foram *Wyeomyia artrostigma*, *Culex pleuristriatus* e *Onirion personatum*. A maior abundância dos espécimes foi coletada no fitotelmata internódio de bambu (67,4%), seguida pelas bromélias (30,7%) e raiz tabular (1,9%). Esse padrão pode ser relacionado à maior ou menor adequação dos diferentes fitotelmatas como habitat larval, com os internódios de bambus oferecendo melhores condições ambientais para a sobrevivência das larvas. Entre os tipos de fitotelmata, o internódio de bambu apresentou a maior riqueza específica (22 espécies) e o maior número total de espécimes coletados, refletindo a importância desse ambiente como local de desenvolvimento para a maioria das espécies de mosquitos presentes. Por outro lado, a raiz tabular, embora com menor abundância de espécimes, apresentou a maior diversidade e equitabilidade, o que indica um equilíbrio na distribuição das espécies nesse habitat. A análise de Kruskal-Wallis revelou diferenças significativas na abundância das espécies entre os fitotelmatas, indicando que a composição e a abundância das populações de mosquitos variam conforme o tipo de habitat. Esses resultados reforçam a ideia de que diferentes fitotelmatas oferecem distintas condições ecológicas, que influenciam a ocorrência e o desenvolvimento das populações de culicídeos. Entre as espécies coletadas, destacam-se *Aedes albopictus* e *Haemagogus leucocealeus* que são conhecidas por serem vetores de patógenos humanos. Este estudo fornece informações valiosas sobre a fauna de mosquitos associada aos fitotelmata de um remanescente de



Mata Atlântica, contribuindo para a compreensão da diversidade e da dinâmica ecológica desses ambientes. Os resultados também têm implicações para a saúde pública, pois demonstram a presença de espécies de mosquitos vetores em um ambiente natural, o que pode ajudar a direcionar futuras pesquisas e medidas de controle de doenças.

**Palavras-chave:** imaturos; reprodução; culicídeos; comportamento; diversidade

## Abstract

Phytotelmata are plant structures that collect and retain water, serving as natural larval habitats. Certain species of culicids utilize these water-holding structures for larval development, playing a crucial role in water retention and nutrient cycling, which benefits resident fauna in tropical forests, such as the Atlantic Forest. This study aimed to characterize the taxonomic composition, diversity, species richness, and abundance of mosquitoes within three types of phytotelmata in an Atlantic Forest remnant. Monthly monitoring of mosquito populations was conducted over one year, from March 2023 to February 2024, considering abiotic factors such as temperature, pH, and rainfall, which can influence mosquito larval growth and abundance. Sampling occurred in randomly selected phytotelm habitats along trails within the study area. A total of 2,672 culicid specimens were collected, representing 11 genera and 29 species. The most abundant species were *Wyeomyia arrostigma*, *Culex pleuristriatus* and *Onirion personatum* (Lutz, 1904). Bamboo internodes yielded the highest abundance of specimens (67.4%), followed by bromeliads (30.7%) and buttress roots (1.9%). This distribution pattern may be due to the varying suitability of different phytotelmata as larval habitats, with bamboo internodes providing more favorable environmental conditions for larval survival. Among types of phytotelmata, bamboo internodes had the highest species richness (22 species) and the largest total number of specimens, highlighting this habitat's importance for the development of many mosquito species. In contrast, buttress roots, despite having fewer specimens, showed the greatest diversity and evenness, indicating a balanced species distribution within this habitat. Kruskal-Wallis analysis revealed significant differences in species abundance among the types of phytotelmata evaluated, suggesting that mosquito population composition and abundance are habitat-dependent. These results support the idea that different phytotelmata offer distinct ecological conditions, influencing the occurrence and development of culicid populations. Notable among the species collected were *Aedes albopictus* and *Haemagogus leucocelaenus* known vectors of human pathogens. This study provides valuable insights into the mosquito fauna associated with phytotelmata in an Atlantic Forest remnant, contributing to our understanding of the diversity and ecological dynamics of these environments. Our findings also have public health implications, demonstrating the presence of vector species in a natural habitat, which could inform future research and disease control strategies.

**Keywords:** immature stages; reproduction; culicids; behavior; biodiversity

## LISTA PAÍSES/ ESTADOS / MUNICÍPIOS

BR- Brasil

RJ- Rio de Janeiro

## LISTA DE ABREVIações E SIGLAS

°C	Graus Celsius
Capes	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CF	Curva de frequência
D	Dominância
FIOCRUZ	Fundação Oswaldo Cruz
H'	Índice de diversidade de Shannon
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMBio	Instituto Chico Mendes da Biodiversidade Conservação
IOC	Instituto Oswaldo Cruz
J	Equabilidade de Shannon
Km <sup>2</sup>	Quilômetro quadrado
m	Metros
pH	Potencial hidrogeniônico
REGUA	Reserva Ecológica do Guapiaçu
RPPN	Reservas Particulares do Patrimônio Natural
S	Riqueza específica
SISA	“Standardised index of species abundance”
SISBIO	Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Distribuição de culicídeos por praticamente todos os continentes, exceto Antártida. Fonte: GBIF 2024

Figura 2. Fêmea de *Aedes taeniorhynchus* (Wiedemann, 1821) ingurgitado após realizar repasto sanguíneo. Fonte: Benjamin Burgunder (GBIF)

Figura 3. Ciclo de vida holometábolo de um culicídeo (ovo, L1, L2, L3, L4, pupa e adulto.) Fonte: <https://www.vs.saude.ms.gov.br/wp-content/uploads/2023/02/Apostila-treinamento-CCV-SES-I-3.pdf>

Figura 4. Ovos de três gêneros de Culicidae (*Anopheles*, *Culex* e *Aedes*). Fonte: <https://www.vs.saude.ms.gov.br/wp-content/uploads/2023/02/Apostila-treinamento-CCV-SES-I-3.pdf>

Figura 5. Posição das larvas de três gêneros de culicídeos (*Aedes*, *Culex* e *Anopheles*) respirando na superfície da água. Fonte: <https://www.vs.saude.ms.gov.br/wp-content/uploads/2023/02/Apostila-treinamento-CCV-SES-I-3.pdf>

Figura 6. Fluxograma esquemático: Habitats larvais naturais e artificiais de mosquito, baseado no livro Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil de Consoli e Oliveira, 1998.

Figura 7. Diferentes habitats larvais fitotélmicos; A- Tanques de bromélias. B- Internódios de bambu. C- Raízes de árvores; Fonte: CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=545337> ; Flickr; By StevoH - Own work, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1561467>

Figura 8A. Vegetação original da Mata Atlântica no Brasil. B- Desmatamento da Mata Atlântica entre os anos de 2022 e 2023. Fonte: SOS Mata Atlântica INPE

Figura 9. Local de coleta na área da Reserva Ecológica de Guapiaçu (REGUA), Cachoeiras de Macacu, Rio de Janeiro, Brasil.

Figura 10. Coleta de imaturos em habitat larval em A: internódio de bambu e B: Raiz tabular na REGUA. Fonte: Nathália Menezes.

Figura 11. Em A, contagem de larvais de imaturos. Em B, gaiolas entomológicas. Em C, captura de mosquitos adultos em gaiolas entomológicas. Em D, identificação dos espécimes adultos. Fonte: Nathália Menezes.

Figura 12. Curvas de rarefação de espécies em entrenós de bambu, bromélia e raiz. No eixo Y encontra-se riqueza de espécies e no eixo X, número de indivíduos.

Figura 13. Ranking da curva de abundância de espécies em entrenós de bambu, bromélia e raiz. Onde o eixo Y é a abundância relativa e o eixo X é a classificação da espécie.

Figura 14. Frequência mensal das sete espécies de mosquitos mais abundantes e somatório total, verificada na REGUA, município de Cachoeiras de Macacu, Brasil, no período de março de 2023 à fevereiro de 2024.

Figura 15. Valores absolutos mensais de mosquitos (N), temperatura (°C) e pH, considerando o total de espécimes e espécies que apresentaram correlação com fatores abióticos, no habitat larval fitotelmo internódio de bambu, Município de Cachoeiras de Macacu, estado do Rio de Janeiro, Brasil, período de março de 2013 a fevereiro de 2024.

Figura 16. Valores absolutos mensais de mosquitos (N), temperatura (°C) e pH, considerando o total de espécimes e espécie que apresentaram correlação com fatores abióticos, no habitat larval Bromélia, Município de Cachoeiras de Macacu, estado do Rio de Janeiro, Brasil, período de março de 2013 a fevereiro de 2024.

Figura 17. Valores absolutos mensais de mosquitos (N), temperatura (°C) e pH, considerando o total de espécimes no habitat larval Raiz, Reserva Ecológica de Guapiaçu - REGUA, Município de Cachoeiras de Macacu, estado do Rio de Janeiro, Brasil, período de março de 2013 à fevereiro de 2024.

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1.** Valores absolutos (N), percentuais (%) e índices ecológicos (Riqueza, Dominância, Diversidade e Equabilidade de Pielou) por criadouro (Bambu, Bromélia e Raiz) de culicídeos provenientes da Reserva Biológica de Guapiaçu – REGUA, Município de Cachoeiras de Macacu, estado do Rio de Janeiro, Brasil, no período de março de 2023 a fevereiro de 2024.

**Tabela 2.** Índice de abundância das espécies capturadas Reserva Ecológica de Guapiaçu-REGUA, Município de Cachoeiras de Macacu, estado do Rio de Janeiro, Brasil. “Standardised index of species abundance” (SISA) e a posição (Cf) das espécies nos diferentes habitats larvais.

**Tabela 3.** Coeficiente de correlação de Spearman entre a abundância de culicídeos e os fatores abióticos, temperatura e pH da água, e pluviosidade no período de março de 2013 à fevereiro de 2024, Município de Cachoeiras de Macacu, estado do Rio de Janeiro, Brasil, Teste bicaudal, com nível de confiança de 99% e 95%.

## SUMÁRIO

<b>1- INTRODUÇÃO</b>	<b>2</b>
1.2 Ciclo de vida	4
1.2.1 Ovos	4
1.2.2 Larvas	5
1.2.3 Pupas	6
1.2.4 Adultos	7
1.3 Habitats larvais aquáticos diversificados	7
1.3.1 Adaptações ao ambiente	8
1.3.2 Habitats larvais: ambientes fitotélmicos explorados por mosquitos para oviposição	10
1.3.3 Bromélias, internódio de bambu e raízes	12
<b>2. IMPORTÂNCIA MÉDICA DA FAMÍLIA CULICIDAE</b>	<b>14</b>
<b>3. BIOMA DE FLORESTA TROPICAL: MATA ATLÂNTICA</b>	<b>16</b>
<b>4. INFLUÊNCIA DAS CONDIÇÕES AMBIENTAIS E EFEITOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA FAUNA DE MOSQUITOS</b>	<b>17</b>
<b>5. OBJETIVOS</b>	<b>19</b>
5.1 Objetivo geral	19
5.2 Objetivos específicos	19
<b>6- MATERIAL E MÉTODOS</b>	<b>20</b>
6.1 Declaração de ética	20
6.2 Caracterização: A reserva ecológica de guapiaçu	20
6.3 Coleta de imaturos em fitotelmatas	22
6.4 Identificação dos espécimes adultos	26
6.5 Análises estatísticas e índices de diversidade	26
<b>7. RESULTADOS</b>	<b>27</b>
7.1 Índices de diversidade	27
<b>8. DISCUSSÃO</b>	<b>41</b>
<b>9. CONCLUSÃO</b>	<b>46</b>



## 1- INTRODUÇÃO

Os mosquitos são dípteros nematóceros pertencentes à família Culicidae (do latim *culex* = mosquito) com mais de 3.500 espécies descritas, pertencentes à ordem Diptera e são encontrados em praticamente todos os continentes, exceto na Antártida (Gubler, 2002; Forattini, 1996) (Figura 1). Esses insetos apresentam características adaptativas que os tornam eficazes tanto na busca de alimento quanto na reprodução. O corpo do mosquito adulto é dividido em três partes principais: cabeça, tórax e abdômen. Onde, a cabeça possui um par de olhos compostos, antenas sensoriais que detectam odores e calor, e a probóscide, uma estrutura longa e afilada adaptada para perfurar a pele e sugar sangue ou néctar (Sutcliffe, 1994). O tórax contém três pares de pernas e um par de asas, essenciais para o voo. O movimento rápido e ágil permite que os mosquitos se desloquem com eficiência em busca de alimento e locais para reprodução. O terceiro segmento é o abdômen e pode se expandir quando a fêmea se alimenta de sangue. O abdômen contém órgãos reprodutivos e é responsável pela digestão dos nutrientes absorvidos durante a alimentação (Brusca; Brusca, 1990; Service, 2008).

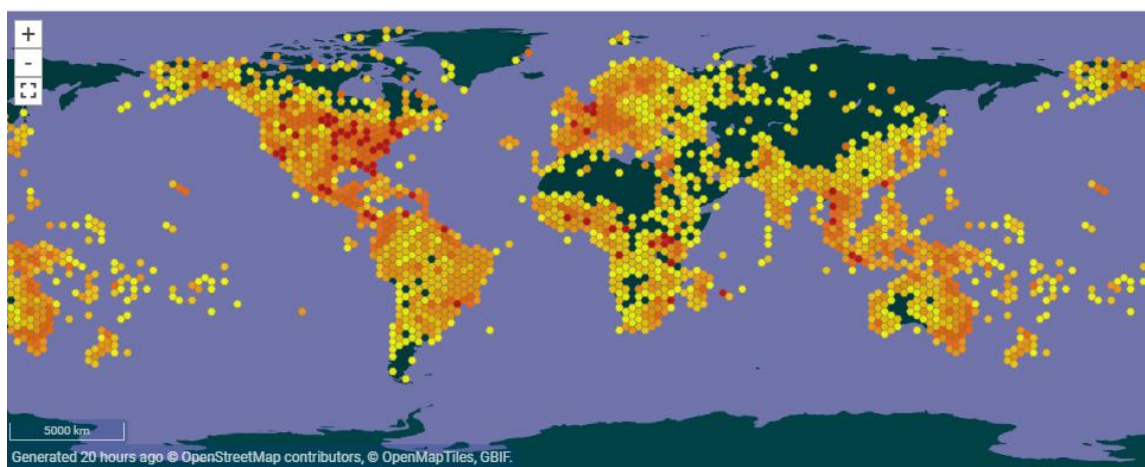


Figura 1. Distribuição de culicídeos por praticamente todos os continentes, exceto Antártida. Fonte: GBIF 2024

Os mosquitos são de relevância por sua importância médica e veterinária, tendo em vista o hábito hematófago (ato de sugar sangue) (Figura 2), a larga e persistente distribuição e as diversos patógenos que transmitem, como a dengue, chikungunya, febre amarela e malária, óbices sérios para a Saúde Pública (Forattini 2002, CDC 2010). Além de sua relevância em saúde pública, os mosquitos tem um valor ecossistêmico ambientes

aquáticos e terrestres, servindo como presas para vários predadores e contribuindo para a polinização de algumas plantas.

Todos os culicídeos possuem fases de desenvolvimento bastante marcantes e diferentes entre si, por isso são chamados de holometábolos (sofrem metamorfose completa). Estas fases ou estágios são: ovo, larva (dividido em quatro instares), pupa e adulto. A taxa de desenvolvimento e sobrevivência dos organismos pode variar grandemente em resposta a muitos fatores bióticos e abióticos do ambiente. Temperaturas mais altas estão frequentemente associadas a mais rápidas taxas de desenvolvimento e têm impactos variáveis na sobrevivência imatura em insetos (Arrese EL e Soulages JL, 2010).

Dentro do ciclo aquático, as formas imaturas de mosquitos são bastante ubíquistas, podendo ser encontradas em ampla variedade de habitats: desde coleção líquida produzida pela precipitação até o que apresenta teor de salinidade em grau apreciável. Portanto, como princípio geral, os habitats larvais de mosquitos constituem um ecótopo aquático ocupado por comunidade. No entanto, esta se mostra grandemente diversificada em suas características ecológicas e de biodiversidade. E isso em função dos vários graus de adaptação a esse ambiente, por parte das populações que constituem (Forattini, 2002).



Figura 2. Fêmea de *Aedes taeniorhynchus* (Wiedemann, 1821) ingurgitado após realizar repasto sanguíneo. Fonte: Benjamin Burgunder (GBIF) Delamare

## 1.2 Ciclo de vida

Todos os culicídeos possuem fases de desenvolvimento bastante marcantes e diferentes entre si, por isso são chamados de holometábolos (sofrem metamorfose completa). Estas fases ou estágios são: ovo, larva (dividido em quatro estágios), pupa e adulto (Figura 3).

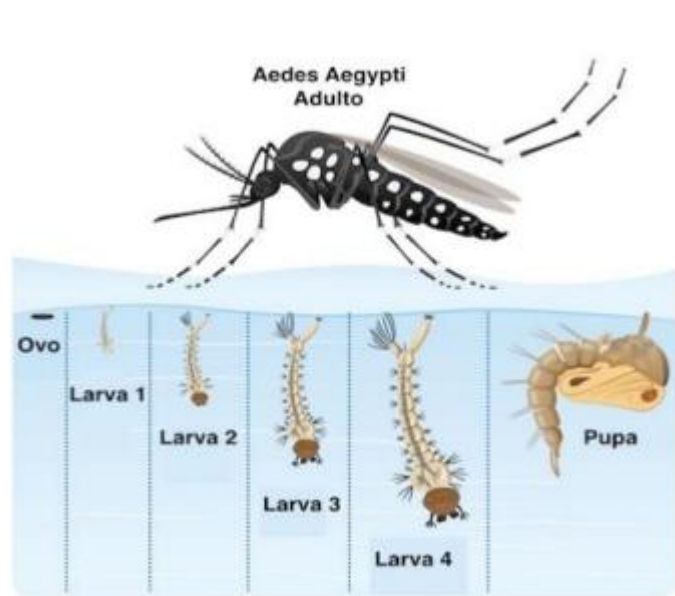


Figura 3. Ciclo de vida holometábolo de um culicídeo (ovo, L1, L2, L3, L4, pupa e adulto.) Fonte: <https://www.vs.saude.ms.gov.br/wp-content/uploads/2023/02/Apostila-treinamento-CCV-SES-I-3.pdf>

### 1.2.1 Ovos

Os ovos de mosquitos têm aspecto alongado, simetria bilateral e são envolvidos por uma casca composta de 3 camadas. O embrião depende da estrutura e das propriedades da casca para a sua proteção mecânica, passagem de gases respiratórios e resistência à perda de água (Bates, 1949). Em geral, os ovos que são postos diretamente na superfície da água eclodem assim que completam o seu desenvolvimento embrionário.

Os ovos de *Anopheles* sp. são depositados individualmente na superfície da água e possuem estruturas acessórias que auxiliam na sua flutuação até a eclosão das larvas (Consoli e Lourenço-de-Oliveira, 1994). Por outro lado, os ovos de *Aedes* sp. também são postos de forma isolada, mas não diretamente na água. Eles são colocados nas bordas dos recipientes, próximos à coluna de água (Forattini, 2002). Já os ovos de *Culex* sp. são

depositados na superfície da água, formando aglomerados característicos chamados de "jangadas" (Consoli e Oliveira, 1994) (Figura 4).



Figura 4. Ovos de três gêneros de Culicidae (*Anopheles*, *Culex* e *Aedes*). Fonte: <https://www.vs.saude.ms.gov.br/wp-content/uploads/2023/02/Apostila-treinamento-CCV-SES-I-3.pdf>

### 1.2.2 Larvas

As larvas são sempre aquáticas, têm aspecto vermiforme e coloração que varia entre o esbranquiçado, esverdeado, avermelhado ou mesmo enegrecido. Seu corpo é dividido em cabeça, tórax e abdome, sendo que os dois primeiros tagmas são mais globosos, enquanto o abdome tem aparência semicilíndrica e está dividido em nove segmentos (Consoli e Lourenço-de-Oliveira, 1994).

As larvas podem ser facilmente reconhecidas tanto pelo comportamento respiratório em relação à coluna de água quanto pela presença e formato do sifão respiratório. As larvas de *Culex* sp. possuem um sifão alongado, enquanto as larvas de *Aedes* sp. apresentam um sifão mais curto (Forattini, 2002). Já as larvas de *Anopheles* sp. não possuem sifão respiratório e respiram através da placa espiracular (Consoli e Lourenço-de-Oliveira, 1994) (Figura 5).

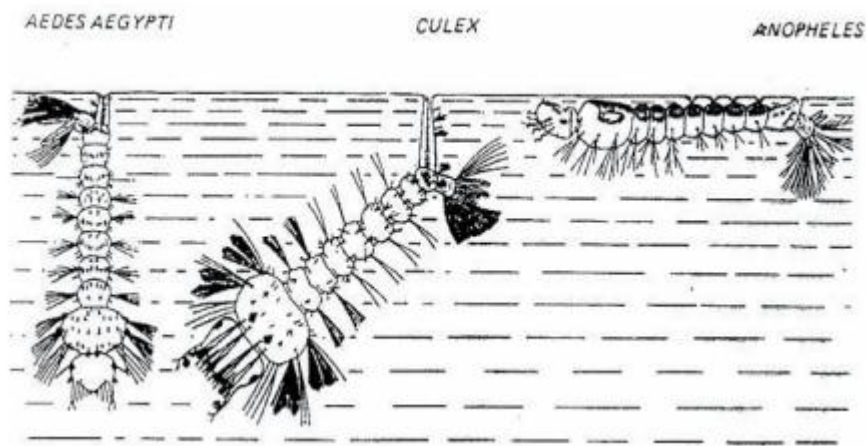


Figura 5. Posição das larvas de três gêneros de culicídeos (*Aedes*, *Culex* e *Anopheles*) respirando na superfície da água. Fonte: <https://www.vs.saude.ms.gov.br/wp-content/uploads/2023/02/Apostila-treinamento-CCV-SES-I-3.pdf>

Nessa etapa, em sua maioria, a alimentação é feita através da filtração de substâncias orgânicas e microrganismos presentes na água, porém, algumas espécies são capazes de realizar predação. Espécies predadoras são comuns nos Gêneros *Toxorhynchites*, *Trichoprosopon*, *Sabethes*, *Psorophora* e *Culex (Lutzia)* (Lane, 1953b; Bates, 1949; Forattini, 1962). Existem quatro diferentes fases de desenvolvimento das larvas (L1, L2, L3 e L4), em cada mudança de fase ocorre a ecdise e exúvias podem ser vistas na água após cada troca.

Ao contrário dos adultos que possuem aparelho bucal adaptado à punção, as larvas dos mosquitos têm aparelho bucal do tipo mastigador-raspador; as peças bucais consistindo de epifaringe, mandíbulas, maxilas, hipofaringe e lábio. As mandíbulas e maxilas são placas robustas, dotadas de dentes e cerdas fortes, úteis à trituração dos alimentos e empregadas em estudos filogenéticos (Harbach e Peyton, 1993).

### 1.2.3 Pupas

As pupas têm formato de vírgula. São bastante móveis quando perturbadas, mas costumam estar quase sempre paradas em contato com a superfície da água. Nesta fase ocorre a metamorfose no mosquito: a larva de quarto estágio passa à fase pupal, durante a qual não se alimenta (Consoli e Lourenço-de-Oliveira, 1994). Nessa fase, as pupas utilizam suas reservas energéticas acumuladas durante as quatro fases larvais (Forattini, 1996).

#### **1.2.4 Adultos**

O corpo do adulto é nitidamente dividido em cabeça, tórax e abdome. Na cabeça encontram-se os principais órgãos dos sentidos, como os olhos, as antenas e os palpos. No tórax estão os apêndices especializados na locomoção, isto é, as patas e as asas. O abdome inclui a maior parte dos órgãos internos, dos aparelhos reprodutor, digestivo e excretor (Consoli e Lourenço-de-Oliveira, 1994).

#### **1.3 Habitats larvais aquáticos diversificados**

As fases imaturas dos mosquitos são altamente dependentes de ambientes aquáticos para completarem seu ciclo de desenvolvimento. Esses habitats podem variar significativamente, incluindo desde água doce acumulada em recipientes temporários, como poças ou cavidades em troncos de árvores, até ambientes mais salinos, como manguezais e águas salinas. Dessa forma, os mosquitos não estão restritos a um único tipo de ambiente aquático, o que contribui para a ampla diversidade ecológica observada entre diferentes espécies e seus ecossistemas (Becker *et al.*, 2010; Consoli e Lourenço-de-Oliveira, 1994).

O habitat larval de mosquitos é comumente descrito como um "ecótopo", ou seja, um ambiente específico que oferece condições ambientais adequadas para a sobrevivência e o desenvolvimento das larvas. Esse ecossistema é dinâmico e pode ser influenciado por diversos fatores, como temperatura, salinidade e a presença de matéria orgânica, que determinam as espécies de mosquitos que podem colonizá-lo. Além disso, a diversidade de criadouros, que varia desde pequenos recipientes de água até grandes corpos d'água, gera uma variação ecológica significativa. Nesses ecótopos, diferentes comunidades de organismos coexistem, incluindo outras espécies aquáticas, o que reforça a importância ecológica desses habitats (Becker *et al.*, 2010; Service, 1995).

Os habitats larvais de mosquitos, pela ampla diversidade de ambientes aquáticos que oferecem, apresentam uma grande variação em termos de biodiversidade. Esses habitats abrigam não apenas uma vasta gama de espécies de mosquitos, mas também uma diversidade de outros organismos aquáticos, como insetos, crustáceos e larvas de diferentes insetos que compartilham esses ecossistemas. Essa complexidade enfatiza que os criadouros de mosquitos não são apenas locais de reprodução para esses insetos, mas verdadeiros microcosmos de vida aquática, onde ocorrem diversas interações ecológicas entre espécies (Becker *et al.*, 2010; Merritt *et al.*, 1992).

### 1.3.1 Adaptações ao ambiente

A diversidade de habitats também está relacionada à adaptação das espécies de mosquitos e outros organismos aquáticos às condições ambientais. Alguns mosquitos podem ser adaptados a águas salinas, enquanto outros preferem águas doces ou de baixa salinidade. Por exemplo, mosquitos do gênero *Aedes* e *Anopheles* podem ser encontrados em habitats com diferentes níveis de salinidade, demonstrando a capacidade desses insetos de se adaptarem a condições ambientais variadas. Essa plasticidade ecológica permite que ocupem tanto, manguezais e áreas costeiras, com maior salinidade, quanto poças temporárias e reservatórios de água doce, ampliando sua distribuição geográfica e a diversidade de habitats ocupados (Becker *et al.*, 2010). Essa adaptação às condições ecológicas locais é decisiva para entender a distribuição de diferentes espécies de mosquitos e como elas utilizam esses sítios aquáticos para sua reprodução.

Os habitats larvais são ambientes aquáticos diversificados e dinâmicos, que servem como ecótopos ocupados por uma comunidade de organismos diversificada, incluindo várias espécies de mosquitos e outros organismos aquáticos. A diversidade desses ecossistemas é uma consequência direta das adaptações ecológicas e fisiológicas das populações de mosquitos às diferentes condições ambientais presentes nos habitats larvais e através do mapa mental exposto na figura 6 pode-se entender a dinâmica desses ambientes. Portanto, para entender a ecologia dos mosquitos, é necessário considerar a ampla gama de habitats aquáticos que eles ocupam e a interação entre esses ambientes e as populações culicidológicas (Consoli e Lourenço-de-Oliveira, 1994).

As fitotelmata são importantes microhabitats para o desenvolvimento de várias espécies de mosquitos na Mata Atlântica. Apesar de já existirem estudos relacionados a essa área, as informações relacionando diferentes habitats fitotélmicos e a incidência desses vetores é insuficiente (Gould e Higgs, 2008). Por isso, há necessidade de um maior entendimento da ecologia dos mosquitos em fitotelmata, uma vez que essas plantas podem ser reservatórios importantes de vetores de patógenos.

O conhecimento sobre os ciclos de vida e os hábitos dos mosquitos que se desenvolvem em habitats fitotélmicos é muito importante no desenvolvimento de novas ferramentas e métodos para a monitorização e controle dessas populações, assim contribuindo para desenvolvimento de estratégias efetivas na vigilância entomológica e epidemiológica (Lourenço-de-Oliveira, 2018). Em síntese, pesquisas com essa

abordagem fornecem informações sobre as interações ecológicas, dinâmica populacional e também desempenham um papel significativo na saúde pública.

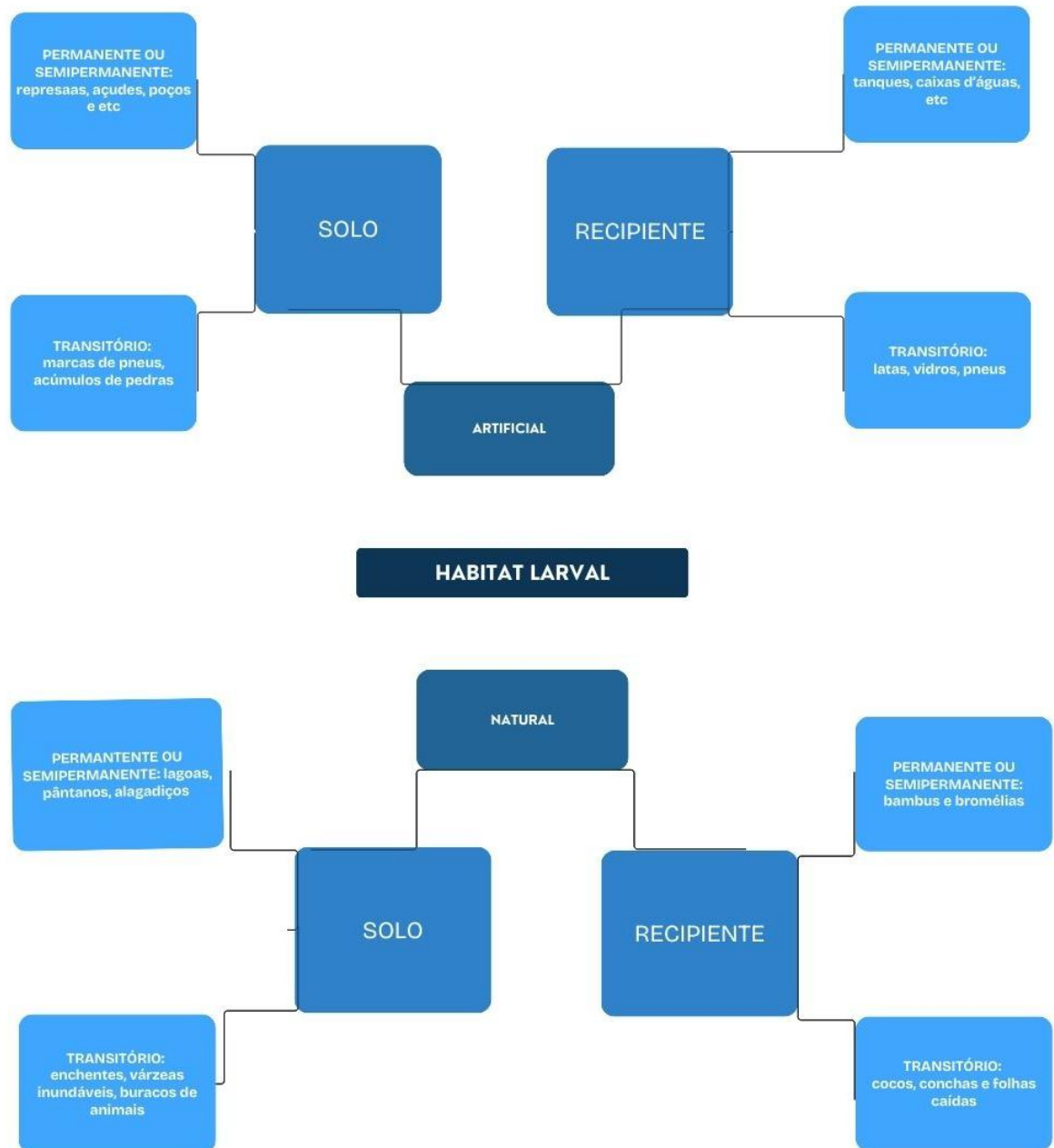


Figura 6. Fluxograma esquemático: Habitats larvais naturais e artificiais de mosquito, baseado no livro Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil de Consoli e Lourenço-de-Oliveira, 1994.



### **1.3.2 Habitats larvais: ambientes fitotélmicos explorados por mosquitos para oviposição**

Fitotelmata são ecossistemas aquáticos especializados, formados por estruturas vegetais que retêm água em diversas partes da planta, como folhas, flores, axilas, depressões, frutos abertos ou até mesmo folhas caídas (Fish, 1983). Esses pequenos reservatórios de água, apesar de seu tamanho reduzido, desempenham um papel crucial no ciclo da água e na biodiversidade dos ambientes em que estão inseridos.

A maior parte das pesquisas sobre fitotelmatas tem se concentrado no micro e macrofauna associada, especialmente a fauna bromelícola. Este grupo de organismos inclui uma ampla diversidade de seres vivos vivendo de forma dinâmica, tendo com exemplos: bactérias, algas, oligoquetos, e as formas imaturas de diversos insetos (Frank, 1983). Esses, segundo Fish (1983) as bromélias podem ser consideradas como pequenos. “microcosmos aquáticos” funcionam como pequenos nichos ecológicos, onde essas espécies se desenvolvem, interagem e desempenham funções ecológicas essenciais, como a reciclagem de nutrientes e a regulação da dinâmica populacional. Além disso, a fauna dos fitotelmatas está adaptada a condições específicas, como a quantidade e a qualidade da água retida, a presença de nutrientes e a vegetação ao redor.

Estudos sugerem que pequenos habitats formados por corpos d'água podem influenciar não apenas a fauna associada, mas também a flora adjacente, ao servirem como fonte de água e nutrientes para outras plantas. Portanto, fitotelmata não são apenas habitats temporários para uma variedade de organismos, mas também elementos dinâmicos e essenciais na teia ecológica de muitos ecossistemas, especialmente em áreas tropicais e subtropicais, onde a diversidade dessas estruturas vegetais é mais expressiva (Kitching, 2000).

Kitching (2000) relatou a existência de cinco classes de habitats: buracos de árvores, axilas de plantas, planta-de-jarro, bromélias-tanque e entrenós de bambu. Estes recipientes, que também são chamados de tanques ou cisternas, são utilizados como habitats de várias maneiras e por uma gama de organismos, que se movem para esses microhabitats, buscando alimento, locais para abrigo, encontro de parceiros, oviposição ou locais adequados para seus estágios imaturos. As espécies que habitam esses ecossistemas são, portanto, muito particulares em termos de táxons, suas necessidades, interações e ciclo de vida.

De acordo com Greeney (2001), estes ecossistemas únicos contribuem para a heterogeneidade do habitat e podem ser importantes multiplicadores de biodiversidade.

Fish (1983), menciona que por serem formados por partes de plantas, os fitotelmata apresentam uma dinâmica elevada, sendo micro-habitats geralmente temporários, onde novos ambientes são constantemente criados e encerrados, como na floração das Heliconiaceae ou nas axilas foliares das bromélias. Essas mudanças variam conforme as características de cada fitotelmata e podem influenciar os grupos de organismos que utilizarão esses micro-habitats para seu desenvolvimento.

Segundo Maguire (1971), descreve que os fitotelmata e seus análogos são ferramentas úteis no estudo de diversos processos ecológicos importantes, especialmente aqueles de dispersão, colonização, interação de espécies e efeitos fundadores. Esses processos se combinam para produzir a estrutura da comunidade e o número de equilíbrio de espécies.

Sobre os organismos encontrados em fitotelmata incluem-se bactérias, fungos, algas, platelmintos, rotíferos, nematóides, oligoquetas, crustáceos, insetos adultos, muitas larvas de insetos (especialmente Culicidae, Ceratopogonidae, Psychodidae, Syrphidae, Tendipedidae, Sarcophagidae e outras famílias de Diptera) e algumas espécies de girinos anuros.

Embora as fitotelmata possam potencialmente ocorrer em todos os lugares, devido em parte da diversidade de espécies vegetais e da umidade da maioria das regiões tropicais, esses habitats são mais prolíficos nas florestas tropicais (Greeney, 2001). A maioria das espécies de culicídeos é encontrada nas florestas tropicais e passam as fases imaturas em algum tipo de fitotelmata.

Uma extensa lista de fitotelmata foi apresentada por Fish (1983) e Machado-Allison *et al.* (1985), embora apenas alguns tipos tenham sido amplamente estudados. Entre estes, estão bromélias, plantas carnívoras, buracos de árvores e entrenós de bambu, foram os fitotelmata mais estudados (Istock *et al.*, 1975; Frank e Lounibos 2009) porque microcosmos aquático pode incluir dípteros vetores de patógenos (Anosike *et al.*, 2007), incluindo alguns dos mais importantes transmissores de arbovírus, como o vírus da febre amarela (Mattingly *et al.*, 1969) e porque eles reúnem requisitos para estudos sobre os sistemas ecológicos previamente citados.

As alterações climáticas, aspectos físicos da água e degradação ambiental podem favorecer a disponibilidade de água em fitotelmata, dessa forma esses aspectos podem

modificar o habitat atraindo uma variedade de organismos que servem como alimento para larvas de mosquitos e alterando a diversidade das espécies mosquitos (Kramer *et al.*, 2019).

### **1.3.3 Bromélias, internódio de bambu e raízes**

As bromélias são plantas pertencentes à família Bromeliaceae, que compreende mais de 3.000 espécies. Elas são conhecidas por suas folhas em roseta e flores vibrantes, sendo encontradas em uma variedade de habitats, especialmente em regiões tropicais (Smith; Downs, 1979). São plantas versáteis que se adaptam a diferentes ambientes, classificando-se em epífitas, rupestres e terrestres. As bromélias epífitas, crescem sobre outras plantas, obtendo nutrientes e umidade do ar e da chuva, sem causar danos ao hospedeiro (Martin, 1994). As bromélias rupestres habitam superfícies rochosas e são adaptadas a ambientes áridos, com estruturas que permitem o armazenamento eficiente de água. Por outro lado, as bromélias terrestres, se desenvolvem diretamente no solo e dependem da umidade do substrato para sua sobrevivência, possuindo raízes mais profundas (Smith e Downs, 1979). Essas adaptações ecológicas são fundamentais para a diversidade e resiliência das bromélias em seus respectivos habitats.

As bromélias são consideradas fitotelmata porque elas formam estruturas que acumulam água em suas folhas, criando pequenos reservatórios naturais (Figura 7A). As folhas de muitas bromélias são dispostas em rosetas, formando cavidades onde a água da chuva, detritos e matéria orgânica se acumulam. Esse ambiente aquático é utilizado por várias formas de vida, como insetos, pequenos crustáceos, anfíbios e até microrganismos, que encontram nas bromélias um habitat para se desenvolverem. Além de servirem como abrigo e fonte de nutrientes para esses organismos, as bromélias também se beneficiam, uma vez que a decomposição da matéria orgânica dentro do reservatório pode fornecer nutrientes para a planta (Nuvoloni *et al.*, 2020; Leal, 2019).

Bromélias e ocos de árvores são habitats larvais para o desenvolvimento de faunas aquáticas e já foram considerados os mais antigos habitats larvais naturais de culicídeos. Tendo destaque pela sua capacidade de armazenar água das chuvas, em associação com matéria orgânica, em quantidade que assegure a viabilidade do ciclo de vida desses insetos mesmo após o fim das precipitações (Jenkins e Carpenter, 1946).



Figura 7: Diferentes habitats larvais fitotélmicos; A- Tanques de bromélias. B- Internódios de bambu. C- Raízes de árvores; Fonte: CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=545337> ; Flickr; By StevoH - Own work, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1561467>

Diferentemente, os buracos de árvores e bambus são denominados como dendrotelmata (gr. déndron = árvore, telma = lagoa) devido a características que as diferenciam de outros fitotelmata (Figura 7B). A principal característica é a piscina formada no tronco ou caule lenhoso (Lozovei, 1998), em contraste com as demais plantas herbáceas. Indiscutivelmente, os bambus constituem a fitotelmata mais simples do ponto de vista de sua arquitetura. Cada o entrenó tem a forma de um cilindro oco, com paredes lisas e verticais, e ambas as extremidades estão fechadas. A coleção de água é formada quando o entrenó é preenchido com água da chuva (Kovac e Streit 1996) ou os exsudatos do bambu (Lozovei, 1998).

A água da chuva cai dentro dos entrenós quando o topo é cortado, o que pode dar origem dois tipos de piscinas com tocos de bambu, abertas ou semifechado (Sunahara e Mogi, 1997), ou quando o colmo é ferido por uma broca de inseto como o besouro Cursonolidae (Macdonald, 1962). Cabe ressaltar que, internódios fechados acumulam fluidos, mas tornam-se fitotelmata somente quando perfurados ou feridos, permitindo que as fêmeas de insetos entrem e depositem seus ovos (Lozovei, 1998).

O número de indivíduos e composição de espécies varia com a capacidade do buraco da árvore. Por isso, espécies de mosquitos cujos ovos não são resistentes à seca colonizam de forma mais estável buracos de árvores do que espécies com resistência à seca (Bradshaw e Holzapfel, 1983). A estabilidade do micro ambiente aquático em entrenós de bambu podem ser maiores que o estabilidade em buracos de árvores ou tocos de bambu porque a área de abertura por onde a água da chuva entra é geralmente pequeno e lateral nos entrenós, como em tocos que têm uma abertura maior voltada para cima,

como as de muitos buracos de árvores. Por outro lado, a capacidade de retenção de água internódios não dependerá de seu comprimento, mas na altura onde está o furo lateral.

Quanto as raízes tabulares, são um tipo de fitotelmata terrestre que se desenvolve em algumas árvores tropicais, proporcionando um microhabitat único (Figura 7C). Essas raízes, que se estendem horizontalmente ao longo da superfície do solo, não apenas oferecem suporte estrutural à árvore, mas também acumulam água da chuva e detritos orgânicos, criando um ambiente propício para uma diversidade de organismos, como insetos, fungos e musgos (Jenkins e Carpenter, 1946). Essa dinâmica ecológica é determinante, pois as raízes tabulares contribuem para a biodiversidade e a ciclagem de nutrientes nos ecossistemas florestais tropicais.

## **2. IMPORTÂNCIA MÉDICA DA FAMÍLIA CULICIDAE**

Arboviroses são definidas como viroses que são replicadas em artrópodes e transmitidas para vertebrados. O artrópode pode contrair o agente patogênico de duas formas: ao se infecta ao se alimentar de sangue de um vertebrado infectado durante a circulação do vírus no vaso sanguíneo e após a proliferação no vetor, o vírus pode ser transmitido para outro hospedeiro vertebrado (transmissão horizontal), ou também podendo ser passados de uma geração de artrópodes para outra por transmissão transovariana (transmissão vertical) (Becker *et al.*, 2010).

Os mosquitos pertencentes à família Culicidae são considerados um dos grupos mais importantes de artrópodes, quando se trata de saúde pública, pois, além de causar incômodo aos seres humanos pelo hábito hematófago das fêmeas, também existem espécies vetores de arbovírus (Mullen e Durden, 2009).

Os gêneros *Aedes*, *Anopheles* e *Culex* são de grande interesse médico, devido ao papel que desempenham na transmissão de uma variedade de patógenos em humanos e animais, como: dengue, febre amarela, Zika, chikungunya e malária, transmitidas pelas fêmeas e causando síndromes clínicas com nível de complexidade variável (Kraemer *et al.*, 2019). A capacidade de *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1752) e *Aedes albopictus* (Skuse, 1894) de se adaptar a ambientes urbanos e de reprodução em água parada torna esses mosquitos críticos para a disseminação dessas doenças (Gubler, 2002). Os mosquitos do gênero *Anopheles* são os vetores da malária, uma doença que ainda representa uma grande carga de morbidade e mortalidade em várias regiões tropicais e subtropicais. (World Health Organization (WHO) 2021). Espécies como *Anopheles gambiae* (Giles, 1900) e *Anopheles stephensi* (Liston, 1901) têm uma importância particular na transmissão da malária em

diferentes partes do mundo. O gênero *Culex* inclui mosquitos que são vetores de várias doenças, como o vírus do Oeste do Nilo e a filariose linfática (CDC, 2020) *Culex pipiens* (Linnaeus, 1758), por exemplo, é um vetor importante para a transmissão do vírus do Oeste do Nilo em áreas urbanas e rurais.

Os patógenos transmitidos por esses vetores representam 17% da carga global estimada de todas as doenças infecciosas, principalmente em relação a doenças como malária e dengue, que hoje se tornaram endêmicas em mais de cem países das Américas, África, Ilhas do Pacífico, Ásia e mediterrâneo. O impacto do controle desses vetores no meio ambiente e na biodiversidade é uma consideração crucial, pois muitas doenças estão integradas a sistemas ecológicos complexos (World Health Organization, 2009). O conhecimento da distribuição de possíveis vetores de agentes etiológicos e da diversidade é fundamental para identificar áreas potenciais de risco para transmissão de patógenos e avaliar as condutas em áreas protegidas e perturbadas.

A região Neotropical apresenta o mais alto nível de endemicidade, com 27% das espécies restritas a essa área biogeográfica (Alencar *et al.*, 2016). Embora os aspectos ecológicos da fauna de Culicidae tenham sido investigados em todo o Brasil, o estado do Rio de Janeiro focou na identificação de vetores de patógenos causadores de doenças humanas em ambientes urbanos (Alencar *et al.*, 2011). Do ponto de vista epidemiológico, as espécies *Haemagogus* e *Sabethes* são as mais relevantes na transmissão do vírus da febre amarela, uma vez que atuam como os principais vetores nas áreas florestais das Américas (Alencar *et al.*, 2016).

As vacinas desempenham um papel crucial no controle epidemiológico de doenças, oferecendo uma das intervenções mais eficazes para prevenir a propagação de infecções, contribuindo para a proteção da saúde pública e a promoção do bem-estar global. A vacina contra a febre amarela é altamente eficaz e tem contribuído para a erradicação da doença em várias regiões. Entretanto, a resistência e falta de acesso à vacinação são fenômenos complexos, além disso, poucas vacinas estão disponíveis contra os arbovírus (OMS, 2023).

Considerando o exposto, é necessária a criação de estratégias integradas de vigilância e controle, além da promoção de práticas de saúde pública para mitigar os impactos das doenças transmitidas por vetores. A pesquisa contínua sobre a biologia e comportamento desses mosquitos é fundamental para o desenvolvimento de novas abordagens de controle e prevenção.

### 3. BIOMA DE FLORESTA TROPICAL: MATA ATLÂNTICA

A Mata Atlântica é considerada um hotspot (de biodiversidade brasileiro, o que significa que é uma área com grande variedade de espécies endêmicas e que sofreu forte desmatamento) um dos biomas mais ricos em biodiversidade do mundo, abrangendo uma vasta gama de ecossistemas, desde florestas densas até áreas costeiras. Este bioma é de particular importância para a conservação da biodiversidade e possui um rico conjunto de fauna e flora, incluindo diversas espécies de mosquitos da família Culicidae (Ribeiro *et al.*, 2009).

O desmatamento ocorrido durante o período colonial e pós-colonial resultou na atual paisagem extremamente fragmentada, hoje reduzida a menos de 8% de sua extensão original, cerca de 1.350.000 km<sup>2</sup> do território nacional (Figura 8A). (Fundação SOS Mata Atlântica *et al.*, 1998.) A devastação da Mata Atlântica (Figura 8B) é um reflexo da ocupação territorial e da exploração desordenada dos recursos naturais. Os sucessivos impactos resultantes de diferentes ciclos de exploração, da concentração da população e dos maiores núcleos urbanos e industriais levaram a uma drástica redução na cobertura vegetal natural, que resultou em paisagens, hoje, fortemente dominadas pelo homem (Dean, 1996; Câmara, 2003; Hirota, 2003; Mittermeier *et al.*, 2004).

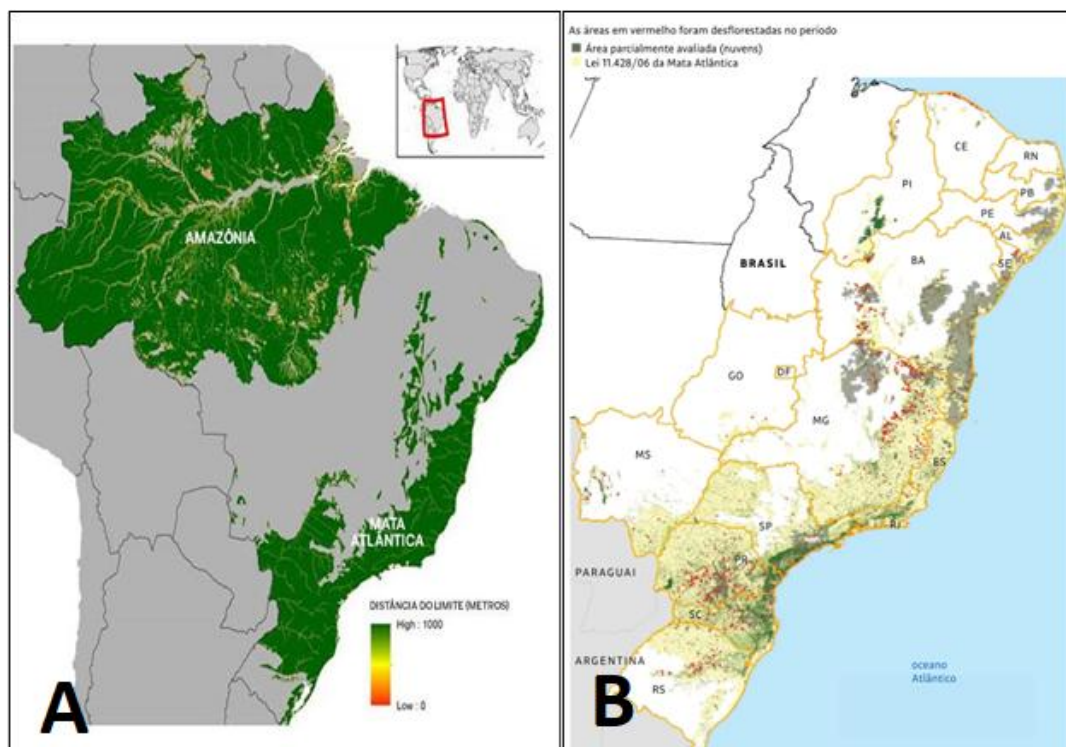


Figura 8. A- Vegetação original da Mata Atlântica no Brasil. B- Desmatamento da Mata Atlântica entre os anos de 2022 e 2023. Fonte: SOS Mata Atlântica INPE.

Apesar disso, em virtude de sua riqueza biológica e níveis de ameaça, a Mata Atlântica foi apontada como um dos hotspots mundiais, sendo assim, uma das prioridades para a conservação de biodiversidade em todo o mundo (Myers *et al.*, 2000; Mittermeier *et al.*, 2004).

A fragmentação da Mata Atlântica traz grandes impactos na biodiversidade, especialmente na comunidade de culicídeos. Estudos mostram que a perda de habitat e a redução da conectividade entre fragmentos florestais levam a diminuições significativas na riqueza e abundância de espécies (Fahrig, 2003). Além disso, a fragmentação pode favorecer espécies generalistas, enquanto as especialistas, que dependem de condições específicas, enfrentam riscos de extinção (Klaus *et al.*, 2004). A alteração do microclima nas bordas dos fragmentos também afeta as condições necessárias para a reprodução de culicídeos, aumentando a vulnerabilidade dessas populações a estressores ambientais (Ewers e Didham, 2006).

As implicações da fragmentação florestal ainda necessitam de melhor entendimento. Estudos sobre a fauna, por exemplo, concentram-se em grupos como pequenas aves e mamíferos (Fonseca e Robinson, 1990; Chiarello, 1999). Entretanto, apesar da expressiva perda de habitat, a Mata Atlântica ainda abriga uma parcela significativa da diversidade biológica do Brasil, com altíssimos níveis de endemismo. Estima-se que aproximadamente 740 espécies de vertebrados e 8.000 espécies de plantas vasculares sejam endêmicas, o que representa, respectivamente, 32% e 40% do total de espécies desses grupos no bioma (Mittermeier *et al.*, 2004).

Sendo assim, compreender a biodiversidade das espécies de mosquitos na Mata Atlântica e sua resposta tanto às perturbações humanas quanto à recuperação florestal é importante para prever mudanças nas populações de mosquitos, especialmente aqueles comumente associados a habitats silvestres (Alencar *et al.*, 2016).

#### **4. INFLUÊNCIA DAS CONDIÇÕES AMBIENTAIS E EFEITOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA FAUNA DE MOSQUITOS**

O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), órgão de maior autoridade no mundo em relação ao clima, publicou diversos relatórios que mostram como a temperatura média da Terra tem aumentado de forma significativa devido às atividades humanas, especialmente a partir da era industrial. De acordo sexto relatório de avaliação publicado em 2021, a temperatura média global aumentou cerca de 1,1°C em comparação com os níveis pré-industriais. Além disso, se as emissões globais de gases de



efeito estufa não forem reduzidas de forma substancial, a temperatura média global pode aumentar entre 1,5°C e 2°C nas próximas décadas. Considerando cenários de altas emissões, o aumento pode ultrapassar 3°C até o final do século.

Variáveis climáticas, como temperatura, precipitação e umidade relativa do ar influenciam a biologia e o comportamento dos mosquitos. O aumento da temperatura pode acelerar o ciclo de vida das larvas de mosquitos, resultando em maiores populações e, conseqüentemente, um aumento no risco de transmissão de patógenos como dengue, chikungunya e Zika (Ryan *et al.*, 2019). Além disso, alterações nos padrões de precipitação podem criar novos habitats para os mosquitos, especialmente em áreas urbanas, onde a água acumulada em recipientes pode se tornar habitats larvais. O processo de urbanização e a intensificação agrícola, combinadas com as mudanças climáticas, aumentam ainda mais a vulnerabilidade das populações humanas às infecções transmitidas por mosquitos (Hossain *et al.*, 2020).

A umidade relativa do ar é uma variável ambiental frequentemente associada às chuvas, desempenhando um papel crucial na disponibilidade de habitats larvais e influenciando o comportamento de voo e a busca por alimento dos mosquitos. Além disso, pode afetar o desenvolvimento corporal durante a fase de ovo, como observado por Morales Vargas *et al.* (2010). Estudo clássico de Rowley e Graham (1968) indicou que as fêmeas de mosquitos respondem a variações de umidade e outras mudanças ambientais, principalmente através da redução do número de ovos e da viabilidade desses, o que impacta diretamente a expectativa de vida e as taxas de eclosão. Esses fatores têm uma influência significativa sobre as populações de culicídeos e, conseqüentemente, sobre a transmissão de patógenos pelos quais esses mosquitos são vetores (Mohammed e Chadee, 2011). Ryan *et al.* (2015) relatam que as temperaturas moderadas e padrões de precipitação são essenciais para a sobrevivência e reprodução de *Anopheles*. Alterações climáticas podem influenciar no aumento do risco de transmissão da malária, especialmente em áreas que atualmente apresentam baixa incidência, mas que poderiam se tornar mais favoráveis à propagação da doença devido ao aquecimento global.

Estudos com abordagem multidisciplinar são fundamentais para compreender e mitigar os impactos das mudanças climáticas. É importante a integração dos conhecimentos de epidemiologia, climatologia e saúde pública, dessa forma permite uma compreensão mais abrangente das interações complexas entre clima, ecologia dos vetores e dinâmicas epidemiológicas (Gubler, 2002). A colaboração entre essas distintas áreas

pode facilitar a modelagem preditiva das doenças, que utilizam modelos climáticos para prever a relação entre clima e transmissão de malária (Ryan *et al.*, 2015). Cabe ressaltar que, observações realizadas por Hales *et al.*, (2002) demonstram a necessidade de considerar fatores socioeconômicos e ambientais ao desenvolver estratégias de controle, reiterando que a integração de diferentes áreas do conhecimento é essencial para abordar os desafios impostos pelas mudanças climáticas na saúde pública.

Estudos que comparam a diversidade da fauna de mosquitos em fitotelmatas geralmente indicam um maior índice de diversidade em espécies de bromélias, devido às suas estruturas complexas, que proporcionam condições ambientais mais favoráveis. Dessa forma, pode-se hipotetizar que a diversidade faunística associada às bromélias seja superior à encontrada em bambus e raízes tabulares, em virtude das características específicas de cada tipo de fitotelmata e suas diferentes capacidades de suportar a diversidade biológica.

## **5. OBJETIVOS**

### **5.1 Objetivo geral**

Avaliar os aspectos ecológicos dos imaturos de mosquitos associados a três diferentes tipos de fitotelmata na área da Reserva Ecológica de Guapiaçu (REGUA), município de Cachoeiras de Macacu, estado do Rio de Janeiro, Brasil.

### **5.2 Objetivos específicos**

1. Realizar o levantamento faunístico de mosquitos em três diferentes tipos de fitotelmata na Reserva Ecológica de Guapiaçu;
2. Quantificar e Comparar e as populações de mosquitos quanto à diversidade, dominância, e equitabilidade em cada fitotelmata analisada;
3. Avaliar a distribuição temporal da fauna de mosquitos de importância médica;
4. Avaliar possíveis influências dos fatores abióticos (temperatura, pH da água e pluviosidade) na abundância de espécies de mosquitos encontrados nas fitotelmata;

## **6- MATERIAL E MÉTODOS**

### **6.1 Declaração de ética**

A licença permanente para coleta, captura e transporte de material zoológico foi concedida pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) e do Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade (SISBIO) sob Nº 81388-3. Todos os membros da equipe de coleta estavam devidamente vacinados contra febre amarela.

### **6.2 Caracterização: A Reserva Ecológica de Guapiaçu**

O município de Cachoeiras de Macacu, região metropolitana do Rio de Janeiro, localiza-se na região Sudeste do Brasil, às margens da Rodovia RJ-116. Tem como municípios limítrofes Nova Friburgo, Silva Jardim, Rio Bonito, Tanguá, Itaboraí, Guapimirim e Teresópolis. Segundo o Censo IBGE/2022, o município possui população total de 53.943 habitantes e densidade de 59,6 hab./km<sup>2</sup>. Atualmente, Cachoeiras de Macacu é o 9º maior município em extensão territorial do Estado do Rio de Janeiro, com 953,801 Km<sup>2</sup>. Seu clima é tropical e tem altitude de 54 metros.

A Reserva Ecológica de Guapiaçu (REGUA) é uma Unidade de Conservação que se enquadra na modalidade RPPN. Inserida em terras privadas e criada voluntariamente é uma organização ambientalista, sem fins lucrativos fundada pelo casal Nicholas e Raquel Locke. A REGUA tem como objetivo a preservação ambiental de ecossistemas, das paisagens naturais e da beleza cênica local.

A REGUA tem como principal objetivo proteger o remanescente de Mata Atlântica na Alta Bacia do rio Guapiaçu e sua biodiversidade, combatendo o desmatamento, a caça e a exploração predatória dos recursos naturais. Além disso, busca restaurar habitats nativos, reintroduzir espécies extintas localmente, inventariar a biodiversidade local e promover a educação ambiental junto à comunidade.

Atualmente, a REGUA tem 5 RPPNs averbadas, que somam 730 hectares de áreas destinadas à conservação da natureza e à manutenção da biodiversidade. A principal RPPN da REGUA se encontra na área da sua sede, onde encontra-se uma das paisagens restauradas mais bonitas da região, os famosos “Alagados”, que é considerado o cartão postal da reserva. O programa de restauração florestal da REGUA já restaurou 20 hectares entre os anos de 2021 e 2022 em parceria com a WWF-Brasil; e atualmente, o Instituto Internacional para Sustentabilidade (IIS), está fomentando ações de enriquecimento, com

mudas nativas da Mata Atlântica, em 22 hectares de área que já se encontra em processo de restauração florestal.

Em novembro de 2014, a REGUA foi reconhecida como Posto Avançado da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica (RBMA), o que fortaleceu sua imagem perante financiadores e representou a consolidação de quase 20 anos de trabalho na conservação e restauração florestal. Na área da reserva, são desenvolvidas atividades de restauração florestal e de habitats, combate à caça, fiscalização, e reintrodução de espécies ameaçadas, como o Mutum-do-Sudeste (*Crax blumenbachii*), a Jacutinga (*Aburria jacutinga*) e a Anta Brasileira (*Tapirus terrestris*), com o apoio de diversas instituições de pesquisa (Plano de Manejo REGUA, 2020).

O clima da reserva é tropical com verões chuvosos e invernos secos, classificado como tipo Af (clima de floresta tropical). A temperatura média anual é 22,4°C, com máximas em janeiro e fevereiro e mínimas em junho. A média da precipitação anual é de 2.095 mm, sendo dezembro e janeiro os meses mais chuvosos e junho e julho o menos chuvoso (Köppen, 1936; Couto, 2010). A região de Cachoeiras de Macacu apresenta um período mais úmido que se estende de novembro a abril, com os maiores índices de precipitação, alcançando uma média de 450 mm por mês. O período seco ocorre de maio a outubro, com chuvas menos frequentes, registrando uma média de 50 mm mensais. As temperaturas são relativamente estáveis ao longo do ano, sem grandes variações sazonais, exceto quando há a chegada de massas de ar polar, que trazem frio. No verão, as chuvas são comuns, sendo causadas, em parte, pelas serras que provocam chuvas orográficas, e pelo aumento da temperatura e umidade, que resultam nas chuvas convectivas, ou chuvas de verão. Entre outubro e março, predomina o regime de chuvas convectivas, com temperaturas variando entre 29°C e 38°C. Já no inverno, a diminuição das temperaturas está associada à chegada de massas de ar frio vindas da Antártica, que, ao seguir trajetórias continentais, reduzem ainda mais a umidade (Plano de Manejo REGUA, 2020).

A região está inserida na unidade de relevo denominada por (Ross, 1995) planície e serras do Atlântico leste-sudeste, sendo integrante do domínio Morfoclimático dos “mares de Morros” (AB’SABER, 2003) onde há predominância das regiões serranas, de morros mamelonares (área de climas tropicais e subtropicais úmidos – zona da Mata Atlântica sul-oriental). A cobertura vegetal da REGUA é caracterizada como densa floresta tropical, variando em três fisionomias vegetais diferentes. A parte inferior consiste em densa floresta tropical aluvial e pastagens que têm sido reflorestadas;

planícies costeiras, planícies e encostas de montanhas mais baixas com densa floresta tropical e áreas que foram reflorestadas; e densa floresta tropical submontana e montana cobrindo as áreas montanhosas acidentadas (Veloso *et al.*, 1991). Este último contém floresta madura que serve de referência nos programas de reflorestamento.

Os solos da área de estudo são classificados como Fluvissoilo, Latossolo e Cambissolo nas planícies, encostas suavemente onduladas e colinas, respectivamente. Na grande bacia hidrográfica Guapi-Macacu (rios Guapiaçu e Macacu), Pinheiro sugeriu a ocorrência de outras classes de solo. Nas áreas montanhosas há predominância de Latossolos Vermelhos; áreas com afloramentos rochosos e acidentados apresentam Cambissolos e Entissolos Háplicos; Argissolos amarelos e vermelho-amarelos e Planossolos Háplicos podem ser encontrados em maciços alcalinos; e Neossolos e Gleissolos Flúvicos predominam em áreas hidromórficas (Pinheiro, 2012)

### **6.3 Coleta de imaturos em fitotelmatas**

As coletas foram realizadas mensalmente durante dois dias no horário das 9:00 às 16:00 h no período compreendido de março de 2023 a fevereiro de 2024 aleatoriamente em diferentes trilhas situadas na área amostral. A busca ativa dos imaturos dos mosquitos foi direcionada em três fitotelmata que apresentavam maior representatividade na área de amostragem: bromélias, internódios de bambus e raízes tabulares. As bromélias foram selecionadas de maneira aleatória de acordo com sua distribuição ao longo da trilha. A raiz tabular foi coletada mensalmente, sendo um ponto amostral único (Figura 9).

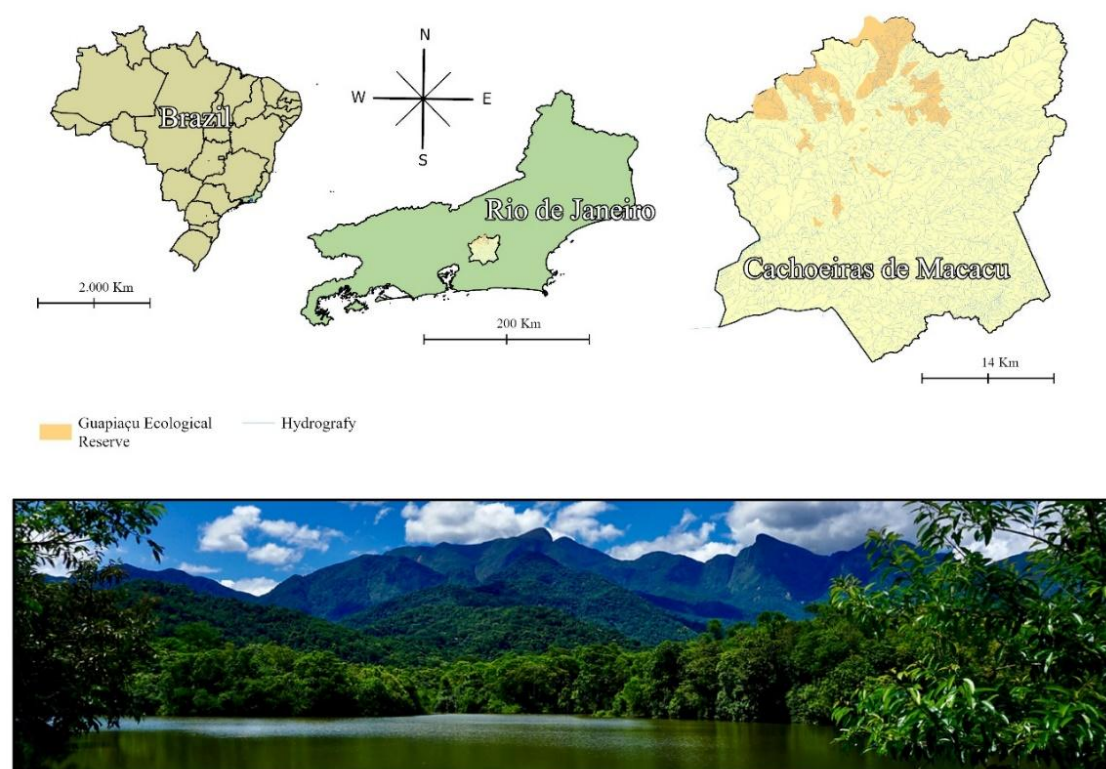


Figura 9. Local de coleta na área da Reserva Ecológica de Guapiacu (REGUA), Cachoeiras de Macacu, Rio de Janeiro, Brasil.

Nas amostragens realizadas nos habitats larvais de fitotelmata, foi utilizado o método ativo de coleta de imaturos de mosquitos, que consiste na busca ativa por habitats larvais, de acordo com a disponibilidade de água nos ambientes selecionados. Para a coleta, foram selecionadas 10 plantas de bambu (Figura 10A), as quais foram perfuradas artificialmente com uma furadeira a bateria de lítio 12V 1,5Ah e uma broca para madeira de 11x150 mm. Paralelamente, foram selecionadas 40 plantas de bromélias, que foram examinadas periodicamente, sempre as mesmas, para coleta dos imaturos conforme a disponibilidade de água na fitotelmata. Em relação a fitotelmata de raiz tabular (Figura 10B), foi identificado um único local dentro da área de amostragem, onde os imaturos de mosquitos foram coletados ao longo de 12 meses, sempre que havia água disponível nos habitats.

Analisar três tipos específicos de fitotelmata permite um estudo mais controlado e detalhado, garantindo que as comparações realizadas entre os habitats sejam mais diretas e significativas. Para garantir a clareza e a objetividade, foi escolhido um subconjunto de fitotelmata que, com base em estudos anteriores ou nas características do

ambiente local, se mostrou mais relevante ou acessível para o estudo. Limitamos a amostragem a um número reduzido de fitotelmata, buscando controlar melhor as variáveis envolvidas e minimizar a influência de fatores desconhecidos ou pouco compreendidos que poderiam afetar os resultados. Cabe ressaltar que os fitotelmata não são igualmente relevantes para todas as espécies de mosquitos, e alguns podem ter características que os tornam menos propensos a servir como habitats adequados para as larvas.

Os bambus serviram como habitats artificiais, uma vez que foram perfurados com orifícios de cinco milímetros de diâmetro para servir como possível habitat larval para a fauna de mosquitos. Para isso, realizou-se uma perfuração, como uma furadeira recarregável, em cada internódio, a 25 cm do nó inferior da planta. Foram escolhidos dois pontos de bambus, em cada um, 5 plantas foram selecionadas e cinco internódios foram furados. Totalizando 50 pontos de coleta de bambus. Essa abordagem metodológica visou entender a interação entre essas diferentes espécies vegetais e a ocorrência de mosquitos em estágios iniciais de vida, o que pode fornecer insights sobre a ecologia do local e a dinâmica de infestação desses insetos.

As amostragens foram realizadas utilizando pipetas polietileno, conchas entomológicas e bomba de sucção manual. Em seguida, as larvas e pupas foram pipetadas, transferidas a sacos plásticos de 250 ml (Whirl-Pak® bags, BioQuip®), cada amostra foi identificada quanto ao local, data, tipo de habitat larval e volume de água e após foram transportadas vivas com água do próprio fitotelmata para o laboratório. As informações sobre as variáveis abióticas, temperatura e pH foram obtidas no campo, com auxílio de sonda marca Akso, modelo AK90 (São Leopoldo, Brasil).





Figura 10. Coleta de imaturos em habitat larval em A: internódio de bambu e B: Raiz tabular na REGUA. Fonte: Nathália Menezes.

No laboratório as larvas foram quantificadas, individualizadas e mantidas em bacias de polietileno da cor branca contendo a água do próprio reservatório o qual foram coletadas, sendo completadas com água desclorada (Figuras 11A e B). Em caso de evaporação, as pupas são transferidas a frascos pequenos e mantidas até a emergência do adulto. O ambiente experimental foi mantido à temperatura de 28°C com umidade do ar de 75% a 90%. Os exemplares foram monitorados diariamente. Após a emergência do adulto, os insetos foram capturados com auxílio de capturador de castro e eutanasiados com clorofórmio (Figura 11C).





Figura 11. Em A, quantificação de larvais de imaturos. Em B, gaiolas entomológicas. Em C, captura de mosquitos adultos em gaiolas entomológicas. Em D, identificação dos espécimes adultos. Fonte: Nathália Menezes.

#### **6.4 Identificação dos espécimes adultos**

A identificação das espécies de mosquitos foi realizada com base na observação direta dos caracteres morfológicos do inseto adulto, utilizando microscópio estereomicroscópio e o microscópio óptico (Figura 11D). Foram utilizadas chaves dicotômicas elaboradas por (Lane, 1953), (Consoli e Lourenço-de-Oliveira, 1994) e (Forattini, 2002), bem como consultas às descrições/diagnoses das respectivas espécies. Em seguida os espécimes foram depositados no acervo da Coleção Entomológica do Instituto Oswaldo Cruz, sob título de “Coleção Mata Atlântica”.

#### **6.5 Análises estatísticas e índices de diversidade**

Os índices ecológicos a seguir foram empregados para avaliar, analisar e comparar a diversidade de mosquitos em cada ponto de amostragem: diversidade, dominância e equitabilidade.

A avaliação e comparação das diferenças na composição da comunidade de imaturos em cada fitotelmata foi realizada utilizando o índice de diversidade Shannon-Wiener ( $H'$ ) (Shannon, 1948), esse índice leva em consideração tanto a riqueza de espécies (o número total de diferentes espécies) quanto a equitabilidade (como as abundâncias das espécies estão distribuídas). E, para avaliar se existem diferenças significativas entre os Índices de Diversidades, foi calculado o teste t, com nível de significância de 5%, utilizou-se o software Past 3.16 (Hammer *et al.*, 2001). Ele gera um valor p, que representa a probabilidade de que as diferenças observadas entre as médias tenham ocorrido por acaso. Um valor p inferior a um nível de significância estabelecido indica que a diferença observada é estatisticamente significativa.

Paralelamente foi calculada a Equitabilidade (J), que se refere à distribuição dos indivíduos entre as espécies, sendo proporcional à diversidade e inversamente proporcional à dominância (D). Este índice varia de 0 a 1, onde valores mais altos indicam uma distribuição mais equilibrada entre as espécies presentes.

Para entender como as espécies se distribuem e identificar aquelas que são mais ou menos abundantes foi utilizado o “Index of species abundance” (ISA), que foi

convertido em uma escala entre zero e um pelo “standardised index of species abundance” (SISA), segundo as definições de Roberts e Hsi (1979). Neste índice, o valor 1 corresponde às espécies mais abundantes.

O teste t foi utilizado para avaliar se há diferenças significativas entre as diversidades dos habitats larvais, sendo comprovado que não há diferença significativa entre as diversidades de bambu, bromélia e raiz, segundo o teste t para H' a 5% de probabilidade. A análise de Kruskal-Wallis, com nível de significância de 5%, foi utilizada para avaliação da ocorrência de diferenças significativas entre as populações de mosquitos nas diferentes fitotelmata, com auxílio do software IBM® SPSS® Statistics Version 23. Quando a análise indica diferenças significativas, é necessário realizar testes post hoc (como o teste de Dunn) para identificar quais grupos são diferentes entre si. No presente trabalho, o pós-teste de Dunn foi utilizado para avaliar quais fitotelmata se distinguiram entre si.

A influência dos fatores climáticos, temperatura da água e pH, foi analisada pelo coeficiente de correlação de Spearman com níveis de confiança de 95% e 99%, utilizando o software IBM® SPSS® Statistics Versão 23. Dessa forma, é possível entender como essas variáveis se relacionam nesses habitats.

Curvas de rarefação (para analisar a tendência da riqueza de espécies com o tamanho da amostra) das espécies identificadas foram obtidas em função da frequência de indivíduos capturados. Uma curva de abundância de espécies foi utilizada para caracterizar o perfil da comunidade em cada ambiente treinado, com auxílio do software Past 3.16 (13). Neste método, as espécies são específicas em um ranking com base em suas abundâncias, possibilitando padrões de espécies dominantes, ordinárias e raras, auxiliando na compreensão da estrutura da comunidade.

## **7. RESULTADOS**

### **7.1 Índices de diversidade**

Foram coletados 2.672 espécimes de culicídeos pertencentes a 11 gêneros e distribuídos em 29 espécies, das quais sete apresentaram percentuais superiores a 1% de ocorrência. No total, considerando os culicídeos coletados e identificados até nível específico, as espécies que ocorreram em maior número e abundância foram: *Wyeomyia artrostigma* (Lutz), 1905 (50,3% e SISA=0.980), *Culex (Microculex) pleuristriatus*

Theobald 1903 (24,3% e SISA=0.867) e *Onirion personatum* (Lutz, 1904) (6,0% e SISA=0.553).

No total, 67,4% dos espécimes foram capturados nos internódios de bambu, 30,7% nas bromélias e apenas 1,9% no habitat raiz tabular. No fitotelmata internódios de bambu as espécies mais numerosas e abundantes foram *Wy. arthrosthigma* (N=1333; SISA=1.000), seguida de *On. personatum* (N=160; SISA=0.583); nas bromélias foram *Cx. pleuristriatus* (N = 638; SISA=0.948), seguido de *Wy. (Pho.) edwardsi* (Lane e Cerqueira 1942) (N = 87; SISA=0,615); enquanto na fitotelmata raiz *Culex (Cux.) mollis* Dyar & Knab, 1906 (N = 27; SISA=298) apresentou a maior abundância (Tabelas 1 e 2).

A fitotelmata que apresentou maior riqueza específica (número de espécies) e maior número de espécimes coletados foi nos internódios de bambu (S = 22 e N = 1704). A maior diversidade e equitabilidade (melhor distribuição dos espécimes de cada espécie, sem ocorrência de espécies muito dominantes em relação às outras) foi o fitotelmo raiz tabular ( $H' = 1,098$  e  $J = 0,6013$ ). No entanto, foi constatada que a menor diversidade e equitabilidade também foi observada no bambu com  $H' = 0,298$  e  $J = 0,298$ , que apesar da maior riqueza específica, apresentou dominância de algumas espécies com relação às outras, especialmente com *Wy. Arthrosthigma*, representando 73,9% dos espécimes coletados, seguida de *On. personatum* com 8,9%. O teste t foi utilizado para avaliar se há diferenças significativas entre as diversidades dos habitats larvais, sendo comprovado que não há diferença significativa entre as diversidades dos fitotelmata internódios de bambu, bromélia e raiz tabular, segundo o teste t para  $H'$  a 5% de probabilidade.

As curvas de rarefação (Figura 12) representam o número de espécies em função do número de amostras coletadas, quando a curva tende a se estabilizar, há um indicativo de que o esforço amostral foi suficiente para capturar a maioria das espécies que ocorrem no local. O fitotelmata internódio de bambu apresentou a maior riqueza de espécies acumulada, com uma curva mais alta e uma tendência de estabilização, o que sugere um esforço amostral próximo do ideal. Enquanto as bromélias ocuparam uma posição intermediária, e a raiz apresentou uma riqueza acumulada menor, com curvas que ainda mantêm um leve crescimento no final, sugerindo que mais espécies podem ser descobertas com esforço amostral adicional.

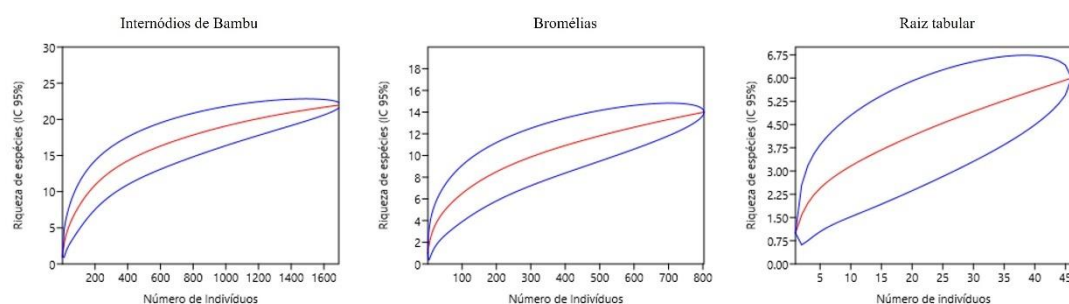


Figura 12. Curvas de rarefação de espécies em entrenós de bambu, bromélia e raiz. No eixo Y encontra-se riqueza de espécies e no eixo X, número de indivíduos.

As curvas do ranking de abundância foram elaboradas para os três habitats (Internódios de bambu, Bromélias e Raiz), conforme mostrado na figura 13. Em cada habitat larval, uma espécie diferente foi dominante, sendo *Wy. arthrostigma* no bambu, *Cx. pleuristriatus* nas bromélias, e, em menor proporção, *Cx. mollis* na raiz. Observou-se uma predominância marcante de poucas espécies com alta frequência em comparação à maioria das espécies com baixa abundância, especialmente nos habitats Bambu e na Bromélia, onde as curvas íngremes indicam comunidades com alta dominância. A distribuição da abundância na raiz ocorreu de forma mais homogênea, refletindo em maior diversidade alfa para esse habitat.

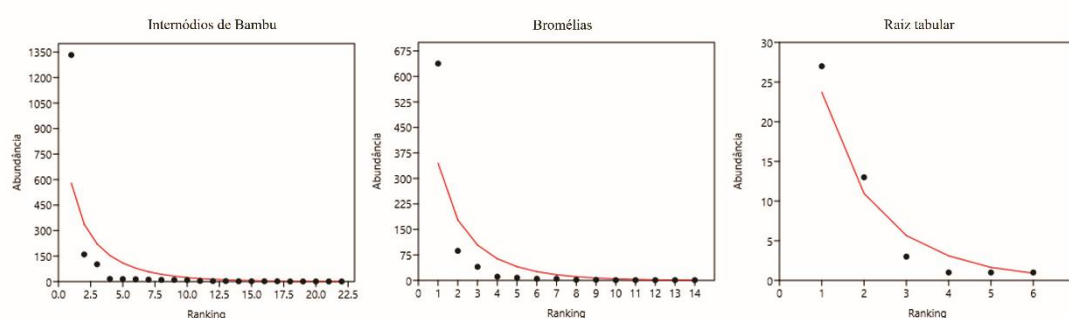


Figura 13. Ranking da curva de abundância de espécies em entrenós de bambu, bromélia e raiz. Onde o eixo Y é a abundância relativa e o eixo X é a classificação da espécie.

Tabela 1. Valores absolutos (N), percentuais (%) e índices ecológicos (Riqueza, Dominância, Diversidade e Equabilidade de Pielou) por habitat larval (Bambu, Bromélia e Raiz) de culicídeos provenientes da Reserva Biológica de Guapiaçu – REGUA,

Município de Cachoeiras de Macacu, estado do Rio de Janeiro, Brasil, no período de março de 2023 a fevereiro de 2024.

Espécies	Internódios de Bambu		Bromélias		Raiz de Árvore		Total	
	N	%	N	%	N	%	N	%
<i>Aedes albopictus</i> Skuse, 1894	1	0,1%	5	0,6%	0	0,0%	6	0,2%
<i>Culex</i> (Car.) <i>iridescens</i> (Lutz, 1905)	4	0,2%	0	0,0%	0	0,0%	4	0,1%
<i>Cx.</i> (Cux.) <i>dolosus</i> (Lynch Arribáizaga, 1891)	3	0,2%	0	0,0%	13	25,5%	16	0,6%
<i>Cx.</i> (Cux.) <i>mollis</i> Dyar & Knab, 1906	3	0,2%	8	1,0%	27	52,9%	38	1,4%
<i>Cx.</i> (Mcx.) <i>pleuristriatus</i> Theobald 1903	12	0,7%	638	77,7%	0	0,0%	650	24,3%
<i>Culex</i> (Mcx.) sp.	11	0,6%	0	0,0%	0	0,0%	11	0,4%
<i>Cx.</i> (Mcx.) <i>retrosus</i> Lane & Whitman, 1951	0	0,0%	40	4,9%	0	0,0%	40	1,5%
<i>Cx.</i> (Mcx.) <i>aff. hedys</i> Root 1927	0	0,0%	5	0,6%	0	0,0%	5	0,2%
<i>Cx. ocellatus</i> Theobald 1901	1	0,1%	2	0,2%	1	2,0%	4	0,1%
<i>Culex</i> sp.	4	0,2%	11	1,3%	3	5,9%	18	0,7%
<i>Haemagogus leucocealeus</i> (Dyar & Shannon, 1924)	2	0,1%	0	0,0%	1	2,0%	3	0,1%
<i>Limatus durhamii</i> Theobald 1901	9	0,5%	1	0,1%	0	0,0%	10	0,4%
<i>Onirion personatum</i> (Lutz, 1904)	160	8,9%	1	0,1%	0	0,0%	161	6,0%
<i>Orthopodomyia albicosta</i> (Lutz, 1904)	10	0,6%	0	0,0%	0	0,0%	10	0,4%
<i>Sabethes identicus</i> Dyar & Knab, 1907	1	0,1%	0	0,0%	0	0,0%	1	0,0%
<i>Sa. purpureus</i> (Theobald, 1907)	1	0,1%	0	0,0%	0	0,0%	1	0,0%
<i>Shanoniana fluviatilis</i> (Theobald, 1903)	2	0,1%	0	0,0%	0	0,0%	2	0,1%

<i>Toxorhynchites bambuciculos</i> (Lutz & Neiva, 1913)	1	0,1%	0	0,0%	0	0,0%	1	0,0%
<i>Tx. grandiosus</i> (Williston, 1900)	2	0,1%	0	0,0%	0	0,0%	2	0,1%
<i>Tx. pusillus</i> (Costa Lima, 1931)	10	0,6%	0	0,0%	0	0,0%	10	0,4%
<i>Toxorhynchites</i> sp.	38	2,1%	2	0,2%	2	3,9%	42	1,6%
<i>Tx. violaceus</i> (Wiedemann, 1820)	0	0,0%	1	0,1%	0	0,0%	1	0,0%
<i>Tr. compressum</i> (Lutz, 1905)	102	5,7%	2	0,2%	0	0,0%	104	3,9%
<i>Tr. digitatum</i> (Rondani, 1848)	15	0,8%	0	0,0%	0	0,0%	15	0,6%
<i>Tr. lunatus</i> (Lutz, 1904)	0	0,0%	1	0,1%	0	0,0%	1	0,0%
<i>Tr. pallidoventer</i> (Lutz, 1905)	16	0,9%	0	0,0%	0	0,0%	16	0,6%
<i>Wyeomyia arhostigma</i> (Lutz, 1905)	1333	73,9%	11	1,3%	1	2,0%	1345	50,3%
<i>Wy. dyari</i> (Lane & Cerqueira, 1942)	0	0,0%	1	0,1%	0	0,0%	1	0,0%
<i>Wy. (Pho.) edwardsi</i> (Lane & Cerqueira 1942)	0	0,0%	87	10,6%	0	0,0%	87	3,3%
<i>Wy. lutzi</i> Costa Lima, 1930	14	0,8%	0	0,0%	0	0,0%	14	0,5%
<i>Wy. oblita</i> (Lutz, 1904)	0	0,0%	0	0,0%	3	5,9%	3	0,1%
<i>Wyeomyia</i> spp.	46	2,6%	2	0,2%	0	0,0%	48	1,8%
<i>Wy. tarsata</i> (Lane & Cerqueira 1942)	2	0,1%	0	0,0%	0	0,0%	2	0,1%
Total	1803	100,0%	818	100,0%	51	100,0%	2672	100,0%
Riqueza (S)	22		14		6		29	
Shannon Diversity index (H')	0,921		0,812		1,098			
Equitabilidade (J)	0,298		0,308		0,613			
Dominancia (D)	0,625		0,646		0,430			

Tabela 2. Índice de abundância das espécies capturadas Reserva Ecológica de Guapiaçu-REGUA, Município de Cachoeiras de Macacu, estado do Rio de Janeiro, Brasil. “Standardised index of species abundance” (SISA) e a posição (Cf) das espécies nos diferentes habitats larvais.

Especies	Internódios de Bambu		Bromélias		Raíz de Árvore		Total	
	SISA	Cf	SISA	Cf	SISA	Cf	SISA	Cf
<i>Ae. albopictus</i> Skuse, 1894	0,046	20	0,099	7	-	-	0,107	16
<i>Culex</i> (Car.) <i>iridescens</i> (Lutz, 1905)	0,125	12	-	-	-	-	0,087	19
<i>Cx. dolosus</i> (Lynch Arribáizaga, 1891)	0,042	24	-	-	0,083	2	0,107	16
<i>Cx. mollis</i> Dyar & Knab, 1906	0,063	17	0,083	8	0,298	1	0,243	10
<i>Cx. (Mcx.) aff. hedys</i> Root 1927	-	-	0,115	6	-	-	0,077	20
<i>Cx. (Mcx.) imitator retrosus</i> Lane & Whitman, 1951	-	-	0,333	3	-	-	0,257	8
<i>Cx. (Mcx.) pleuristriatus</i> Theobald 1903	0,188	8	0,948	1	-	-	0,867	2
<i>Culex</i> (Mcx.) spp.	0,171	9	-				0,137	13
<i>Cx. ocellatus</i> Theobald 1901	0,033	26	0,042	13	0,071	5	0,043	25
<i>Culex</i> spp.	0,075	14	0,182	5	0,071	5	0,257	8
<i>Haemagogus leucocealeus</i> (Dyar & Shannon, 1924)	0,058	18	-	-	0,071	5	0,043	25
<i>Limatus durhamii</i> Theobald 1901	0,154	10	0,052	11	-	-	0,137	13
<i>Onirion personatum</i> (Lutz, 1904)	0,583	2	0,068	10	-	-	0,553	3
<i>Orthopodomyia albicosta</i> (Lutz, 1904)	0,108	13	-	-	-	-	0,097	18
<i>Sabethes identicus</i> Dyar & Knab, 1907	0,046	20	-	-	-	-	0,030	27
<i>Sa. purpureus</i> (Theobald, 1907)	0,046	20	-	-	-	-	0,030	27
<i>Shannoniana fluviatilis</i> (Theobald, 1903)	0,042	24	-	-	-	-	0,027	30
<i>Toxorhynchites bambusicola</i> (Lutz & Neiva, 1913)	0,046	20	-		-	-	0,030	27

<i>Tx. grandiosus</i> (Williston, 1900)	0,071	15	-		-	-	0,047	24
<i>Tx. pusillus</i> (Costa Lima, 1931)	0,221	6	-		-	-	0,160	12
<i>Toxorhynchites</i> sp.	0,483	4	0,083	8	0,083	2	0,460	4
<i>Tx. violaceus</i> (Wiedemann, 1820)	-	-	0,052	11	-	-	0,013	31
<i>Trichoprosopon compressum</i> (Lutz, 1905)	0,292	5	0,042	13	-	-	0,277	7
<i>Tr. digitatum</i> (Rondani, 1848)	0,058	18	-		-	-	0,057	21
<i>Tr. lunatus</i> (Lutz, 1904)	-		0,010	16	-	-	0,007	32
<i>Tr. pallidoventer</i> (Lutz, 1905)	0,133	11	-		-	-	0,120	15
<i>Wy. arhostigma</i> (Lutz, 1905)	1,000	1	0,313	4	0,024	8	0,980	1
<i>Wyeomyia dyari</i> (Lane & Cerqueira, 1942)	-	-	0,010	16	-	-	0,007	32
<i>Wy. (Pho.) edwardsi</i> (Lane & Cerqueira 1942)	-	-	0,615	2	-	-	0,420	6
<i>Wy. lutzi</i> Costa Lima, 1930	0,196	7	-	-	-	-	0,173	11
<i>Wy. oblita</i> (Lutz, 1904)	-	-	-		0,083	2	0,053	22
<i>Wyeomyia</i> spp.	0,496	3	0,036	15	-	-	0,430	5
<i>Wy. tarsata</i> (Lane & Cerqueira 1942)	0,067	16	-	-	-	-	0,053	22

Avaliando as populações de mosquitos em cada habitat larval, a análise de Kruskal-Wallis indicou diferenças significativas entre os fitotelmos ( $p = 0,000$ ). O pós-teste de Dunn foi utilizado para observar quais apresentaram diferenças significativas entre si ( $p < 0,05$ ), indicando que as populações do Internódio de Bambu se distinguem da Raiz tabular ( $p = 0,000$ ).



**Tabela 3.** Coeficiente de correlação de Spearman entre a abundância de culicídeos e os fatores abióticos, temperatura e pH da água, e pluviosidade no período de março de 2013 à fevereiro de 2024, Município de Cachoeiras de Macacu, estado do Rio de Janeiro, Brasil, Teste bicaudal, com nível de confiança de 99% e 95%.

Espécies	Internódio de Bambu				Bromélias				Raiz de Árvore			
	Temperatura		pH		Temperatura		pH		Temperatura		pH	
	r	P	r	P	R	P	r	P	R	P	r	P
<i>Ae. albopictus</i>	0,480	0,114	0,394	0,205	0,078	0,809	0,149	0,645	-	-	-	-
<i>Cx. iridescens</i>	0,184	0,567	-0,189	0,555	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cx. dolosus</i>	-0,393	0,206	-0,044	0,892	-	-	-	-	0,082	0,846	-0,254	0,545
<i>Cx. mollis</i>	0,306	0,334	0,088	0,786	-0,481	0,113	-0,263	0,408	-0,165	0,696	0,221	0,599
<i>Cx. aff. hedys</i>	-	-	-	-	-0,234	0,464	0,227	0,478	-	-	-	-
<i>Cx. imitator</i>	-	-	-	-	0,319	0,312	0,306	0,333	-	-	-	-
<i>retrosus</i>	-	-	-	-	0,319	0,312	0,306	0,333	-	-	-	-
<i>Cx. pleuristriatus</i>	-0,267	0,402	-0,165	0,608	-0,139	0,666	-0,476	0,118	-	-	-	-
<i>Cx. (Mcx.) sp,</i>	-0,146	0,651	-	<b>0,701*</b>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cx. ocellatus</i>	-0,131	0,685	-0,175	0,586	-0,087	0,787	-0,132	0,683	-0,082	0,846	0,592	0,122
<i>Culex spp.</i>	-0,364	0,245	-	<b>0,610*</b>	-0,147	0,648	0,106	0,743	0,412	0,310	0,254	0,545
<i>Hg. leucocealeus</i>	-0,389	0,212	-0,163	0,614	-	-	-	-	-0,082	0,846	0,592	0,122
<i>Li. durhamii</i>	-0,174	0,588	0,571	0,052	-0,087	0,787	0,000	1,000	-	-	-	-
<i>On. personatum</i>	-0,299	0,345	-	<b>0,621*</b>	-0,306	0,333	0,000	1,000	-	-	-	-
<i>Or. albicosta</i>	-	<b>0,650*</b>	0,356	0,256	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sa. identicus</i>	0,218	0,495	-0,307	0,332	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sa. purpureus</i>	0,218	0,495	-0,307	0,332	-	-	-	-	-	-	-	-

<i>Sh. fluviatilis</i>	0,131	0,685	-0,175	0,586	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tx. bambuciculos</i>	0,218	0,495	-0,307	0,332	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tx. grandiosus</i>	0,065	0,841	-0,293	0,356	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tx. pusillus</i>	0,055	0,865	-0,079	0,807	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Toxorhynchites</i> sp.	0,344	0,274	-0,284	0,372	0,130	0,688	-0,098	0,763	-0,252	0,547	0,129	0,761
<i>Tx. vialaceus</i>	-	-	-	-	-0,087	0,787	0,000	1,000	-	-	-	-
<i>Tr. compressum</i>	-	<b>0,600*</b>	<b>0,039</b>	0,309	0,328	-0,087	0,787	-0,132	0,683	-	-	-
<i>Tr. digitatum</i>	-0,306	0,334	0,219	0,494	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tr. lunatus</i>	-	-	-	-	-0,087	0,787	-0,132	0,683	-	-	-	-
<i>Tr. pallidoventer</i>	-0,354	0,258	0,508	0,092	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Wy. dyari</i>	-	-	-	-	-0,087	0,787	-0,132	0,683	-	-	-	-
<i>Wy. tarsata</i>	0,130	0,688	-0,130	0,687	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Wy. lutzi</i>	0,391	0,209	-0,161	0,618	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Wy. oblita</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0,577	0,134	0,085	0,842
<i>Wy. edwardsi</i>	-	-	-	-	<b>0,621*</b>	<b>0,031</b>	0,188	0,560	-	-	-	-
<i>Wy. arhostigma</i>	-0,280	0,379	0,133	0,680	-0,086	0,790	-0,519	0,084	0,082	0,846	-0,254	0,545
<i>Wyeomyia</i> spp.	0,151	0,640	-0,216	0,500	0,097	0,763	0,065	0,841	-	-	-	-
Total	-0,476	0,118	0,277	0,383	0,014	0,965	-0,171	0,596	0,228	0,588	0,466	0,244

No fitotelmata internódio de bambu (Figura 15), foi constatado que, com o aumento da temperatura da água, há uma redução na abundância de *Orthopodomyia albicosta* (Lutz, 1904)) e *Trichoprosopron compressum* (Lutz, 1905), de forma similar foi observado com *On. personatum* com o aumento do pH, no entanto, foi observado que a pluviosidade se correlacionou positivamente com *Or. albicosta*. Na fitotelmata bromélias (Figura 16), foi observada correlação positiva entre a temperatura da água e *Wy. arthrostigma*. Já na fitotelmata raiz (Figura 17) nenhuma espécie apresentou correlação com os fatores abióticos analisados (Tabela 3).

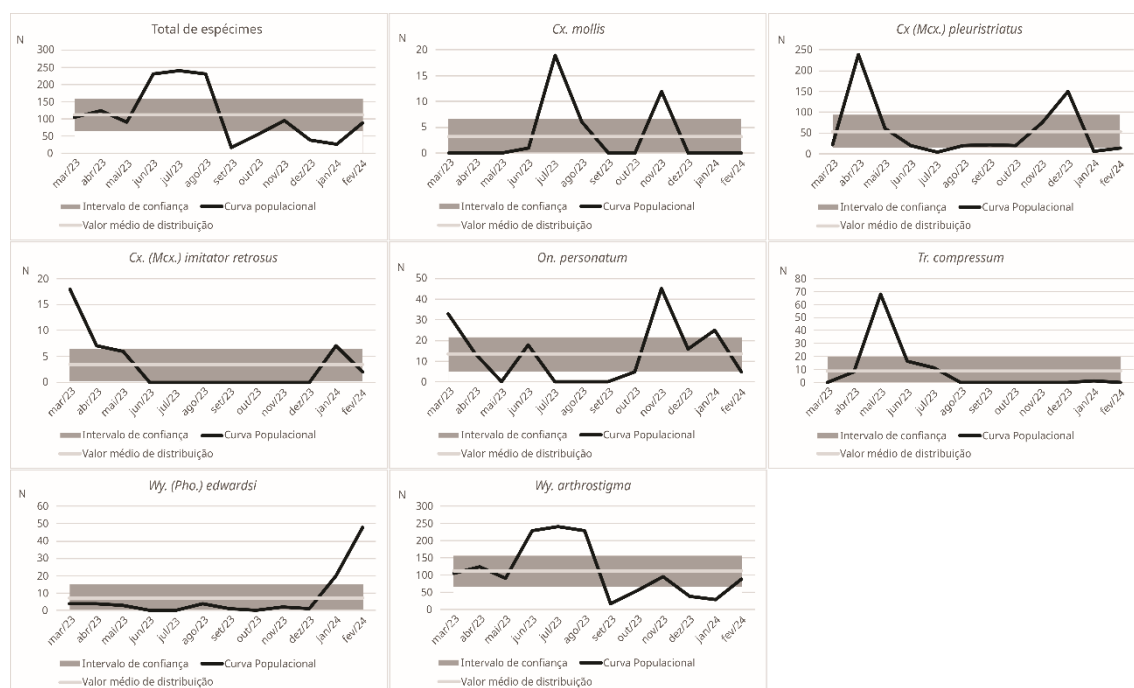


Figura 14. Frequência mensal das sete espécies de mosquitos mais abundantes e somatório total, verificada na REGUA, município de Cachoeiras de Macacu, Brasil, no período de março de 2023 à fevereiro de 2024

A figura 14 demonstra a frequência populacional das sete espécies que apresentaram maior abundância, entre março de 2023 e fevereiro de 2024. Para as espécies do gênero *Culex*, observou-se que *Cx. mollis* apresentou maior abundância nos meses de julho, agosto e novembro. Por sua vez, *Cx. pleuristriatus* apresentou picos populacionais nos meses de abril e dezembro, enquanto, *Culex retrosus* Lane & Whitman, 1951 demonstrou aumento populacional durante os meses da estação climática do verão, especificamente em nos meses de janeiro, fevereiro e março. *Onirion personatum* apresentou diferentes picos ao longo das coletas, com um primeiro pico em junho e outros

nos meses de novembro e janeiro. Já *Tr. compressum* teve um único pico anual em maio, embora a espécie tenha sido encontrada em menor número nos meses de abril, junho, julho e agosto. Entre as espécies do gênero *Wyeomyia*, *Wy. (Pho.) edwardsi* foi predominantemente observada nos meses de janeiro e fevereiro, enquanto *Wy. arthrostigma* esteve presente durante 11 meses do ano, exceto em setembro (Figura 14).

Considerando o total de espécimes, observou-se um período de estabilidade entre os meses de abril e maio de 2023, com cerca de 100 espécimes coletados. Em seguida, ocorreu um aumento significativo na curva populacional, superando o intervalo de tolerância nos meses de junho, julho e agosto, com mais de 200 espécimes registrados. Após esse pico, o número de espécimes diminuiu gradualmente, declinando para menos de 100 no mês de outubro e atingindo a abundância mais baixa no mês de dezembro de 2023, com menos de 50 espécimes. Essa oscilação populacional pode ser atribuída a diversos fatores, incluindo variações climáticas, disponibilidade de recursos e interações com predadores. A diminuição no final do ano pode estar relacionada à diminuição de temperatura e a mudanças no habitat, que influenciam a atividade e o ciclo de vida das espécies coletadas. Contudo, foi observado um leve aumento no número de espécimes no mês de fevereiro de 2024, sugerindo um possível processo de reocupação do habitat larval, possivelmente estimulada pelo início das chuvas e pelo aumento gradual da temperatura.

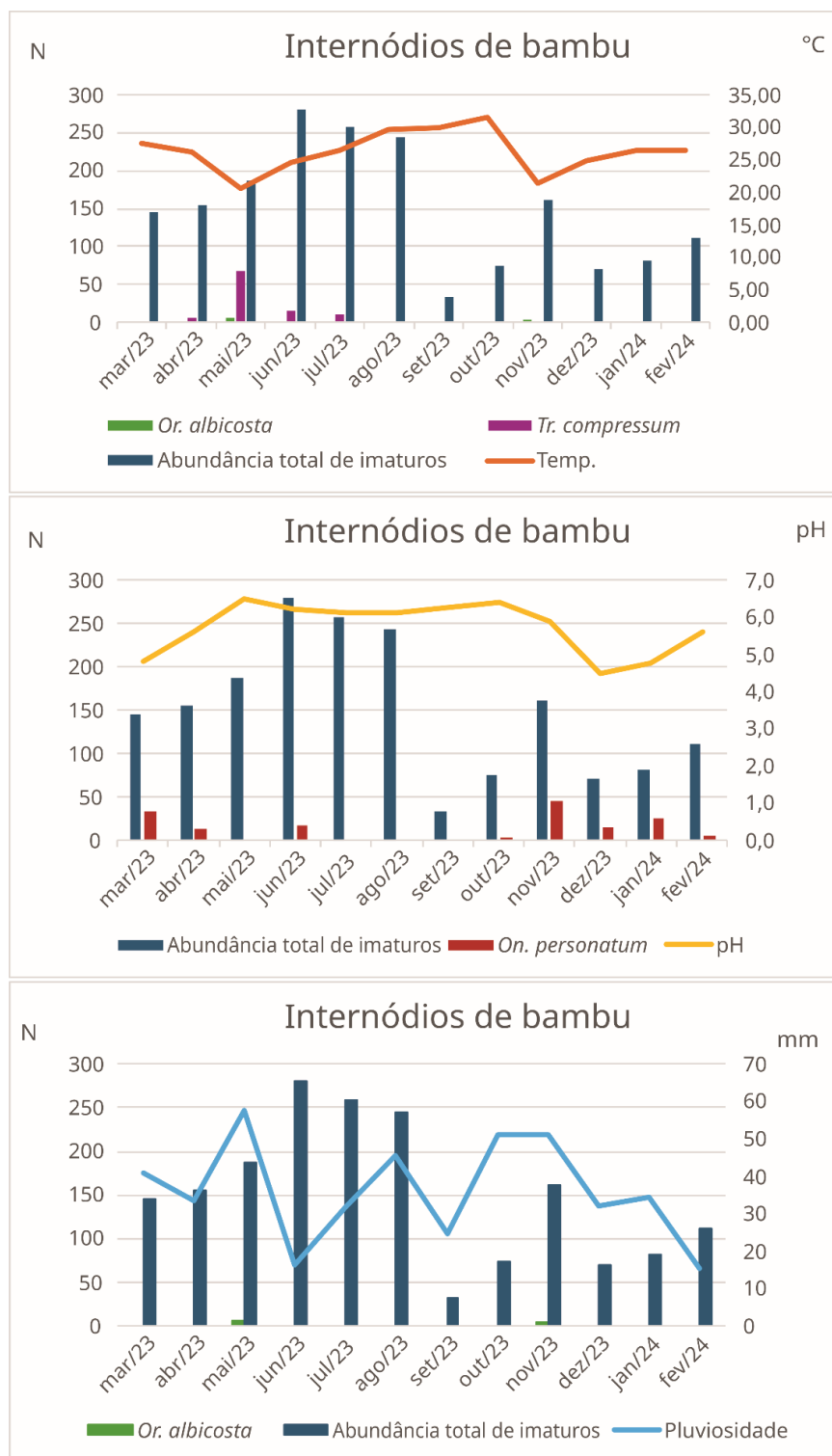


Figura 15. Valores absolutos mensais de mosquitos (N), temperatura (°C) e pH, considerando o total de espécimes e espécies que apresentaram correlação com fatores abióticos, no habitat larval fitotelmo internódio de bambu, Município de Cachoeiras de Macacu, estado do Rio de Janeiro, Brasil, período de março de 2013 a fevereiro de 2024.

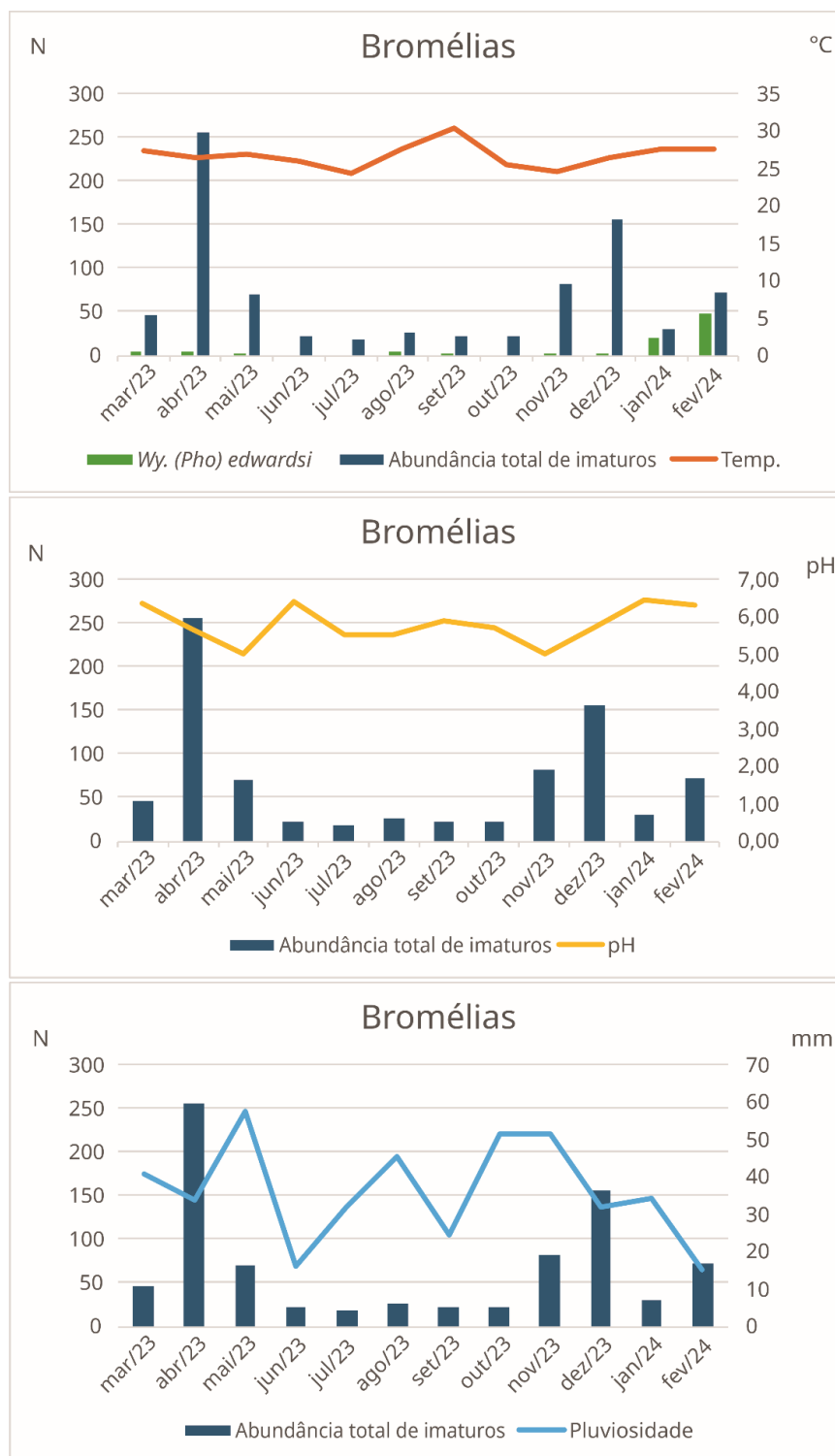


Figura 16. Valores absolutos mensais de mosquitos (N), temperatura (°C) e pH, considerando o total de espécimes e espécie que apresentaram correlação com fatores abióticos, no habitat larval Bromélia, Município de Cachoeiras de Macacu, estado do Rio de Janeiro, Brasil, período de março de 2013 a fevereiro de 2024.

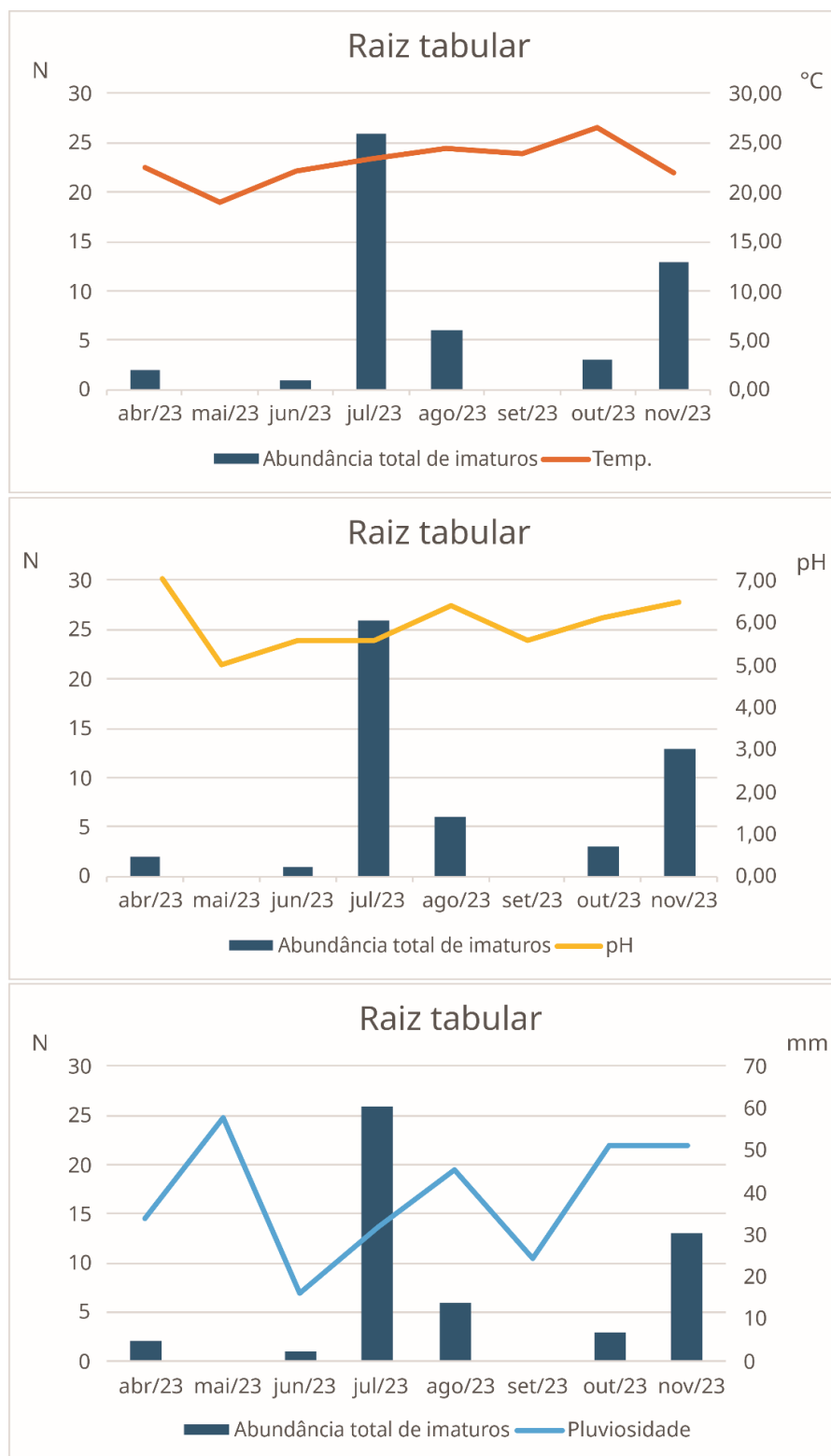


Figura 17. Valores absolutos mensais de mosquitos (N), temperatura (°C) e pH, considerando o total de espécimes no habitat larval Raiz, Reserva Ecológica de Guapiaçu - REGUA, Município de Cachoeiras de Macacu, estado do Rio de Janeiro, Brasil, período de março de 2013 à fevereiro de 2024.

## 8. DISCUSSÃO

Em estudo sobre imaturos de mosquitos realizado na Reserva Ecológica do Guapiaçu (Alencar *et al.*, 2016), cujo objetivo foi avaliar a composição da fauna de Culicidae em diferentes habitats larvais, tanto de caráter natural quanto artificial, foram registradas a presença de 56 espécies ou grupos genéricos, dos quais as espécies dominantes foram *Psorophora cingulata* (Fabricius, 1805), *Culex corniger* Theobald, *Limatus durhamii* Theobald, 1901, *Culex usquatus* Dyar, 1918, *Cx. pleuristriatus*, *Culex lanei* Oliveira Coutinho e Forattini, 1962 e *Cx. retrosus*. Entretanto, no presente estudo, foram observadas um total de 31 espécies, cabe ressaltar que, já assinaladas no estudo de Alencar *et al.* (2016), das quais *Cx. pleuristriatus* foi a espécie mais abundante. Acredita-se que a menor riqueza de espécies de culicídeos observada esteja relacionada ao menor número de habitats larvais avaliados. No presente estudo foram inspecionados três tipos de fitotelmata, enquanto Alencar *et al.* (2016) analisaram 13 diferentes habitats larvais, abrangendo tanto ambientes naturais e quanto os artificiais.

As espécies mais abundantes em cada fitotelmata analisada, foram: *Wy. arthrostigma*, encontrada em maior número nos internódios de bambus, corroborando com o achado de Nascimento-Pereira *et al.* (2021); *Cx. pleuristriatus*, predominante nas bromélias, conforme encontrado por Alencar *et al.* (2016) e Marques e Forattini (2008); e *Cx. mollis*, na raiz tabular, cujos imaturos são frequentemente encontrados em buracos de árvores com água turva e material orgânico, se assemelhando com o habitat fitotélmico encontrado (Ortega-Morales *et al.*, 2018). A terceira espécie mais frequente foi *On. personatum*, com 99,38% dos espécimes (160) encontrados nos bambus e somente 0,62% encontrado nas bromélias. De maneira geral, as formas imaturas desta espécie são comumente encontradas em internódios de bambus e bromélias (Müller *et al.*, 2014; Stahlhöfer *et al.*, 2022), validando nossos resultados.

As espécies que apresentaram maior densidade populacional foram encontradas em maior quantidade nos meses considerados chuvosos, corroborando com as observações realizadas por (Consoli e Lourenço-de-Oliveira (1994), que afirma que o período chuvoso apresenta condições ambientais e climáticas favoráveis para a proliferação de mosquitos, como temperatura média mais elevada, umidade relativa alta e alto nível de água nos habitats larvais. Em geral, é esperado que um maior volume de água seja encontrado nos habitats larvais durante esse período, resultando em maior



transporte de nutrientes devido ao maior fluxo de água. No entanto, no presente estudo apenas *Or. albicosta* apresentou uma correlação positiva com as precipitações pluviométricas. Além disso, a espécie *Wy. arthrostigma* (50,3%) se mostrou mais abundante nos meses considerados secos e impulsionou nosso resultado, esse efeito pode ser justificado pela baixa competitividade, uma vez que outras espécies estão presentes em menor quantidade no período seco.

A diversidade de culicídeos varia entre as fitotelmata bambu, bromélia e raiz tabular devido às diferenças nas condições ecológicas de cada ambiente. A bromélia tende a ter maior diversidade de espécies, pois suas cavidades aquáticas oferecem um ambiente mais estável, com menor evaporação e proteção contra predadores, favorecendo a reprodução de diferentes espécies de mosquitos. No entanto, no estudo em questão, a raiz tabular apresentou maior diversidade, pois oferece condições moderadamente estáveis, promovendo uma biodiversidade intermediária. Em contraste, os bambus apresentaram menor diversidade, com *Wy. arthrostigma* dominando fortemente, uma vez que as cavidades dos internódios de bambu têm menor capacidade de retenção de água e são mais suscetíveis às variações climáticas, limitando a presença de outras espécies. Essas diferenças reforçam a importância das condições físicas e ambientais na determinação da biodiversidade em habitats fitotelmáticos, uma relação que é bem documentada em estudos de ecologia de mosquitos.

Foi observado que a fitotelmata internódios de bambu apresentaram maior abundância de mosquitos, seguidos pelas bromélias. Esses habitats podem atuar como reservas de nutrientes para as larvas de culicídeos durante períodos climáticos desfavoráveis, como a estação seca, o que pode justificar o maior número de espécimes encontrados (Macdonalds, W *et al.*, 1960). Cabe ressaltar, que Silva (2007) destacou que habitats larvais como bromélias, por serem pequenos, simples e abundantes, oferecem vantagens para estudos ecológicos em regiões tropicais, como investigações sobre estruturas comunitárias, colonização e dispersão.

Dessa maneira, a maior abundância de mosquitos em fitotelmata de bambu pode ser explicada pela capacidade desses habitats em fornecer recursos estáveis e nutrientes essenciais para o desenvolvimento das larvas, especialmente em condições climáticas adversas, quando outros ambientes aquáticos podem ser limitados (Bastos *et al.*, 2021). As bromélias, por serem habitats comuns e de fácil colonização, também desempenham

um papel importante, oferecendo condições favoráveis para a colonização e a manutenção de populações de mosquitos (Frank, 1983; Torreias *et al.*, 2010).

Espécies dos gêneros *Haemagogus* e *Sabethes* são reconhecidas como principais vetores silvestres da febre amarela (Arnell, 1973; Vasconcelos, 2003). No entanto, a ocorrência dessas espécies em uma determinada região pode ser influenciada por variáveis ecológicas, como o tipo de habitat. No presente estudo, *Hg. leucocealenus* foi encontrado com baixa abundância nos fitotelmatas de internódios de bambu e raiz tabular. Enquanto, Alencar *et al.* (2015, 2016), desenvolvendo estudo nessa área amostral relataram uma maior diversidade de habitats larvais e não encontraram espécies do gênero *Haemagogus*. Essa discrepância pode indicar uma especialização ecológica de *Hg. leucocealenus* em ambientes específicos, sugerindo que essa espécie pode apresentar tendência ou se adaptar melhor a certas condições de habitat. Assim, a diversidade de microhabitats e as condições ambientais presentes nos locais amostrados são determinantes essenciais para a ocorrência e a distribuição dessas espécies, evidenciando a importância de uma abordagem detalhada ao investigar a biodiversidade e as interações ecológicas de mosquitos. Portanto, a análise de habitats diversos e a consideração das condições ambientais locais são fundamentais para entender melhor a dinâmica das populações de mosquitos e seus potenciais interações com a transmissão de patógenos como a febre amarela.

Forattini (2002) relata que imaturos do gênero *Sabethes* desenvolvem-se em habitats larvais fitotelmata, representados por ocos de árvores, internódios de bambus, axilas de folhas e água armazenada em troncos cortados, além disso, assumem comportamento predatório e canibalístico. No presente estudo, foi constatada uma baixa representatividade das espécies desse gênero, o que pode ser atribuído a esse comportamento ecológico. A competição entre as larvas de *Sabethes* e outros organismos que compartilham os mesmos micro-habitats também pode contribuir para a diminuição de suas populações. A especialização das larvas em ambientes específicos pode limitar sua distribuição e abundância, tornando-as mais vulneráveis a mudanças ambientais e à disponibilidade de recursos (Medeiros-Sousa *et al.*, 2015). Essas observações ressaltam a importância de estudos mais aprofundados sobre a ecologia desses organismos e os fatores que influenciam sua presença nos diferentes habitats. As larvas das espécies *Toxorhynchites*, consideradas grandes predadoras, também apresentaram um baixo número de espécimes no presente estudo. No trabalho realizado por Leite *et al.*, (2024)

analisaram apenas internódios de bambu e relataram ter encontrado um número reduzido de espécimes desse gênero.

No presente estudo, foram coletados importantes espécies relacionadas a transmissão de patógenos, como *Ae. albopictus* e *Hg. leucocelaenus*. Embora *Ae. albopictus* seja amplamente disperso em ambientes florestais da Mata Atlântica (Lourenço-de-Oliveira *et al.*, 2004), não foi encontrado em grande abundância, possivelmente devido à sua tendência em realizar oviposição por recipientes artificiais, como pneus e garrafas (Albuquerque *et al.*, 2000, Lopes, 2002). *Wyeomyia oblita* (Lutz, 1904) foi registrada exclusivamente na raiz tabular, corroborando achados anteriores (Kumm, 1933), embora também tenha sido observada em bambus perfurados (Ceretti-Júnior *et al.*, 2014). *Onirion personatum* foi a terceira espécie mais abundante, sendo encontrada em grande quantidade nos bambus e em menor número nas bromélias, o que está de acordo com a literatura, que relata a presença dessa espécie em internódios de bambus e bromélias (Müller *et al.*, 2014; Stahlhöfer *et al.*, 2022).

No presente estudo, observou-se uma correlação positiva entre a temperatura da água e *Wy. arthrostigma* nos fitotelmo bromélias, bem como uma correlação positiva com a pluviosidade nos internódios de bambu. No entanto, uma correlação negativa foi identificada entre a temperatura da água e *Or. albicosta* e *Tr. compressum* nos internódios de bambus. A variável abiótica temperatura, de fato, altera a dinâmica populacional de mosquitos, influenciando o desenvolvimento dos estágios imaturos e a reprodução (Mordecai *et al.*, 2019). E embora a disponibilidade de água nesses habitats larvais seja essencial para o desenvolvimento dos mosquitos, o excesso de água durante os meses mais chuvosos provavelmente foi drenado ou desperdiçado pelas plantas, o que não resultou em uma correlação significativa nas populações de mosquitos (Müller and Marcondes, 2007). De modo geral, as populações mantiveram-se estáveis, mesmo em condições adversas. Outro fator importante foi a constância das chuvas ao longo dos meses, com acumulados variando entre 15,3mm e 57,7mm, o que garantiu uma condição hídrica razoavelmente uniforme. Além disso, *On. personatum* apresentou correlação negativa com o pH, embora não existam estudos específicos na literatura que relacionem o efeito do pH sobre essa espécie. No entanto, o trabalho realizado por Leite (2024), indica que larvas de culicídeos podem habitar faixas elevadas de pH, sugerindo certa tolerância a variações desse fator abiótico.

O comportamento biológico dos mosquitos envolve a interação entre fatores intrínsecos da espécie e as condições ambientais do local de reprodução. Os mosquitos podem selecionar uma ampla variedade de habitats para a reprodução. Exemplos incluem *Wyeomyia smithii*, que explora a planta carnívora *Sarracenia purpurea* (Bradshaw e Holzapfel, 1989), *Tripteroides bambusa*, que predomina em internódios de bambu (Sunahara e Mogi, 1998, 2002), e o gênero *Toxorhynchites*, que tende a realizar a oviposição em buracos de árvores e outros tipos de fitotelmata.

A seleção desses habitats larvais pode ser influenciada por fatores abióticos, como temperatura, qualidade da água, disponibilidade de recursos, presença de predadores e permanência do habitat. Esses fatores, juntamente com a precipitação, podem afetar o desenvolvimento, o crescimento e a sobrevivência dos mosquitos imaturos (Clements, 1992). Como encontrado por Alencar *et al.*, (2016), *Wy. (Pho.) edwardsi* foi registrada exclusivamente nas bromélias, corroborando a hipótese de que a relação do habitat larval da espécie na REGUA indica uma falta de variabilidade na escolha dos locais de oviposição. Em contrapartida, *Wy. arthrostigma* foi a única espécie do gênero presente nos três tipos de habitats larvais, demonstrando sua capacidade de adaptação a diferentes condições ambientais.

Durante o período amostral do presente estudo, foi possível constatar que as sete espécies encontradas com maior frequência não estiveram presentes em todos os meses analisados. A abundância total de espécies nas bromélias foi maior nos meses de abril e dezembro, enquanto no habitat larval do bambu, a abundância foi mais elevada nos meses de junho, julho e agosto. Marteis *et al.*, (2017) relataram que, no bioma da Caatinga, no fitotelma de bromélias, a maior abundância ocorreu nos meses de junho e agosto de 2014. Em contrapartida, Bastos *et al.*, (2021), estudando mosquitos em um remanescente de Mata Atlântica, encontraram a maior abundância no fitotelma de bambu nos meses de agosto e setembro. Esses resultados corroboram a hipótese de que as flutuações sazonais na abundância dos mosquitos são dependentes de interações complexas envolvendo fatores bióticos e abióticos. Assim, as diferenças observadas nos estudos podem estar relacionadas a fatores como a composição da fauna e as variações climáticas regionais. Já no fitotelma de raiz tabular, a maior abundância foi registrada no mês de julho.

Alencar *et al.*, (2016), ao realizarem um estudo sobre a ecologia de mosquitos na área da REGUA, constataram que a espécie encontrada em maior abundância nesse fitotelma foi *Cx. usquatus*, o que indica uma tendência de mudança, uma vez que a espécie

mais abundante no presente trabalho foi *Cx. mollis*. As espécies de mosquitos estão sujeitas a diversas variações ambientais e climáticas, como a estrutura do habitat, temperatura, precipitação, umidade e disponibilidade de recursos (Juliano, 2009). Além disso, a disponibilidade de água e matéria orgânica determina a viabilidade do ciclo de vida dos culicídeos (Service, 2008). *Culex mollis* foi encontrada em todos os tipos de fitotelmata avaliados, demonstrando características fisiológicas e comportamentais que lhe permitem explorar diversos habitats.

Durante o período seco, comum nos meses de inverno (junho, julho e agosto), *Cx. pleuristriatus* e *Cx. retusus* não foram encontradas. Cabe ressaltar que os mosquitos são altamente adaptáveis e sensíveis às mudanças em seu ambiente, e as espécies podem passar por rotatividade em sua distribuição e abundância ao longo do tempo, de acordo com os fatores mencionados anteriormente (Juliano, 2009).

## 9. CONCLUSÃO

Em conclusão, o estudo realizado sobre mosquitos que utilizam esses microhabitats para o seu desenvolvimento revelou padrões de distribuição e abundância das espécies, com destaque para *Wy. artrostigma*, *Cx. pleuristriatus* e *On. personatum*. Os fitotelmata internódios de bambu foram os habitats larvais que apresentaram o maior número de espécimes, seguidos pelas bromélias e raízes tabulares. Esse padrão de distribuição reflete a adequação ambiental dos diferentes fitotelmata para o desenvolvimento das larvas de mosquitos, sendo os internódios de bambu os mais favoráveis, provavelmente devido à sua maior capacidade de retenção de água e estabilidade ambiental.

A maior riqueza específica foi observada nos internódios de bambu (22 espécies), corroborando a importância desse habitat como local de desenvolvimento para a maioria das espécies presentes. Em contraste, a raiz tabular, apesar de abrigar menor número de espécimes, apresentou a maior diversidade e equitabilidade, sugerindo que este ambiente oferece condições mais equilibradas para a convivência de diferentes espécies de mosquitos. Esses resultados destacam a importância de considerar a diversidade de fitotelmata ao estudar a ecologia das populações de culicídeos, pois cada tipo de ambiente oferece recursos específicos que afetam a sobrevivência e o sucesso reprodutivo das espécies.

Assim, a pesquisa evidencia a complexidade ecológica dos fitotelmata e sua relevância para a biodiversidade, além de fornecer informações valiosas para o monitoramento de mosquitos vetores de patógenos em áreas tropicais como a Mata Atlântica. A Reserva Ecológica do Guapiaçu (REGUA) é uma importante área de proteção ambiental, que atrai visitantes de diversas partes do mundo devido à sua biodiversidade e à relevância ecológica de seus ecossistemas. Dentro desse contexto, a presença de espécies como *Hg. leucocelaenus* e *Ae. albopictus*, reconhecidas como vetores de patógenos, ressalta a importância do monitoramento contínuo e suas implicações nos riscos à saúde pública. Essas espécies desempenham papéis importantes na transmissão de patógenos, e, por isso, é essencial o estudo de sua dinâmica populacional, ciclo de vida e o impacto das variações ambientais.

## 10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALENCAR, J.; DE MELLO, C. F.; GUIMARÃES, A. É.; GIL-SANTANA, H. R.; SILVA, J. D. S.; SANTOS-MALLET, J. R.; GLEISER, R. M. Culicidae community composition and temporal dynamics in Guapiaçu Ecological Reserve, Cachoeiras de Macacu, Rio de Janeiro, Brazil. *PLoS ONE*, v. 10, p. e0122268, 2015. doi: 10.1371/journal.pone.0122268.
- ALENCAR, J.; MELLO, C. F. de; SERRA-FREIRE, N. M.; GUIMARÃES, A. É.; GIL-SANTANA, H. R.; GLEISER, R. M. Biodiversity and temporal distribution of immature Culicidae in the Atlantic Forest, Rio de Janeiro State, Brazil. *PLOS ONE*, v. 11, p. e0159240, 2016. doi: 10.1371/journal.pone.0159240.
- ANOSIKE, J. C.; et al. Epidemiology of tree-hole breeding mosquitoes in the tropical rainforest of Imo State, south-east Nigeria. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, v. 14, n. 1, p. 31–38, 2007.
- ARRESE, E. L.; SOULAGES, J. L. Insect fat body: energy, metabolism, and regulation. *Annual Review of Entomology*, v. 55, n. 1, p. 207-225, 2010.
- BATES, Marston. The natural history of mosquitoes. 1949.
- BECKER, N.; PETRIĆ, D.; ZGOMBA, M.; BOASE, C.; DAHL, C.; LANE, J.; KAISER, A. *Mosquitoes and their control*. Springer, 2010.
- BRADSHAW, W. E.; HOLZAPFEL, C. M. Predator-mediated, non-equilibrium coexistence of tree-hole mosquitoes in southeastern North America. *Oecologia*, v. 57, p. 239-256, 1983.
- BRUSCA, R. C.; BRUSCA, G. J. *Invertebrates*. Sunderland: Sinauer Associates, 1990.

- CÂMARA, I. G. Brief history of conservation in the Atlantic Forest. In: GALINDO-LEAL, C.; CÂMARA, I. G. (ed.). *The Atlantic Forest of South America: biodiversity status, threats, and outlook*. Washington, D.C.: Center for Applied Biodiversity Science; Island Press, 2003. p. 31-42.
- CHIARELLO, A. G. Effects of fragmentation of the Atlantic Forest on mammal communities in south-eastern Brazil. *Biological Conservation*, v. 89, n. 1, p. 71-82, 1999.
- CONSOLI, R. A. G. B.; OLIVEIRA, R. L. de. *Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil*. Rio de Janeiro: Fiocruz, 1994. 225 p.
- DA FONSECA, G. A. B.; ROBINSON, J. G. Forest size and structure: competitive and predatory effects on small mammal communities. *Biological Conservation*, v. 53, n. 4, p. 265-294, 1990.
- DEAN, W. *A ferro e fogo: a história e a devastação da Mata Atlântica brasileira*. São Paulo: Companhia das Letras, 1996.
- FAHRIG, L. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, v. 34, n. 1, p. 487-515, 2003.
- FISH, D. Phytotelmata flora and fauna. In: FRANK, J. H.; LOUNIBOS, L. P. (eds.). *Phytotelmata: terrestrial plants as host for aquatic insect communities*. Medford: Plexus Press, 1983. p. 101-128.
- FRANK, J. H.; LOUNIBOS, L. P. Insects and allies associated with bromeliads: a review. *Terrestrial Arthropod Reviews*, v. 1, p. 125-153, 2009.
- GOULD, E. A.; HIGGS, S. Impact of climate change and other factors on emerging arbovirus diseases. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, Oxford, v. 103, p. 109-121, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.trstmh.2008.07.025>.
- GREENEY, H. F. The insects of plant-held waters: a review and bibliography. *Journal of Tropical Ecology*, v. 17, p. 241-260, 2001. doi: 10.1017/S026646740100116X.
- GUBLER, D. J. Epidemic dengue/dengue hemorrhagic fever as a public health, social and economic problem in the 21st century. *Trends in Microbiology*, v. 10, n. 2, p. 100-103, 2002.
- GUBLER, D. J. The global emergence/resurgence of arboviral diseases as public health problems. *Archives of Medical Research*, v. 33, n. 4, p. 330-342, 2002.
- HAMMER, Ø.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. PAST: paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, v. 4, p. 1-9, 2001.

HARBACH, Ralph E.; PEYTON, Edward L. Morphology and evolution of the larval maxilla and its importance in the classification of the Sabethini (Diptera: Culicidae). *Mosquito Systematics*, v. 25, n. 1, p. 1-16, 1993.

HIROTA, M. M. Monitoring the Brazilian Atlantic Forest cover. In: GALINDO-LEAL, C.; CÂMARA, I. G. (ed.). *The Atlantic Forest of South America: biodiversity status, trends, and outlook*. Washington, D.C.: Center for Applied Biodiversity Science; Island Press, 2003. p. 60-65.

HOSSAIN, M. J.; S. M. A. Urbanization, agricultural intensification and climate change: a potential recipe for increased vulnerability to mosquito-borne diseases. *Environmental Science and Pollution Research*, v. 27, n. 9, p. 9342-9352, 2020.

IPCC, 2021: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

ISTOCK, C. A.; WASSERMAN, S. S.; ZIMMER, H. Ecology and evolution of the pitcher-plant mosquito: 1. Population dynamics and laboratory responses to food and population density. *Evolution*, v. 29, n. 2, p. 296-312, 1975.

JENKINS, D. W.; CARPENTER, S. J. Ecology of the tree hole breeding mosquitoes of Nearctic North America. *Ecological Monographs*, v. 16, p. 31-47, 1946. doi: 10.2307/1943573.

KITCHING, R. L. *Food webs and container habitats: the natural history and ecology of phytotelmata*. Cambridge: Cambridge University Press, 2000.

KITCHING, R. L. Food webs in phytotelmata: “bottom-up” and “top-down” explanations for community structure. *Annual Review of Entomology*, v. 46, p. 729-760, 2001. doi: 10.1146/annurev.ento.46.1.729.

KOVAC, D.; STREIT, B. The arthropod community of bamboo internodes in Peninsular Malaysia: microzonation and trophic structure. In: *Tropical Rainforest Research—Current Issues: Proceedings of the Conference held in Bandar Seri Begawan, April 1993*. Dordrecht: Springer Netherlands, 1996. p. 85-99.

KRAEMER, M. U. G.; REINER, R. C.; BRADY, O. J.; MESSINA, J. P.; PIGOTT, D. M.; et al. Past and future spread of the arbovirus vectors *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*. *Nature Microbiology*, v. 4, n. 5, p. 854-863, 2019.

LEAL, C. B. *Ecologia de girinos de *Corythomantis greeningi* (Anura: Hylidae) e microalgas em fitotelmata de troncos de árvores*. 2019. Tese (Doutorado em Biologia) — Universidade Federal do Ceará, Ceará, Brasil, 2019.

LEITE, M. P. C., DIAS, R., LEITE, P. J., SILVA, S. O. F., GIL-SANTANA, H. R., BARBOSA, R. P., & ALENCAR, J. (2024). Bamboo (Poales, Poaceae): An Important



Maintainer of Immature Mosquitoes (Diptera: Culicidae) in a Biodiversity Hotspot in the City of Rio de Janeiro, Brazil. *Life*, 14(3), 351.

LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, Ricardo; VASCONCELOS, Pedro F. C. Mosquitoes as bridge vectors of arboviruses in the Americas: the role of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in arbovirus emergence and reemergence. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, v. 113, n. 5, p. e170398, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0074-02760170398>.

LOZOVEI, A. L. Mosquitos dendrícolas (Diptera, Culicidae) em internódios de taquara da floresta atlântica, Serra do Mar e do Primeiro Planalto, Paraná, Brasil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v. 41, p. 501-510, 1998.

MACDONALD, W.; TRAUB, R. Malasian parasites XXXVIII: an introduction to the ecology of the mosquitoes of the lowland dipterocarp forest of Selangor, Malaya. *Stud. Inst. Med. Res.*, v. 29, p. 79–110, 1960

MACHADO-ALLISON, C. E.; et al. Mosquito communities in Venezuelan phytotelmata. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, v. 80, n. 1, p. 79-93, 1985.

MAGUIRE, B. Phytotelmata: biota and community structure determination in plant-held waters. *Annual Review of Ecology and Systematics*, v. 2, p. 439-464, 1971.

MARQUES, G. R. A. M.; FORATTINI, O. P. Culicídeos em bromélias: diversidade de fauna segundo influência antrópica, litoral de São Paulo. *Revista de Saúde Pública*, v. 42, p. 979–985, 2008. doi: 10.1590/S0034-89102008000600001.

MARTIN, C. E. Physiological ecology of the Bromeliaceae. *Botanical Review*, v. 60, p. 1-82, 1994.

MATTINGLY, P. F. *The biology of mosquito-borne disease*. London: Arnold, 1969. 134 p.

MITTERMEIER, R. A.; GIL, P. R.; HOFFMANN, M.; PILGRIM, J.; BROOKS, T.; MITTERMEIER, C. G.; LAMOREUX, J.; FONSECA, G. A. B. D. *Hotspots Revisited: Earth's Biologically Richest and Most Endangered Terrestrial Ecoregions*. Washington, DC: Cemex: Conservation International, 2004. 392 p.

MULLEN, G. R.; DURDEN, L. A. (ed.). *Medical and veterinary entomology*. Academic Press, 2009.

MÜLLER, G. A.; MARCHI, M. J.; MARCONDES, C. B. Mosquito immature in bamboo internodes in eastern Santa Catarina, South Brazil (Diptera: Culicidae). *Biotemas*, v. 27, p. 151–154, 2014. doi: 10.5007/2175-7925.2014v27n1p151.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B. da; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, v. 403, p. 853–858, 2000. doi: 10.1038/35002501.

NASCIMENTO-PEREIRA, A. C.; NEVES, M. S. A. S.; GUIMARÃES, A. R.; MOTTA, M. D. A.; LOURÊNÇO-DE-OLIVEIRA, R. *Wyeomyia shannoni* Lane & Cerqueira, 1942, a taxonomic puzzle (Diptera: Culicidae): synonymy, genus transfer, homonymy, and description of a new species of *Sabethes* Robineau-Desvoidy, 1827. *Zootaxa*, v. 5082, p. 259–277, 2021. doi: 10.11646/zootaxa.5082.3.4.

NUVOLONI, F. M.; ANTUNES, T. J.; ROSA, C. D.; PEREIRA, I. K.; TARDIVO, R. C. *Tamanho do habitat, espécies invasoras e influências locais: o papel das áreas protegidas em macroinvertebrados de bromélias-tanque*. Anais do 17º Congresso Nacional do Meio Ambiente, Poços de Caldas, MG, Brasil, 2020.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). *Imunização*. Genebra: OMS, 2023. Disponível em: <https://www.who.int/pt/news-room/fact-sheets/detail/immunization>. Acesso em: 6 maio 2025.

ORTEGA-MORALES, A. I.; MORENO-GARCÍA, M.; GONZÁLEZ-ACOSTA, C.; CORREA-MORALES, F. Mosquito surveillance in Mexico: The use of ovitraps for *Aedes aegypti*, *Ae. albopictus*, and non-target species. *Florida Entomologist*, v. 101, p. 623–626, 2018. doi: 10.1653/024.101.0425.

PINHEIRO, H. S. K. *Mapeamento digital de solos por redes neurais artificiais da Bacia Hidrográfica do Rio Guapi-Macacu, Rio de Janeiro*. 2012. 151 f. – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2012.

RIBEIRO, MILTON C. et al. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. *Biological conservation*, v. 142, n. 6, p. 1141–1153, 2009

SERVICE, M. *Medical entomology for students*. Cambridge: Cambridge University Press, 2008. 318 p.

SERVICE, M. W. *Mosquito ecology: field sampling methods*. London: Chapman and Hall, 1995. 988 p.

SHANNON, C. E. A mathematical theory of communication. *The Bell System Technical Journal*, v. 27, p. 379–423, 1948. doi: 10.1002/j.1538-7305.1948.tb01338.x.

SMITH, L. B.; DOWNS, R. J. Bromelioideae (Bromeliaceae). In: *Flora Neotropica Monograph 14*. New York: Hafner Press, 1979. p. 1658–1660.

STAHLHÖFER, B. D.; WEGENER, M. K.; MULLER, G. A. Mosquitoes (Diptera: Culicidae) in bamboo internodes in the northwestern region of the state of Rio Grande do Sul, Brazil. *Journal of Tropical Pathology*, v. 51, p. 165–170, 2022. doi: 10.5216/rpt.v51i2.70392.

SUNAHARA, T.; MOGI, M. Distributions of larval mosquitoes among bamboo-stump pools which vary in persistence and resource input. *Population Ecology*, v. 39, n. 2, p. 173–179, 1997.

SUTCLIFFE, J. F. Sensory bases of attractancy: morphology of mosquito olfactory sensilla - a review. *Journal of The American Mosquito Control Association*, Fresno, v. 10, n. 2 Pt 2, p. 309–315, 1994.

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. *Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal*. Rio de Janeiro: Ministério da Economia, Fazenda e Planejamento, Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Diretoria de Geociências, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1991. 123 p.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Global patient safety action plan 2021-2030: towards eliminating avoidable harm in health care*. World Health Organization, 2021.