



**UFRRJ**

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

**DISSERTAÇÃO**

**BAMBU (POALES, POACEAE): IMPORTANTE MANTENEDOR DE  
IMATUROS DE MOSQUITOS (DIPTERA: CULICIDAE) EM UM  
HOTSPOT DE BIODIVERSIDADE NA CIDADE DO RIO DE JANEIRO,  
BRASIL**

Manuella Pereira Cerqueira Leite

**2024**



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

BAMBU (POALES, POACEAE): IMPORTANTE MANTENEDOR DE IMATUROS DE MOSQUITOS (DIPTERA: CULICIDAE) EM UM HOTSPOT DE BIODIVERSIDADE NA CIDADE DO RIO DE JANEIRO, BRASIL

**Manuella Pereira Cerqueira Leite**

*Sob a Orientação do Professor*

**DR. JERONIMO AUGUSTO F. ALENCAR**

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

Fevereiro de 2024



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA ANIMAL



**TERMO Nº 123 / 2024 - PPGBA (12.28.01.00.00.00.42)**

**Nº do Protocolo: 23083.012017/2024-18**

**Seropédica-RJ, 06 de março de 2024.**

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

**MANUELLA PEREIRA CERQUEIRA LEITE**

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 21/02/2024**

*(Assinado digitalmente em 07/03/2024 17:57 )*

CECILIA FERREIRA DE MELLO  
ASSINANTE EXTERNO  
CPF: 108.944.867-80

*(Assinado digitalmente em 06/03/2024 21:21 )*

CARLOS BRISOLA MARCONDES  
ASSINANTE EXTERNO  
CPF: 203.393.806-91

*(Assinado digitalmente em 06/03/2024 23:20 )*

JERONIMO AUGUSTO FONSECA ALENCAR  
ASSINANTE EXTERNO  
CPF: 005.893.247-05

*(Assinado digitalmente em 06/03/2024 18:25 )*

SHAYENNE OLSSON FREITAS SILVA  
ASSINANTE EXTERNO  
CPF: 058.427.717-21

Visualize o documento original em <https://sipac.ufrrj.br/public/documentos/index.jsp>  
informando seu número: **123**, ano: **2024**, tipo: **TERMO**, data de emissão: **06/03/2024** e o  
código de verificação: **4cfbb61c22**

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

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

L533b Leite, Manuella Pereira Cerqueira, 1992-  
BAMBU (POALES, POACEAE): IMPORTANTE MANTENEDOR DE  
IMATUROS DE MOSQUITOS (DIPTERA: CULICIDAE) EM UM  
HOTSPOT DE BIODIVERSIDADE NA CIDADE DO RIO DE  
JANEIRO, BRASIL / Manuella Pereira Cerqueira Leite.  
RIO DE JANEIRO, 2024.  
87 f.: il.

Orientador: Jeronimo Augusto Fonseca Alencar.  
Dissertação(Mestrado). -- Universidade Federal Rural  
do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em  
Biologia Animal, 2024.

1. Culicidae. 2. Imaturos. 3. Hábitats larvais. 4.  
Diversidade. 5. Ecologia. I. Alencar, Jeronimo  
Augusto Fonseca, 1967-, orient. II Universidade  
Federal Rural do Rio de Janeiro. Programa de Pós  
Graduação em Biologia Animal III. Título.

Dedico,

Aos meus pais que sempre se empenharam imensamente para que eu pudesse ter o melhor acesso à educação. Me ensinaram principalmente a ser perseverante e que todo esforço e dedicação seriam recompensados. Obrigada por toda compreensão e carinho dedicados a mim nos momentos difíceis. Amo vocês!

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pois em meio à pandemia e sem perspectivas, me guiou até lugar certo, na hora certa para realizar mais um passo importante na minha vida.

Ao meu Orientador Prof. Dr. Jeronimo Alencar que aceitou o desafio de me orientar em um momento extremamente difícil, mesmo sem saber como seria, mas sempre acreditando que iríamos conseguir fazer o melhor trabalho possível dentro das nossas possibilidades. Acreditou no meu potencial mesmo sabendo que nunca havia trabalhado na área da pesquisa. Obrigada por todos os ensinamentos, paciência e compreensão. O seu amor à pesquisa é inspirador!

Ao Dr. Hélcio Reinaldo Gil-Santana pela colaboração na identificação dos espécimes de mosquitos, sua dedicação foi fundamental para a construção deste trabalho.

Aos professores do curso de Pós-graduação em Biologia animal pelos ensinamentos e experiências compartilhadas durante as disciplinas, toda essa troca foi muito importante para a construção desta pesquisa.

À Dra. Shayenne Olsson, Silva pelo auxílio na estruturação das análises estatísticas, por toda paciência e apoio que permitiram concluir este trabalho.

À Dra. Cecília Ferreira de Mello, por dividir todo o seu conhecimento, por toda paciência, ajuda e incentivo durante todo o processo do Mestrado, sua alegria e dedicação são contagiantes!

À M.Sc. Rayane Dias por estar sempre me apoiando e acompanhando desde o processo seletivo até o final da escrita, além de auxiliar quando necessário, você é incrível.

À M.Sc. Daniele de Aguiar Maia, por toda ajuda, organização e por compartilhar suas experiências, pois foram essenciais para o andamento do trabalho.

Ao M.Sc. Paulo José Leite, pela paciência, positividade, ensinamentos durante as coletas e por todas as palavras de apoio durante a escrita.

Aos colegas de laboratório, Nathalia, Nilton, Rebeca, Dálete, Letícia, Gabriela, Roger, Glauclia, Samara por todos os momentos compartilhados.

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

Aos motoristas disponibilizados pelo IOC pois sem eles não conseguiríamos realizar esse trabalho.

Aos meus amigos e familiares que compreenderam quando precisei me ausentar em momentos importantes para me dedicar à pesquisa, campo e escrita.

Ao meu namorado, parceiro de vida e melhor amigo por compreender as renúncias e os momentos de ausência, mas principalmente por me incentivar sempre!

A todos que estiveram presentes ao longo desses dois anos, que me incentivaram e torceram pelo meu sucesso.

O processo da Pós-graduação não é simples, mas com todos vocês ao meu lado pude concluir mais essa etapa na construção da minha carreira. Obrigada!

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), pela bolsa concedida (N°88887.646563/2021-00).

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.

## RESUMO

**CERQUEIRA, M. Bambu (Poales, Poaceae): importante mantenedor de imaturos de mosquitos (Diptera: Culicidae) em um hotspot de biodiversidade na cidade do Rio de Janeiro, Brasil.** Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro 2023. Dissertação de Mestrado.

As florestas tropicais contêm a maior parte da diversidade, ao mesmo tempo em que contêm os maiores hiatos no conhecimento da sua fauna. O Brasil, com alta biodiversidade, enfrentando uma alarmante destruição de habitats, com espécies sendo extintas antes que possam ser descobertas ou descritas pela ciência, tem uma necessidade urgente de ampliação dos inventários faunísticos, incluindo levantamentos da entomofauna. Assim sendo, o presente estudo propôs-se a analisar os aspectos bionômicos e a influência dos fatores abióticos sobre a fauna de mosquitos cujas fases imaturas desenvolvem-se em duas espécies de bambus: *Guadua tagoara* e *Bambusa vulgaris*, no Parque Nacional da Tijuca, Rio de Janeiro, Brasil. Os imaturos foram coletados em 10 plantas de bambus furados artificialmente, sendo utilizados 5 internódios em cada planta e divididos em dois pontos de amostragens com 5 plantas cada, ponto amostral 1 e ponto amostral 2, no período compreendido de março de 2022 a março de 2023. A cada 15 dias, a água dos internódios foi retirada através de sifonagem para a obtenção dos imaturos, com concomitante aferição de pH e temperatura. Em 23 amostragens obteve-se o total de 1845 imaturos, 72,14% dos quais no ponto amostral 1 e 27,86 % no ponto amostral 2. Desse total, 1162 indivíduos atingiram a fase adulta, pertencentes às seguintes espécies: *Culex iridescens*, *Culex neglectus*, *Haemagogus leucocelaenus*, *Orthopodomyia albicosta*, *Sabethes identicus*, *Sabethes melanonymphe*, *Sabethes purpureus*, *Toxorhynchites bambusicola*, *Toxorhynchites* sp., *Trichoprosopon compressum*, *Trichoprosopon pallidiventer*, *Wyeomyia arthrostigma*, *Wyeomyia codiocampa*, *Wyeomyia lutzi*, *Wyeomyia oblita*, *Wyeomyia personata*, *Wyeomyia serrata* e *Wyeomyia* sp. Foi observado que a maior abundância de imaturos de mosquitos deu-se na espécie de bambu *Guadua tagoara*, localizado no ponto amostral 1. O estudo revelou que índices de dominância mais elevados foram observados nos bambus 2 e 10, com dominância de *Orthopodomyia albicosta* e *Culex neglectus*. As maiores riquezas foram observadas nos bambus 1 e 5. Foi constatado que *Culex neglectus*, *Sabethes identicus*, *Wyeomyia oblita* e *Wyeomyia lutzi* frequentaram todas as plantas de bambus. Os maiores picos na abundância de imaturos de culicídeos foram encontrados nos meses de

novembro de 2022 e em janeiro de 2023. O parque Nacional da Floresta da Tijuca é um ponto turístico e recebe muitos visitantes, sendo assim, o ser humano pode se tornar uma fonte alimentar acessível para os mosquitos dessa área, tendo em vista a presença de vetores de patógenos, acreditamos que deve ser dada especial atenção na vigilância entomológica e epidemiológica na área da unidade de conservação e no seu entorno.

**Palavras-chave:** Floresta da Tijuca, habitats larvais, larva, ecologia.

## ABSTRACT

CERQUEIRA, M. Bamboo (Poales, Poaceae): Important maintainer of immature mosquitoes (Diptera: Culicidae) in a biodiversity hotspot in the city of Rio de Janeiro, Brazil. Institute of Biological and Health Sciences, Federal Rural University of Rio de Janeiro 2021. Master's Dissertation.

Although tropical forests are home to most of the global diversity, they suffer from the most significant knowledge gaps concerning their fauna. Despite its high biodiversity, Brazil is facing an alarming destruction of habitats, with species becoming extinct before they can be discovered or described by science. Therefore, there is an urgent need to expand wildlife inventories, including entomofauna surveys. The present study *aimed to analyze* the bionomic aspects and the influence of abiotic factors on mosquito fauna whose immature phases develop in two bamboo species, *Guadua tagoara* and *Bambusa vulgaris*, in Tijuca National Park, Rio de Janeiro, Brazil. Immatures were collected in 10 artificially drilled bamboos, in five stalks internodes per plant, in two sampling points, from March 2022 to March 2023, during 23 collections. Every 15 days, the water from the internodes was removed through siphoning to obtain the immature ones, with concomitant measurement of pH and temperature. A total of 1845 immatures were obtained, 72.14% at sampling point 1 and 27.86% at sampling point 2. Out of these, 1162 individuals reached adulthood, belonging to the following species: *Culex iridescens*, *Culex neglectus*, *Haemagogus leucocelaenus*, *Orthopodomyia albicosta*, *Sabethes identicus*, *Sabethes melanonymphe*, *Sabethes purpureus*, *Toxorhynchites bambusicola*, *Toxorhynchites* sp., *Trichoprosopon compressum*, *Trichoprosopon pallidiventer*, *Wyeomyia arthrostigma*, *Wyeomyia codiocampa*, *Wyeomyia lutzi*, *Wyeomyia oblita*, *Wyeomyia personata*, *Wyeomyia serrata*, and *Wyeomyia* sp. It was observed that the greatest abundance of immature mosquitoes occurred in the *Guadua tagoara* bamboo species, located at sampling point 1. The study revealed that higher dominance rates were observed in bamboos 2 and 10, with dominance of *Orthopodomyia albicosta* and *Culex. neglectus*. The greatest richness was observed in bamboos 1 and 5. It was found that *Culex neglectus*, *Sabethes identicus*, *Wyeomyia oblita* and *Wyeomyia lutzi* frequented all bamboo plants. The biggest peaks in the abundance of immature culicids were found in November 2022 and January 2023. The Tijuca National Park is a tourist spot and receives a large number of visitors. Thus, humans can become an accessible food source for mosquitoes in this area, making the species survey critical since important arbovirus vectors have been recorded in Rio de Janeiro.

**Keywords:** Tijuca Forest, larval habitats, larvae, ecology.

## 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
D	Dominância
FIOCRUZ	Fundação Oswaldo Cruz
H'	Índice de diversidade de Shannon
ICMBio	Instituto Chico Mendes da Biodiversidade Conservação
IOC	Instituto Oswaldo Cruz
J	Equitabilidade de Shannon
Km <sup>2</sup>	Quilômetro quadrado
m	Metros
MEV	Microscopia Eletrônica de Varredura
NMBA	National Mission on Bamboo Applications;
PARNA	Parque nacional
pH	Potencial hidrogeniônico
PNT	Parque Nacional da Tijuca
S	Riqueza específica
SISBIO	Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação
UC	Unidade de conservação

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> (A) Ovos de Anopheles (Foto: Acervo Laboratório de Malária e Dengue/ Inpa; (B) Ovos de <i>Culex</i> sp. postos em conjunto. Foto: Paulo Urbinatti; (C) Ovos de culicíneos. ....	3
<b>Figura 2.</b> Formas imaturas de Culicídeos (Fonte: Walther Ishikawa/Planeta Invertebrados)...	4
<b>Figura 3.</b> Pupa de culicídeo (Fonte: Jan Hamrsky/lifeinfreshwater.net). ....	5
<b>Figura 4.</b> Macho com suas antenas plumosas e os palpos longos. Fêmea com antena pilosa. (Fonte: Entomologia, ProEpi/ 2018). ....	6
<b>Figura 5.</b> Detalhe das escamas nas asas dos culicídeos (Fonte: Walter Reed Biosystematics Unit Website).....	6
<b>Figura 6.</b> Ciclo de vida holometábolo de <i>Aedes albopictus</i> : Ovo – 4 estágios larvais – Pupa – Adulto).....	7
<b>Figura 7.</b> Ovos fotomicrografados por MEV; (Fonte: Forattini, 2002; Mello <i>et al.</i> , 2017).....	9
<b>Figura 8.</b> <i>Aedes fluviatilis</i> (Lutz, 1904) emergindo da pupa (Fonte: Walther Ishikawa). ....	10
<b>Figura 9.</b> Fêmea <i>Aedes</i> sp. ingurgitada. James Gathany, USCDCP.....	11
<b>Figura 10.</b> Imaturos de mosquitos em fitotelmata (A) Folha acumulando água; (B) Bromeliáceas com água acumulada; (C) Bambuzal (Fonte: Freepik Company S.L, Marcio Mocelin/IOC e Exotic plants).....	16
<b>Figura 11.</b> Estrutura em comum em todas as espécies de bambu Fonte: national mission on bamboo applications - NMBA, 2004, p. 24.....	26
<b>Figura 12.</b> Esquema simplificado de internódios (Fonte: Pereira & Beraldo (2008)).....	27

<b>Figura 13.</b> <i>Guadua tagoara</i> (A) Hábito; (B) Internódios; (C) Internódios furados artificialmente; (D) Danos físicos aos internódios. ....	28
<b>Figura 14.</b> <i>Bambusa vulgaris</i> (A) Hábito; (B) Internódios; (C) Internódio e folha caulinar...	29
<b>Figura 15.</b> <i>Bambusa vulgaris</i> (A) Folhas em galho; (B) Nó do internódio com gema; (C) Internódio furados artificialmente. ....	30
<b>Figura 16.</b> Mapa de distribuição dos pontos de coleta do PNT localizado no município do Rio de Janeiro, estado do Rio de Janeiro, Brasil. Fonte: Cecilia Ferreira de Mello, 2023. ....	32
<b>Figura 17.</b> (A) Caracterização do ponto amostral 1; (B) Hábito relacionado ao bambu; (C) Utilização da corda para chegada ao ponto amostral 1. ....	33
<b>Figura 18.</b> (A) Caracterização do ponto amostral 2; (B) Hábito relacionado ao bambu; (C) Utilização de corda para descer até o ponto amostral 2. ....	33
<b>Figura 19.</b> (A) Coleta de imaturos com o manuseio da furadeira recarregável; (B) Momento de perfuração dos bambus vivos; (C) Placa de identificação instalada em todas as plantas; (D) Perfuração dos internódios. ....	34
<b>Figura 20.</b> (A) Coleta de imaturos com sugador manual em bambu, localizado no Parque Nacional da Tijuca, Rio de Janeiro, estado do Rio de Janeiro; (B) Coleta de imaturos com sugador manual em bambu; (C) Conferência da água proveniente da coleta. ....	35
<b>Figura 21.</b> (A) Contagem das larvas e cuidados necessários com o material coletado; (B) Alimentando as larvas com ração para peixe dissolvida; (C) Criação das larvas. ....	35
<b>Figura 22.</b> Abundância de imaturos de mosquitos em <i>Guadua tagoara</i> no ponto amostral1 (Bambus 1-5) no Parque Nacional da Tijuca, estado do Rio de Janeiro, Brasil, no período de coleta de março de 2022 a março de 2023.....	39

<b>Figura 23.</b> Abundância de imaturos de mosquitos em <i>Bambusa vulgaris</i> no ponto amostral 2 (Bambus 6-10) no Parque Nacional da Tijuca, estado do Rio de Janeiro, Brasil, no período de coleta de março de 2022 a março de 2023.....	40
<b>Figura 24.</b> Espécies encontradas nos dois pontos amostrais do Parque Nacional da Tijuca, município do Rio de Janeiro, cidade do estado do Rio de Janeiro, Brasil, de março de 2022 a março de 2023. ....	41
<b>Figura 25.</b> Frequência mensal de imaturos de mosquitos no Parque Nacional da Tijuca, estado do Rio de Janeiro, Brasil, no período de coleta de março de 2022 a março de 2023 .....	43
<b>Figura 26.</b> Abundância mensal de machos e fêmeas de mosquitos no Parque Nacional da Tijuca, estado do Rio de Janeiro, Brasil, no período de coleta de março de 2022 a março de 2023 .....	45
<b>Figura 27.</b> Abundância mensal de mosquitos e temperatura no Parque Nacional da Tijuca, cidade do Rio de Janeiro, Brasil, entre março de 2022 e março de 2023.....	46
<b>Figura 28.</b> Abundância de imaturos dentro dos bambus correlacionados com a temperatura e pH no Parque Nacional da Tijuca, Rio de Janeiro, Brasil, no período de coleta de março de 2022 a março de 2023.....	47
<b>Figura 29.</b> Abundância de imaturos dentro dos bambus, nos pontos amostrais 1 (A) e 2 (B), correlacionados com a temperatura e pH no Parque Nacional da Tijuca, Rio de Janeiro, Brasil, no período de coleta de março de 2022 a março de 2023.....	48
<b>Figura 30.</b> Abundância de imaturos dentro dos internódios dos bambus correlacionados com a temperatura (A) e pH (B) no Parque Nacional da Tijuca, Rio de Janeiro, Brasil, no período de coleta de março de 2022 a março de 2023.....	49
<b>Figura 31.</b> Abundância de imaturos dentro dos internódios dos bambus correlacionados com a temperatura e pH, no ponto amostral 1 (A) e ponto amostral 2 (B) no Parque Nacional da Tijuca, Rio de Janeiro, Brasil, no período de coleta de março de 2022 a março de 2023.....	50

**Figura 32.** Abundância de imaturos dos bambus correlacionados com o volume de água (ml), na espécie *Guadua tagoara* (ponto amostral 1) no Parque Nacional da Tijuca, Rio de Janeiro, Brasil, no período de coleta de março de 2022 a março de 2023.....51

**Figura 33.** Abundância de imaturos dos bambus correlacionados com o volume de água (ml), na espécie *Bambusa vulgaris* (ponto amostral 2) no Parque Nacional da Tijuca, Rio de Janeiro, Brasil, no período de coleta de março de 2022 a março de 2023.....51

**Figura 34.** Abundância de imaturos dos internódios correlacionados com o volume de água (ml), na espécie *Guada tagoara* (ponto amostral 1) no Parque Nacional da Tijuca, Rio de Janeiro, Brasil, no período de coleta de março de 2022 a março de 2023. ....52

**Figura 35.** Abundância de imaturos dos internódios correlacionados com o volume de água (ml), na espécie *Bambusa vulgaris* (ponto amostral 2) no Parque Nacional da Tijuca, Rio de Janeiro, Brasil, no período de coleta de março de 2022 a março de 2023. ....52

## **LISTA DE TABELAS**

<b>Tabela 1.</b> Índices de diversidade de imaturos de mosquitos em plantas de bambus no Parque Nacional da Tijuca, estado do Rio de Janeiro, Brasil, no período de coleta de março de 2022 a março de 2023.....	39
<b>Tabela 2.</b> Índices de diversidade de imaturos de mosquitos encontrados em internódios de bambus no ponto amostral 1 do Parque Nacional da Tijuca, estado do Rio de Janeiro, Brasil, no período de coleta de março de 2022 a março de 2023.....	41
<b>Tabela 3.</b> Índices de diversidade de imaturos de mosquitos encontrados em internódios de bambus no ponto amostral 2 do Parque Nacional da Tijuca, estado do Rio de Janeiro, Brasil, no período de coleta de março de 2022 a março de 2023.....	42
<b>Tabela 4.</b> Índices de diversidade de imaturos de mosquitos no Parque Nacional da Tijuca, estado do Rio de Janeiro, Brasil, no período de coleta de março de 2022 a março de 2023....	44

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	1
1.1. CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DOS CULICIDAE.....	3
1.2. CICLO DE VIDA.....	7
1.2.1. Ovos.....	8
1.2.2. Larvas .....	9
1.2.3. Pupas.....	9
1.2.4. Adultos .....	10
<b>2. REVISÃO DA LITERATURA .....</b>	11
<b>3. ECOLOGIA DOS CULICÍDEOS .....</b>	14
3.1. HÁBITATS DOS IMATUROS .....	15
3.2. BREVE HISTÓRICO DE PATÓGENOS TRANSMITIDOS POR MOSQUITOS E VIGILÂNCIA ENTOMOLÓGICA .....	17
<b>4. MATA ATLÂNTICA.....</b>	19
4.1. UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DA NATUREZA, A IMPORTÂNCIA DO PARQUE NACIONAL DA TIJUCA NA CONSERVAÇÃO DA NATUREZA NO RIO DE JANEIRO .....	21
4.2. BAMBU UM IMPORTANTE HÁBITAT LARVAL NA MANUTENÇÃO DOS MOSQUITOS .....	24
<b>5. OBJETIVOS .....</b>	31
5.1. OBJETIVO GERAL.....	31
5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	31
<b>6. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	31
6.1. DECLARAÇÃO DE ÉTICA.....	31
6.2. CARACTERIZAÇÃO DOS PONTOS AMOSTRAIS .....	31
6.3. OBTENÇÃO DOS DADOS METEOROLÓGICOS .....	36
6.4. ANÁLISES ESTATÍSTICAS .....	36

6.5. ÍNDICES DE DIVERSIDADE .....	37
7. RESULTADOS.....	38
8. DISCUSSÃO .....	53
9. CONCLUSÕES .....	55
10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	56

## 1. INTRODUÇÃO

A classe Insecta reúne o grupo zoológico de maior diversidade biológica na natureza (Borror & Delong, 1988). O inseto adulto é composto por três regiões funcionais: cabeça, tórax e abdome. Na cabeça, estão localizados os órgãos dos sentidos. No tórax estão presentes, principalmente, as estruturas de locomoção. No abdome, estão presentes os órgãos dos sistemas digestivo, excretor e reprodutor (Brusca; Brusca, 1990).

Atualmente, cerca de um milhão de espécies são descritas, este número evidencia o seu sucesso evolutivo, seus atributos permitem que eles participem dos processos e interações ecológicas fundamentais à manutenção da dinâmica e funcionamento dos ecossistemas terrestres (Ruppert & Barnes, 1996; Brusca & Brusca, 2007). Dada esta importância e dominância, programas de avaliação de impacto ambiental devem considerar o estudo destes invertebrados (Taylor & Doran, 2001).

É preciso assinalar a importância econômica e social destes invertebrados, pois enquanto algumas espécies elaboram produtos de valor comercial (Borror & Delong, 1988), outras são pragas agrícolas ou vetores de diversas doenças tropicais (Mariconi *et al.*, 1999; Marcondes, 2011). Os insetos também degradam a matéria orgânica, reciclam nutrientes, aeram o solo, polinizam as plantas, participando destas e de inúmeras interações ecológicas importantes (Borror & Delong, 1988).

A ordem Diptera constitui uma das maiores ordens de insetos em termos de diversidade, classificadas em aproximadamente 11 mil gêneros, distribuídos em 188 famílias (Thompson, 2023) e divididas em subordens. A palavra Diptera tem origem no grego, sendo que “di” significa duas e “ptero” significa asa. Logo, a principal característica que difere os insetos deste grupo é a presença de duas asas (Carvalho *et al.*, 2012).

Entre os insetos, a ordem Diptera comprehende duas subordens, *Nematocera* e *Brachycera*, sendo a primeira composta principalmente por mosquitos e a segunda pelas diversas famílias de moscas, e que juntas são compostas por cerca de 160 mil espécies em todo planeta (Carvalho *et al.*, 2012). Os mosquitos são dípteros nematóceros, pertencentes à família Culicidae, conhecidos também como pernilongos, muriçucas ou carapanãs (Rueda, 2008). Os registros fósseis podem fornecer dados importantes quanto à evolução biológica, mas neste caso, os dados são incompletos para documentar com precisão as idades dos grupos taxonômicos. A fragilidade e o tamanho destes organismos são características que contribuem

para essa escassez. Esses registros apontam para o surgimento dos mosquitos no período da era Mesozóica, o fóssil mais antigo descoberto pertence ao período Cretáceo (Harbach, 2023).

Este fóssil foi descoberto recentemente, no Líbano, conservado em âmbar foi datado do início do período Cretáceo, apresenta dois espécimes machos que possuem peças bucais penetrantes, sugerindo que houve mudança na dieta nectarívora para a hematófaga, característica que não foi mantida pelos machos durante a evolução, o mesmo foi observado em quironomídeos fósseis (Harbach, 2023).

Cerca de 30 milhões de anos separam o âmbar libanês e o fóssil anteriormente considerado o mais antigo, no qual traz uma fêmea de mosquito da espécie *Burmaculex antiquus* (Borkent & Grimaldi 2004) encontrado em âmbar ainda com sangue no abdômen, localizado na cidade de Myanmar (antiga Birmânia) em 1999 (Harbach, 2023).

O conhecimento ecológico assim como o taxonômico das principais ordens de classe Insecta, como Diptera, tem sido direcionado para espécies de importância econômica ou médica (Lewinsohn *et al.*, 2005). Os Culicidae têm recebido muita atenção devido ao seu papel na transmissão de muitos agentes patogénicos importantes que causam graves problemas de saúde pública (Organização Mundial de Saúde, 2018). Na atualidade existem aproximadamente 3.719 espécies de mosquitos conhecidas, divididas em duas subfamílias: Culicinae Meigen, 1818 e Anophelinae Grassi, 1900, divididas em aproximadamente 113 gêneros (Harbach 2023), ou 42 gêneros de acordo com a classificação de Wilkerson *et al.*, 2015.

A região zoogeográfica neotropical apresenta o maior endemismo já que grande parte das espécies dessa família são restritas a essa região biogeográfica, ocorrendo em todas as regiões da terra, exceto na Antártida (Ward, 1982; Forattini, 1996).

A subfamília Anophelinae possui três gêneros: *Anopheles* Meigen, 1818, *Chagasia* Cruz, 1906 e *Bironella* Theobald, 1905. Já os Culicinae, possuem 110 gêneros divididos em 11 tribos: Aedeomyiini Theobald, 1901; Aedini Neveu-Lemaire, 1902; Culicini Meigen, 1818; Culisetini Belkin, 1962; Ficalbiini Belkin, 1962; Hodgesiini Belkin, 1962; Mansoniini Belkin, 1962; Orthopodomyiini Belkin, Heinemann & Page, 1970; Sabethini Blanchard, 1905; Toxorhynchitini Lahille, 1904 e Uranotaeniini Lahille, 1904 (Harbach, 2023).

A família Culicidae é monofilética, ou seja, é conjunto de espécies que compartilham um ancestral comum, no entanto, as relações entre alguns gêneros ainda não estão esclarecidas. A subfamília Anophelinae é uma linhagem monofilética basal a todos os outros Culicidae, e o gênero *Chagasia* é uma linhagem monofilética basal a outros Anophelinae. A subfamília Culicinae não é comprovadamente monofilética em relação ao gênero *Toxorhynchites*. As tribos Aedini, Culicini e Sabethini são monofiléticas, mas a monofilia das outras tribos não foi

testada e suas relações filéticas são incertas. Embora baseada na análise de poucas espécies, as sequências dos genes COX1, COX2, NADH4, NADH5 e CYOB do mtDNA avaliados no estudo de Aragão *et al.*, (2019) suportam a monofilia dos Anophelinae, Aedini, Culicini e Sabethini (Harbach & Kitching 1998, Harbach 2023).

### 1.1. CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DOS CULICIDAE

São encontradas distinções no formato e na quantidade de ovos. Os ovos de Anophelinae, em sua grande maioria, possuem expansões laterais no cório, chamados flutuadores, cuja função já é definida pela sua própria denominação (Fig. 1).

O volume da postura pode variar de 50 a 500 ovos por fêmea depositados diretamente na água, em local úmido bem próximo da água ou na face inferior de substratos flutuantes na água, podem ser ovipostos individualmente ou em jangadas (Consoli & Lourenço-de-Oliveira, 1994). O número de ovos é influenciado pelo estado fisiológico das fêmeas, sendo as fêmeas jovens as mais propensas a produzirem quantidades maiores de ovos. Além disso, a qualidade da fonte alimentar também influencia na fecundidade (Briegel; Rezzonico, 1985).



**Figura 1.** (A) Ovos de *Anopheles* (Foto: Acervo Laboratório de Malária e Dengue/ Inpa (Disponível em: <https://www.gov.br/inpa/pt-br/assuntos/noticias/inpa-expoe-avancos-cientificos-e-tecnologicos-em-evento-alusivo-ao-dia-da-malaria-nas-americas>); (B) Ovos de *Culex* sp. postos em conjunto. Foto: Paulo Urbinatti (Disponível em: [https://issuu.com/camlillalorenz/docs/livro\\_o\\_fant\\_stico\\_mundo\\_dos\\_mosquitos](https://issuu.com/camlillalorenz/docs/livro_o_fant_stico_mundo_dos_mosquitos)); (C) Ovos de culicíneos.

A eclosão se dá após o rompimento do cório, através do atrito realizado por uma estrutura quitinosa situada na cabeça da larva, formando uma fenda na extremidade do ovo permitindo a saída da larva em seu primeiro estádio larval (Forattini, 1996).

As larvas dos mosquitos possuem o corpo dividido em cabeça, tórax e abdome com oito segmentos, desprovidas de apêndices locomotores (Fig. 2). Apesar de serem aquáticas, as larvas

necessitam de oxigênio para respirar e para isso, as larvas vão até a superfície da água, as larvas de Anophelinae ficam paralelas à superfície e respiram através de cerdas adaptadas, enquanto as larvas de Culicinae se posicionam de forma perpendicular utilizando seu sifão respiratório. A cabeça e o tórax são arredondados, globulares, enquanto o abdome é mais alongado. No corpo da larva inserem-se mais de 200 pares de cerdas, cujo aspecto e tamanho é de grande importância na identificação. As larvas são capazes de morder, triturar e raspar superfícies ou substâncias para adquirir alimento por meio das escovas bucais modificadas, das mandíbulas e das maxilas (Clements, 1992). O estudo da distribuição e denominação das cerdas das larvas chama-se quetotaxia, esta é a terminologia empregada para as cerdas seguindo a lógica da posição em que a mesma está inserida, a letra referente ao local seguida do seu número. Por exemplo, 2-C é a segunda cerda da cabeça, 2-III, a segunda cerda do terceiro segmento abdominal. No segmento VIII do abdome, além de cinco pares de cerdas, existe um conjunto lateral de escamas: a escova ou pente do segmento VIII (Forattini, 1996).



**Figura 2.** Formas imaturas de Culicídeos (Fonte: Walther Ishikawa/Planeta Invertebrados).

As larvas mudam de estádio e se transformam em pupas, estas possuem aspecto de vírgula e são divididas em duas porções: céfalotorax (cabeça + tórax) e abdome (Fig. 3). O par de paletas natatórias presentes na porção final do abdome, auxiliam na locomoção já que as pupas se movimentam bastante no corpo d'água, para isso, utilizam suas reservas energéticas provenientes de suas fases larvais, já que não se alimentam na fase de pupa (Almeida, 2011).



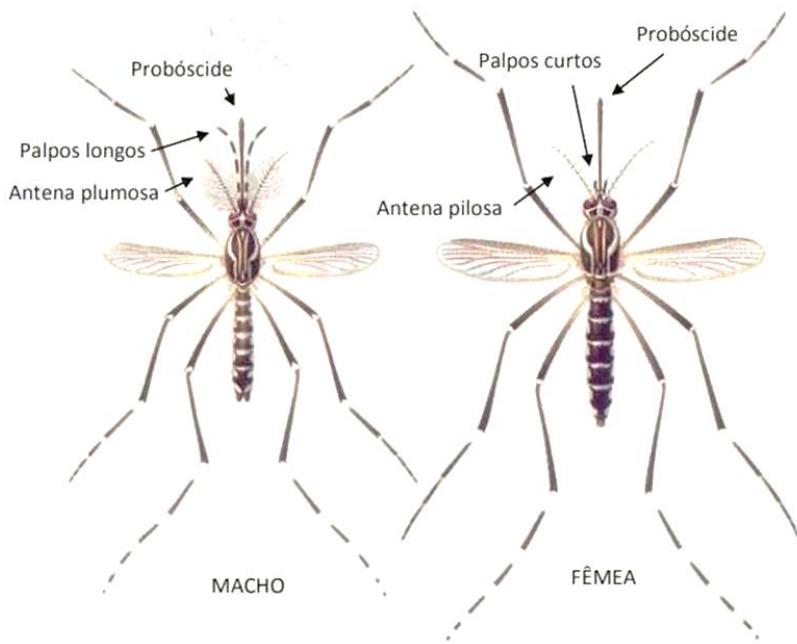
**Figura 1.** Pupa de culicídeo (Fonte: Jan Hamrsky/lifeinfreshwater.net).

A pupa de Culicinae pode ser classificada como adéctica e obtecta, isto é, destituída de mandíbulas funcionais e com apêndices justapostos ao corpo. Tem contorno geral que lembra uma vírgula. No céfalon implantam-se um par de estruturas tubulares, as trompas respiratórias, nas quais se abrem para o exterior os espiráculos para captar o ar, essas mostram ampla variedade morfológica, em anofelinos essa trompa é mais dilatada.

Os mosquitos adultos apresentam as seguintes características: são alados, medem aproximadamente 3-6 mm de comprimento, possuem corpo delgado, presença de escamas, pernas e antenas longas. Seu corpo é todo recoberto por escamas de diversas tonalidades e tamanho, que dão sua coloração e são elementos importantes para a diagnose específica, diferenciando de outros dípteros por esta característica. A maior parte dos órgãos internos se encontra no abdome, como os aparelhos reprodutor, digestivo e excretor (Forattini, 2002).

A cabeça é esférica, com olhos compostos por omatídeos e sem ocelos. Na cabeça estão os principais órgãos sensoriais, como os olhos compostos, as antenas e os palpos (Sutcliffe, 1994).

Possuem probóscide longa e flexível, palpos constituídos por cinco artículos, antenas com um flagelo longo geralmente com mais de seis segmentos o que os classifica dentro da subordem Nematocera. A forma de dimorfismo sexual mais comum está nas antenas (Fig. 4), além de suas peças bucais e genitália. Os segmentos flagelares nas antenas são revestidos por pelos, em geral mais longos e numerosos nos machos do que nas fêmeas, sendo assim, as antenas das fêmeas são denominadas pilosas e a dos machos plumosas (Fig. 4) (Christophers 1960, Consoli & Lourenço-de-Oliveira 1994).



**Figura 4.** Macho com suas antenas plumosas e os palpos longos. Fêmea com antena pilosa. (Fonte: Entomologia, ProEpi/ 2018).

No tórax estão os apêndices utilizados na locomoção, três pares de pernas, dois orifícios respiratórios, somente um par de asas mesotóracicas membranosas com veias cobertas de escamas (Almeida, 2011) (Fig. 5), e no metatórax, como é característico dos dípteros em geral, um par de halteres. O par de asas é uma das principais características, que faz com que eles sejam incluídos no grupo dos dípteros.

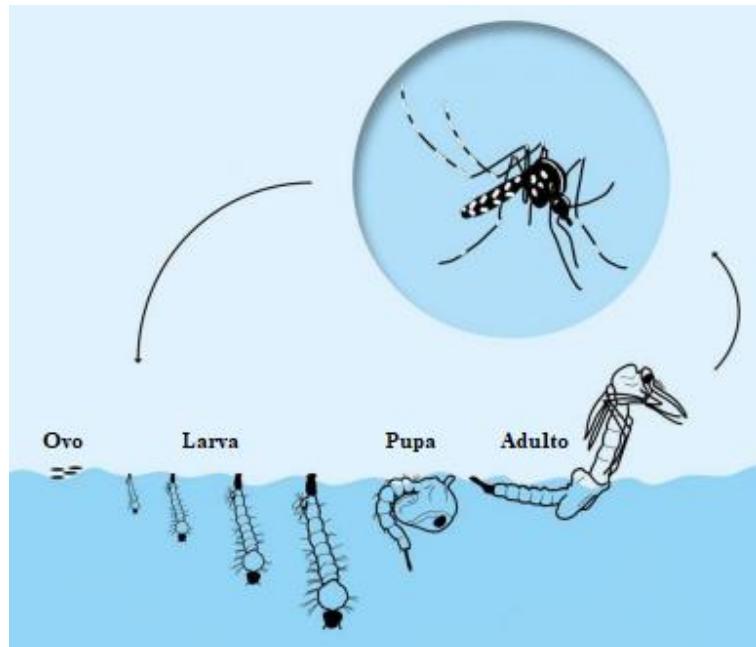


**Figura 5.** Detalhe das escamas nas asas dos culicídeos. (A) *Anopheles aconitus* Dönitz, 1902 (B) *Haemagogus janthinomys* Dyar, 1921 (Fonte: Walter Reed Biosystematics Unit Website).

## 1.2. CICLO DE VIDA

Os culicídeos apresentam desenvolvimento pós-embriônário holometabólico, ou seja, metamorfose completa, com ciclo biológico compreendendo diversos estágios antes de atingirem a maturação, são elas: ovo, quatro estádios larvais (L1, L2, L3 e L4), pupa e finalmente, a maturação (Forattini, 1996) (Fig.6). Os culicídeos passam por quatro estádios larvais antes de chegar à fase de pupa, mas para que possam crescer, é necessário que façam a ecdise entre cada etapa (Harbach & Knight, 1980). Este ciclo acontece em dois meios distintos, os adultos vivem no meio terrestre e as formas imaturas no meio aquático (Forattini, 2002).

Os ovos que são postos diretamente na superfície da água eclodem assim que completam o seu desenvolvimento embrionário, já os ovos que são postos em locais úmidos ou próximos à água podem passar por uma fase chamada diapausa, caracterizada por uma suspensão da eclosão após o término do desenvolvimento embrionário. Fatores extrínsecos, como foto periodicidade, pH, temperatura e nutrição, têm sido relacionados com a incidência da diapausa. Elucidando a importância das condições ambientais para o desenvolvimento do embrião e o tempo de permanência no ovo, estimulando ou o inibindo (Harrington *et al.*, 2008; Cristina *et al.*, 2015).



**Figura 6.** Ciclo de vida holometábolico de *Aedes albopictus*: Ovo – 4 estágios larvais – Pupa – Adulto. Fonte: (<http://www.mosquitoalert.com/en/info-mosquitoes/biology/>).

A duração completa do ciclo de vida desde o ovo ao adulto pode variar de 7 a 20 dias, de acordo com a espécie, condições do habitat larval, condições atmosféricas e da disponibilidade de alimento (Montes, 2005; Almeida, 2011). O comportamento bioecológico de mosquitos urbanos e silvestres podem apresentar diferenças na duração de seu ciclo de vida devido às condições específicas de seus habitats.

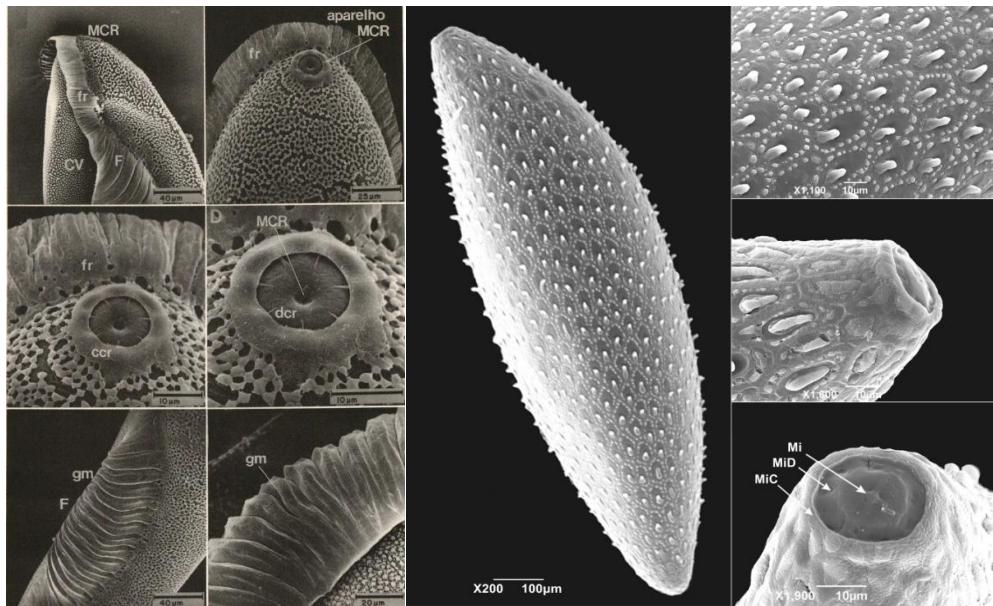
As formas imaturas podem habitar todo o tipo de coleção de água, sendo também observada a existência de múltiplos tipos de especializações como pântanos florestados ou não, água salobra, buracos em árvores, axilas de plantas, conchas vazias de moluscos, buracos de árvores, bromélias, recipientes feitos pelo homem como copos, pneus e muitos outros (Juliano, 2009).

### **1.2.1. Ovos**

Os mosquitos apresentam ovos elípticos, alongados, muitas vezes achatados e levemente côncavos, possuem simetria bilateral e escurecem em poucos minutos após a sua postura. Podem ser ovipostos individualmente ou em conjunto; diretamente na água, em superfícies úmidas ou próximas ao corpo d'água; podem possuir ou não flutuadores. A quantidade de ovos varia de acordo com o gênero (Consoli & Lourenço-de-Oliveira, 1994).

Os anofelinos depositam seus ovos de forma individual na própria lâmina d'água, possuem formato de canoa com flutuadores laterais. O gênero *Aedes* tem preferência em ovipor individualmente, em pequenas quantidades e em substratos próximos aos reservatórios de água potencialmente inundáveis, seus ovos são mais resistentes à dessecação ou podem apresentar o mecanismo de diapausa. Espécies do gênero *Culex* realizam postura com grande quantidade de ovos em formato de uma jangada, possuindo baixa resistência ao ressecamento (Causey *et al.*, 1944; Robich e Denlinger, 2005; Subra, 1981).

Para que a visualização das estruturas com alta resolução e amplificação da superfície dos relevos, por exemplo, do exocório, é empregada a utilização da microscopia eletrônica de varredura (MEV). Na extremidade anterior do ovo encontra-se um pequeno orifício denominado micrópila, o qual permite a penetração do espermatozoide para que aconteça a fecundação do óvulo (Foratini, 2002) (Fig. 7).



**Figura 7.** Ovos fotomicrografados por MEV; (Fonte: Forattini, 2002; Mello *et al.*, 2017).

### 1.2.2. Larvas

Nesta etapa de desenvolvimento, as larvas se alimentam de substâncias orgânicas e microrganismos presentes na água, no interior do habitat larval, grande parte de sua alimentação é realizada através da filtração, mas algumas espécies podem apresentar comportamento predatório, culminando em competição. Existem quatro diferentes estádios de desenvolvimento das larvas (L1, L2, L3 e L4), em cada mudança é necessário que aconteça a ecdise, as exúvias podem ser vistas na água após cada troca (Courret; Dotson; Benedict, 2014; Kauffman *et al.*, 2017).

O segundo e terceiro estádios são mais curtos que o primeiro, já o quarto é considerado o mais longo, pois é neste estádio que vão ocorrer as transformações orgânicas que resultarão na formação do mosquito adulto. As gônadas destinadas aos adultos, começam a se desenvolver e nas primeiras fases larvais e aceleram suas mitoses no 4º estádio larval, a fase mais longa deste desenvolvimento (Clements, 1963).

As larvas vivem vários dias ou até semanas, dependendo da temperatura da água, presença de nutrientes e da espécie do mosquito, os machos têm, em média, um desenvolvimento larvário mais rápido do que as fêmeas.

### 1.2.3. Pupas

As pupas não se alimentam e utilizam reservas nutritivas acumuladas do estádio larval. Mesmo assim são bastante ativas movendo-se em ziguezague ou cambalhota (Forattini, 1996). Em poucos dias, dependendo da temperatura da água e da espécie, elas alcançam o

desenvolvimento completo, deixando a água e transformando-se em um inseto adulto voador e terrestre (Fig. 8).



**Figura 8.** *Aedes fluviatilis* (Lutz, 1904) emergindo da pupa (Fonte: Walther Ishikawa).

#### 1.2.4. Adultos

O exoesqueleto apresenta um revestimento de quitina, um polissacarídeo extremamente resistente, que age como uma armadura conferindo proteção a esses artrópodes, além de servir de apoio para a musculatura. Este revestimento é uma importante adaptação para o meio terrestre pois é uma estrutura impermeável, evitando a perda de água, adquirindo resistência ao animal e evitando a desidratação, por este motivo consegue sobreviver nestes ambientes (Gullan & Cranston, 1994). Existe a desvantagem que está relacionada ao crescimento, pois o exoesqueleto limita o crescimento do animal, ocorrendo então o processo de muda que também é chamada de ecdisse, que nada mais é que a troca do exoesqueleto. Os machos e as fêmeas dependem da ingestão de carboidratos, usualmente provenientes de seivas, flores e frutos (Consoli & Lourenço-de-Oliveira, 1994).

Os adultos representam a fase reprodutiva do mosquito. O repasto sanguíneo está exclusivamente relacionado às fêmeas (fig.9) pois após a cópula, a fêmea realiza o repasto sanguíneo para maturação dos ovos e postura além de estar relacionado também à longevidade desses indivíduos, já que as fêmeas sobrevivem um tempo maior que os machos (Clements, 1963; Nayar & Sauerman, 1973; Consoli, 1982). Os mosquitos adultos machos se alimentam exclusivamente de sucos vegetais e néctares (Steffane Evenhuis, 1981), ao passo que a maioria das fêmeas são hematófagas, embora também se alimentem de substâncias açucaradas extraídas de vegetais (Almeida, 2011). Entretanto, as espécies do gênero *Toxorhynchites* Theobald, 1901,

por exemplo, não são hematófagas, ou seja, não apresentam importância epidemiológica, mas possuem importância no controle biológico de espécies vetoras, uma vez que as larvas desse gênero são predadoras. Tornando-se uma alternativa ou complementação ao controle químico (Lane, 1953).



**Figura 9.** Fêmea *Aedes* sp. ingurgitada. James Gathany, USCDCP. Fonte: (<https://pixnio.com/pt/animais/inseto/mosquito/sangue-ingurgitadas-femea-aedes-albopictus-mosquito-alimentacao-humana-anfitriao>).

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

Apesar de existirem informações na literatura científica acerca de Culicidae que utilizam os internódios de bambu como habitat larval (Lozovei, 1998; Campos, 2013; Bastos, 2021), pesquisas com essa abordagem apresenta informações experimentais reduzida. Portanto, torna-se crucial investigar as preferências de diversas espécies de Culicidae que façam uso desse tipo específico de criadouro.

Forattini (1965) relatou a ocorrência de *Culex iridescens* (Lutz, 1905) em bromélias, brácteas de flores, folhas caídas, recipientes artificiais e poças, já Valencia (1973), registrou *Cx. iridescens* em corte ou quebrado de bambus e orifícios de árvore.

Mogi et al. (1983) realizaram a coleta de água de internódios de bambus vivos, com amostragem periódica, em Nagasaki, Japão, ao longo de um ano. Os grupos mais dominantes

entre os Artrópodes eram estágios imaturos de dípteros pertencentes às famílias Ceratopogonidae e Culicidae.

Lourenço-de-Oliveira et. al (1986) realizaram estudos sobre aspectos da ecologia dos mosquitos na Granjas Calábria, no bairro de Jacarepaguá, município do Rio de Janeiro, realizaram observações acerca dos criadouros de mosquitos, concluindo que a maioria das espécies locais coletadas estava se desenvolvendo em habitats naturais.

Na América do Norte, Walker *et al.* (1991) usaram uma abordagem limnológica e experimental envolvendo buracos naturais de árvores, identificando os processos bióticos em interação, incluindo dinâmica de populações bacterianas, variação na concentração de nutrientes inorgânicos na água do buraco das árvores e competição dependente da densidade por alimentos entre larvas de mosquito. Concluíram que a perturbação por um fator físico, o fluxo de caule, tem uma grande influência nas interações da dinâmica de nutrientes, populações bacterianas e produtividade de mosquitos em ecossistemas temperados.

Lozovei (1998) realizou, durante dois anos consecutivos, estudo sobre mosquitos que vivem nos internódios do bambu em duas regiões distintas, ambos no estado do Paraná, Brasil. Como termo de comparação com biótopos de internódios verdes, foram estudados, também, internódios individuais com corte transversal numa das extremidades. A relação do número de formas imaturas de culicídeos, mostrou-se diretamente proporcional ao espaço físico e ao volume de água, devido às peculiaridades específicas das espécies dendrícolas encontradas, relacionadas principalmente aos hábitos alimentares. Os internódios verdes da Serra do Mar foram os que contaram com maior número absoluto de espécimes.

Também no Paraná, Zequi & Lopes (2001), estudaram a fauna de Culicidae encontrada nos internódios de taquara verde em floresta residual na zona urbana de Londrina, que eram naturalmente perfurados com o objetivo de levantar e identificar as espécies de mosquitos que procriam em seu interior de acordo com a altura dos internódios. No estrato vertical de um a dois metros ocorreu a maior diversidade de espécies, diminuindo a riqueza e abundância uniformemente com o aumento da altura, evidenciando sua ocorrência nos internódios mais próximos do solo.

Silva *et al.* (2004), investigaram internódios de bambus e bromélias no Paraná, visando o diagnóstico de espécies em área de borda da Mata Atlântica, considerando a capacidade dos mosquitos de colonizar criadouros naturais e artificiais, tanto da área urbana como áreas silvestres. Foi observado que a maior frequência de imaturos foi observada em internódios com maiores volumes de água.

Müller *et al.* (2009), estudaram o tempo de desenvolvimento de formas imaturas de *Sabethes aurescens* Lutz, 1905, provenientes de bambus artificialmente perfurados em Santa Catarina. Mantendo os imaturos em condições de laboratório puderam observar o período médio de desenvolvimento das larvas foram gradualmente mais longos do primeiro ao quarto ínstar, e aqueles para pupas eram mais curtos.

Barajas *et al.* 2013 tiveram como objetivo determinar as espécies de mosquitos encontradas em bambus, explorando a possível relação entre esses insetos e as plantas. Foram distinguidos três criadouros: tocos de bambus, internódios perfurados e recipientes. A espécie *Orthopodomyia albicosta* (Lutz, 1904) foi coletada nos três tipos de criadouros. Os resultados reforçam que as plantas podem ser consideradas criadouros para diversas espécies de mosquitos, incluindo algumas espécies de importância para a saúde pública.

Müller *et al.* (2014) constatou que os internódios de bambus furados constituíam importantes criadouros para diversas espécies de mosquitos, nativas ou exóticas e registrou pela primeira vez no estado de Santa Catarina o encontro de *Sabethes intermedius* Lutz, 1904 e *Culex soperi* Antunes & Lane, 1937.

Ceretti-Junior *et al.* (2014), realizaram o inventário da fauna de mosquitos dos internódios de bambus, cortados ou perfurados, presentes em parques municipais da cidade de São Paulo, Brasil. Catalogaram 21 espécies de mosquitos, destes *Ae. albopictus* foi a espécie mais abundante em bambus cortados, já nos bambus com internódios perfurados, as espécies do gênero *Wyeomyia* Theobald, 1901 foram as mais prevalentes. Pode-se observar a diferença na composição e abundância de espécies de mosquitos coletados em bambus quebrados transversalmente e daqueles coletados em internódios perfurados de bambu.

Maia *et al.* (2020), comparou métodos de amostragens, comprovando a viabilidade de internódio-armadilha para oviposição de fêmeas de mosquitos de importância epidemiológica. O estudo foi realizado em dois locais de amostragens no Estado do Rio de Janeiro, Brasil. Os resultados foram consistentes com os habitats naturais de Culicidae e apresentaram uma boa aceitação para as fêmeas grávidas desovarem. Alencar *et al.* (2021) evidenciou que estudos sobre a fauna de mosquitos podem ajudar a avaliar o grau de mudança ambiental que pode ocorrer em uma determinada região considerando a variedade de habitats larvais presentes. Além de adquirir conhecimento sobre a diversidade dos insetos de Mata Atlântica, avaliando as mudanças no padrão das atividades de suas populações, até então consideradas como de hábito preferencialmente silvestre (Alencar *et al.*, 2010; Alencar *et al.*, 2011).

### **3. ECOLOGIA DOS CULICÍDEOS**

A maior diversidade de culicídeos são encontradas em florestas tropicais com maior riqueza na região Neotropical (Rueda, 2008). Em seu ambiente natural, os imaturos de mosquitos são encontrados diferentes tipos de habitats larvais, formados através do acúmulo de água em diversos locais e com presença variada de substratos, podendo ou não sofrer interferência humana.

Espécies de bambus quebrados, cortados, furados artificialmente ou naturalmente, podem servir de micro-hábitat para o desenvolvimento de diversos invertebrados, e pelo fato de ser um ambiente de fácil acesso, pode ser utilizado como modelo para o estudo ecológico (Macdonald & Traub, 1960).

Macan, (1961) observou que os culicídeos são seletivos na escolha de locais para oviposição e a predileção destes locais é elemento primordial na determinação da abundância e na distribuição, sendo útil para entender as variações da transmissão de patógenos e planejar estratégias de controle de vetores de forma eficiente.

Bond & Fay (1969) observaram que a maior positividade e o número aumentado de larvas estavam positivamente correlacionados tanto com o volume quanto com a cor escura do depósito. O comportamento de seleção do local de oviposição das fêmeas de mosquitos é um componente essencial para a distribuição de todas as espécies de culicídeos e está relacionada diretamente à sobrevivência dos imaturos (Bentley & Day, 1989), principalmente pela impossibilidade dos imaturos se deslocarem quando as condições se tornam desfavoráveis (Spencer *et al.*, 2002). A seletividade por criadouros também influencia no desenvolvimento e no crescimento das larvas, proteção contra predadores, disponibilidade de alimentos além dos fatores físicos, químicos e biológicos que também podem influenciar nessa seleção.

Para ser colonizado por mosquitos, o bambu necessita de uma abertura que permita a oviposição. Na natureza essa abertura pode ser realizada sem a interferência humana, tais internódios podem apresentar furos ocasionados pela fauna de insetos, sendo estes em diversos formatos (Lozovei, 1998).

A quantidade de chuvas influencia diretamente no número de habitats, além de diversos outros fatores que interferem na escolha da fêmea para o local de oviposição, como por exemplo, a cor, consistência e tamanho do recipiente (Lopes *et al.*, 1995). O comportamento no ato da oviposição e a seleção do local são essenciais para as espécies de mosquitos pois estão relacionados à sobrevivência dos imaturos, já que as larvas não conseguem mudar de habitat

quando enfrentam condições desfavoráveis, como predação ou ausência de alimentos, podendo afetar o desenvolvimento e o crescimento dos imaturos.

Analisando a fauna que utiliza os internódios de bambus para o seu desenvolvimento, nota-se que o maior número de indivíduos são culicídeos, demonstrando ser um importante local de reprodução para mosquitos de diversas espécies (Campos, 2013).

Diversas espécies podem colonizar o mesmo habitat, seja no mesmo período ou em épocas diferentes do ano (Lopes *et al.*, 1995), mas para que uma espécie seja considerada dominante é necessário que a mesma possua maior frequência, indicando assim seu sucesso ecológico na comunidade (Marques & Forattini, 2008).

Alencar *et al.* (2013) relataram que mudanças ambientais podem influenciar as adaptações fisiológicas, com uma seleção de ambientes ricos em nutrientes, ocorrendo principalmente durante os estágios de desenvolvimento das espécies.

Pluviosidade, luminosidade, nutrição e altas temperaturas são fatores determinantes para o desenvolvimento dos organismos da família Culicidae. O Brasil reúne estas condições, e assim, consegue garantir uma ampla diversidade e distribuição desse grupo em todos os seus biomas (Marcondes, 2011).

O crescimento urbano desordenado e a destruição dos habitats naturais favorecem a procriação de populações de certos mosquitos e a aproximação do convívio do homem com os culicídeos, sua plasticidade permite o desenvolvimento em recipientes com capacidade de reter água, facilitando o aparecimento de zoonoses (Lopes, 1997).

Além dos fatores antropogênicos, as arboviroses apresentam uma distribuição associada a fatores ecológicos que orientam o ciclo de transmissão. Entre esses fatores destacam-se a temperatura, padrões de umidade, distribuição de vetores e hospedeiros vertebrados. O aquecimento global contribui para a distribuição e expansão de novas doenças infecciosas, embora os países tropicais apresentarem condições ambientais e climáticas mais favoráveis, a circulação de arboviroses também pode ser observada em alguns países de clima temperado (Lima-Camara, 2016).

O estudo da bioecologia de mosquitos auxilia na caracterização das espécies que compõem determinado quadro ecológico de um ecossistema, trazendo informações sobre sua riqueza, dominância, abundância e diversidade de espécies.

### 3.1. HÁBITATS DOS IMATUROS

Os habitats larvais de Culicidae são constituídos por coleções de água podendo ser temporárias ou permanentes, naturais ou artificiais, diferindo em tamanho, quantidade e

composição físico-química, tipificando diversos tipos de habitats para suas fases imaturas. As fêmeas possuem quiomioreceptores tarsais que detectam e medem os níveis de salinidade e poluição das águas. O contexto ecológico, especificamente o tamanho do habitat e a estabilidade temporal, influenciam a prevalência, o padrão e efeitos das interações de espécies (Almeida, 2011; Juliano, 2009).

Alguns exemplos de habitats naturais incluem: bromeliáceas, bambus, helicônias, córregos, escavação em rocha, alagadiço no solo, oco de árvore, folhas caídas, raízes tabulares, casca de fruta e diversos recipientes (Fig. 10).



**Figura 10.** Imaturos de mosquitos em fitotelmata (A) Folha acumulando água; (B) Bromeliáceas com água acumulada; (C) Bambuzal (Fonte: Freepik Company S.L, Marcio Mocelin/IOC e Exotic plants).

Algumas espécies de mosquitos apresentam grande flexibilidade na adaptação aos locais que utilizam como habitats larvais, com diferentes tamanhos e volumes, sendo assim, são encontradas em uma variedade de habitats, outras são mais restritivas em relação aos locais que escolhem para desenvolvimento durante o estágio aquático (Service, 1976).

Intensivos trabalhos de campo revelaram que os culicídeos são bastante seletivos na escolha de locais para oviposição (Macan, 1961). Evidentemente a predileção destes locais é elemento primordial na determinação da abundância e distribuição larval (Bates, 1940), (Beattie, 1932), (Wallis, 1954), (Kennedy, 1942), (Rudolfs & Lackey 1929) sendo útil para entender as variações observadas na intensidade da transmissão de doenças e no planejamento para o controle de vetores de forma mais eficiente.

Extremamente específico em seus requisitos de oviposição o gênero *Deinocerites* Theobald, 1901 ovipõem em tocas de caranguejo inundadas. Todas as 18 espécies deste gênero são especializadas nesse tipo de criadouro (Haeger & Phinizze, 1959).

A preferência por um determinado tipo de criadouro para oviposição exibidas por muitas espécies de mosquitos em diferentes tipos de recipientes é o resultado de uma complexa

interação entre fatores químicos e físicos, da qual dependerá a sobrevivência dos estágios larvais dos culicídeos (Clements 1963; Narker-Hudson al. 1988; Bentley & Day 1989).

É esperado que espécies oportunistas e capazes de expelir seus ovos na maioria dos habitats aquáticos tenham uma vantagem distinta em relação às espécies que dependem de habitats especializados ou raros. De fato, as espécies distribuídas em locais de oviposição especializados tendem a ser restritas a esses mesmos locais (Bentley & Day, 1989).

Diversas pesquisas de campo fornecem evidências sobre a discriminação do local de postura de ovos realizada pelos mosquitos e é bem provável que a restrição de uma determinada espécie de larva a um determinado tipo de criadouro seja em grande parte resultado da oviposição seletiva por parte da fêmea adulta de Culicidae (Senior-White, 1926, 1928).

A disponibilidade de recursos alimentares, a presença de microrganismos, o pH, a temperatura, a salinidade e a composição, conteúdo da matéria orgânica e as interações intra e interespecíficas influenciam o desenvolvimento e a sobrevivência dos estágios imaturos (Juliano 2009; Yee *et al.* 2010).

Os representantes do subgênero *Microculex* Theobald, 1907 geralmente são encontrados colonizando criadouros representados por recipientes naturais de caráter permanente como as bromélias, buracos de árvores e internódios de bambu (Forattini, 1965).

Algumas espécies de *Haemagogus* Williston, 1896 se desenvolvem em ocos de árvore e bambus, ou podem ser encontradas também em internódios furados de bambus e bromélias (Forattini, 2002), geralmente são silvestres, ativos durante o dia e exibem hábitos acrodendrofílicos.

As espécies de *Wyeomyia* e *Aedes* Meigen, 1818 utilizam locais específicos de oviposição, incluindo bromélias epífitas, e recipientes naturais ou artificiais (Docile *et al.*, 2017; Frank *et al.*, 1977; Silva *et al.*, 2016).

### 3.2. BREVE HISTÓRICO DE PATÓGENOS TRANSMITIDOS POR MOSQUITOS E VIGILÂNCIA ENTOMOLÓGICA

Arbovírus é o nome utilizado para os vírus que são transmitidos por artrópodes hematófagos levando à disseminação de zoonoses. Lourenço-de-Oliveira (2013) discorre que os arbovírus dependem de artrópodes para sua transmissão e os mosquitos destacam-se como vetores por serem transmissores de chikungunya, dengue, febre amarela, febre do Oeste do Nilo, Zika e algumas encefalites.

Após a descrição científica das primeiras espécies de mosquito em meados do século XVIII, foi possível conhecer importantes aspectos do seu ciclo biológico. Nas últimas décadas

do século XIX, quando se descobriu que os agentes de filariose e malária eram transmitidos por mosquitos, os cientistas passaram a estudar com mais atenção os aspectos de sua biologia e sistemática (Consoli & Lourenço -de- Oliveira, 1994).

Segundo McCutchan (2008), os protozoários do gênero *Plasmodium* são transmitidos ao ser humano por espécies de mosquitos do gênero *Anopheles*, e neste gênero existem cinco espécies responsáveis pela transmissão da doença em seres humanos: *Plasmodium falciparum* Welch, 1897; *Plasmodium vivax* Grassi & Feletti, 1890; *Plasmodium ovale* Stephens, 1922, *Plasmodium malariae* Laveran, 1881 e *Plasmodium knowlesi* Sinton & Mulligan, 1932. Entretanto, as espécies mais comuns são: *P. falciparum* e *P. vivax*. Cabe ressaltar que, *P. falciparum* é responsável pela maior parte das mortes associadas com malária no mundo, considerando que *P. vivax*, embora apresente uma ampla distribuição de ocorrência (exceto na África Subsaariana), ocasionalmente gera infecções graves.

O conhecimento da distribuição de 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 (Santos, 2011).

A relevância epidemiológica deste grupo de insetos está no hábito hematofágico da maioria das fêmeas, sendo capazes de transmitir agentes infecciosos ao homem e animais atuando como vetores biológicos de arbovírus, helmintos e protozoários (Forattini, 2002).

Doenças causadas por patógenos transmitidos por mosquitos tornaram-se um problema de saúde pública, social e econômico a nível global. Há uma grande variedade de vírus transmitidos por mosquitos e outros artrópodes que podem circular em humanos e animais vertebrados (Weaver & Reisen 2010).

Doenças causadas por arbovírus emergiram ou reemergiram, algumas atingindo um nível global, como é o caso da dengue. Endêmica em mais de 100 países, com uma estimativa de 400 milhões de casos anuais, sendo 100 milhões destes sintomáticos (Bhatt *et al.* 2013).

A região Neotropical detém o maior nível de endemicidade, com 27% das espécies restritas a esta região biogeográfica (Alencar *et al.*, 2016). Kramer & Ebel (2003), relatam que um artrópode para ser considerado um vetor competente de um arbovírus ou de outros patógenos precisa adquirir naturalmente, ser infectado e transmitir o patógeno.

Os aspectos ecológicos da fauna de Culicidae foram estudados em todo o Brasil, mas o estado do Rio de Janeiro, concentrou-se em detectar vetores de patógenos de doenças humanas em ambiente urbano (Alencar *et al.* 2011).

A temperatura também é um fator que pode influenciar no desenvolvimento do mosquito e o tempo entre a infecção pelo patógeno e sua transmissão, sendo assim, a aceleração

das mudanças climáticas, da erosão e do desmatamento, têm aumentado o número de pesquisas sobre a biodiversidade como elemento central na manutenção da vida no planeta (Chaves *et al.*, 2017).

A vigilância entomológica é um instrumento utilizado por órgãos de vigilância em saúde que tem como objetivo armazenar e analisar informações sobre insetos, provenientes de atividades de campo como levantamentos de fauna, monitoramentos e investigações epidemiológicas de doenças causadas por patógenos transmitidos por vetores. A busca de melhores indicadores que possam antever riscos de transmissão de patógenos e que sejam de fácil manejo pelos programas de controle (Gomes, 2002; Donalísio & Glasser 2002).

Poucas vacinas estão disponíveis contra os arbovírus, por isso controlar os mosquitos vetores é a principal maneira de reduzir a incidência das arboviroses. É importante propor e validar modelos preditivos que estimem densidade de vetores, risco de epidemias, incluindo variáveis ecológicas e sociais, expondo o que há de universal nestes modelos e o que deve ser particularizado por regiões.

#### **4. MATA ATLÂNTICA**

Apesar de toda a degradação que começou com a exploração de seus recursos no início do século XVI, o bioma Mata Atlântica brasileiro é um hotspot mundial e apresenta uma das maiores biodiversidades do mundo (Myers *et al.* 2000). Está entre as 25 regiões mais ameaçadas do planeta, de acordo com a identificação dos hotspots mundiais realizada por Myers *et al.* (2000) e colaboradores (GEO Brasil, 2002). Esse bioma detém recordes de diversidade de espécies por hectares jamais vistos em outros biomas (Lino & Simões, 2004). As áreas originais conservadas são encontradas apenas em trechos de difícil acesso (Coelho Netto, 1992).

A área de Mata Atlântica ocupa cerca de 1.110.182 km<sup>2</sup>, o que corresponde a 13,04% do território nacional (8.514.877 km<sup>2</sup>). Atualmente apresenta apenas 7,3% da sua cobertura original, tem 0,69% de áreas especialmente protegidas por UC. A Mata Atlântica foi quase que totalmente derrubada e substituída por áreas agrícolas, restando do território área original menos de 10% com florestas nativas, uma boa parte delas constituída de formações secundárias de pequena extensão e restritas aos locais de relevo mais íngreme. Esse bioma abriga também o maior número de parques nacionais (ICMBio, 2008).

Na atualidade a Mata Atlântica engloba um conjunto de mosaicos florestais e ecossistemas que são representados por unidades fitogeográficas, que inclui: Floresta Ombrófila Densa Atlântica, Floresta Ombrófila Mista, Floresta Ombrófila Aberta, Floresta

Estacional Semidecidual, Floresta Estacional Decidual, Manguezais, Restingas Campos de Altitude, Brejos interioranos e Encraves florestais do Nordeste, proporcionando a grande biodiversidade do bioma. A elevada biodiversidade da Mata Atlântica deve-se as variações ambientais neste bioma (Marcuzzo & Pagel, 1998). Um dos fatores que mais contribuem para esta variação é sua extensão em latitude, que abrange 38° e as variações altitudinais constituem outro importante fator que contribui para a ocorrência de alta diversidade biológica, dado que as matas se estendem do nível do mar a uma altitude de 1.800 metros. Além disso, as matas do interior diferem consideravelmente das matas do litoral, proporcionando uma maior variedade de habitats e nichos. Estes fatores em conjunto resultam numa diversidade única de paisagens, que abrigam extraordinária biodiversidade (CEPF, 2001).

O processo de substituição da vegetação nativa em função da expansão das atividades agropecuárias, das malhas urbanas e do extrativismo, ocasionou a fragmentação das florestas, resultando na formação de pequenas manchas ou de fragmentos isolados (Fonseca & Rodrigues, 2000). A fragmentação da Mata Atlântica é resultado da transformação da paisagem, tornando cada vez mais difícil a conservação da biodiversidade (Zaú, 1998).

A vegetação que recobre o Maciço da Tijuca interage diretamente com o espaço urbano, tornando o parque um importante ponto turístico da cidade, recebendo mais de 3 milhões de visitantes anualmente (ICMBio, 2008). É importante ressaltar que mesmo reduzida e fragmentada, a Mata Atlântica ainda apresenta uma impressionante riqueza de espécies da flora e fauna (Zaú, 1998).

Machado (2003) afirma que a metrópole do Rio de Janeiro influencia diretamente na degradação da floresta, principalmente com o aumento da urbanização. A floresta vem sofrendo com incêndios provocados por balões, especulação imobiliária, pressão antrópica, extrativismo de espécies nativas ornamentais, caça, espécies exóticas introduzidas, empreendimentos de comunicação, linhas de transmissão de energia, captação de água e processos derivados destes.

A fauna da Mata Atlântica em relação ao grau de ameaça entre os demais biomas do Brasil encontra-se, continuamente, sob séria ameaça (Biodiversitas, 2003), tendo em vista que as atuais dimensões da floresta foram reduzidas em relação à cobertura. Apesar dos problemas decorrentes de fortes pressões antrópicas, em alguns fragmentos de floresta, os níveis de biodiversidade ainda são os maiores do planeta. A diminuição da riqueza de espécies em habitats fragmentados também ocorre entre os insetos (Chaves *et al.*, 2011), mesmo levando-se em conta a capacidade de adaptação da família Culicidae ao meio antrópico, algumas espécies se sobressaem em meio à diminuição da riqueza (Ruiz *et al.*, 2007; Chaves *et al.*, 2011). A instabilidade ecológica originada por essas pressões fragiliza a biodiversidade florística e

faunística, gerando redução populacional e comprometendo o fluxo genético entre as populações de organismos generalistas ou especialistas, o que pode resultar em sua extinção.

Os estudos relacionados aos mosquitos da Mata Atlântica tornaram-se fundamentais para prever possíveis mudanças nas adaptações e no comportamento destes indivíduos, de acordo com as condições ambientais de regiões que sofreram ou estão sofrendo modificações antrópicas, especialmente das espécies que apresentam valor epidemiológico (Alencar *et al.*, 2016). Esta fragmentação influência nas mudanças dos padrões de dispersão e migração alterando a distribuição, comportamento e sobrevivência das espécies (Kapos, 1989; Murcia, 1995).

Devemos considerar a importância médica ou econômica das espécies, determinando o risco ou eventuais reflexos econômicos, em cada estágio de degradação ou de recuperação ambiental.

#### 4.1. UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DA NATUREZA, A IMPORTÂNCIA DO PARQUE NACIONAL DA TIJUCA NA CONSERVAÇÃO DA NATUREZA NO RIO DE JANEIRO

O município do Rio de Janeiro é também a capital do Estado do Rio de Janeiro, situado na região sudeste do Brasil. Sua área territorial corresponde a 1.224,56 km<sup>2</sup> e a altitude média é de 2m, limitando-se ao sul pelo Oceano Atlântico, a leste pela Baía de Guanabara, a oeste pela Baía de Sepetiba e ao norte por seis municípios: São João de Meriti, Duque de Caxias, Nilópolis, Nova Iguaçu, Seropédica e Itaguaí.

A região metropolitana é formada por 19 municípios, e possui uma área de 5.693 km<sup>2</sup>, correspondendo a 13% do estado do Rio de Janeiro. Ali residem cerca de 11 milhões de pessoas, correspondente a uma densidade demográfica de 1.909,7 hab./km<sup>2</sup>.

O município do Rio de Janeiro apresenta um relevo montanhoso, onde dominam três conjuntos de elevações principais, que correspondem aos maciços da Tijuca (1.021 m), Pedra Branca (1.024 m) e de Gericinó (887 m), dispostos sobre as planícies sedimentares denominadas baixadas Fluminense, Jacarepaguá e Sepetiba.

O Parque Nacional da Tijuca foi primeiramente chamado de Parque Nacional do Rio de Janeiro, mas esta denominação causava constantes confusões com os parques nacionais de Itatiaia e Serra dos Órgãos, que estavam no antigo Estado do Rio de Janeiro, por abranger o Maciço da Tijuca, cujo ponto culminante é o Pico da Tijuca, seu nome foi definitivamente alterado para Parque Nacional da Tijuca.

Pela sua localização, o PARNA Tijuca caracteriza-se como uma área protegida única no Brasil, diferentes de todas as existentes, reconhecido como uma das maiores florestas urbanas do mundo, o PARNA Tijuca encontra-se encravado na malha urbana da cidade do Rio de Janeiro, fazendo-se necessária a adoção de um modelo de gestão onde haja a integração dos fatores urbano, ambiental, social, econômico e cultural.

A área atual do PARNA Tijuca, que originalmente esteve recoberta por densa floresta, permaneceu praticamente intocada até meados do século XVII. O processo de estruturação urbana da cidade começou a ocorrer a partir do século XVIII, em função da descoberta de ouro, em Minas Gerais, e de sua exportação para Portugal pelos portos do Rio. Mas a maior mudança, somente ocorreu em 1808, quando a Corte Portuguesa chegou ao Brasil, fugindo das guerras napoleônicas que ameaçavam Portugal, trouxe cerca de 10 mil novos habitantes para o Rio de Janeiro. Com o fim do regime colonial do Brasil e a elevação da cidade do Rio de Janeiro à condição de sede do Império Português teve início uma profunda remodelação urbana. O centro da cidade se expandiu para a zona sul, zona norte e São Cristóvão.

Com a abertura dos portos às nações amigas o movimento comercial se intensificou, o que atraiu a imigração em larga escala, com isso, novos produtos agrícolas foram introduzidos, dentre os quais sobressaiu o café. As primeiras mudas foram trazidas para o Rio de Janeiro, em 1762. A partir de 1816, plantações de café passaram a substituir a mata nativa nas encostas do Maciço da Tijuca.

A Mata Atlântica foi devastada para o plantio de cana-de-açúcar, café, cacau, criação de gado, extração ilegal de madeira e muitas outras ocupações. A crescente ocupação de fazendas de diversas culturas no maciço passou a representar risco contínuo para toda a região, o que culminou no surgimento de movimentos sociais para preservação da área e na instituição, pelo governo federal, das Florestas Protetoras da União, no início do século XX (Rocha *et al.*, 2004).

A floresta remanescente está dividida em fragmentos isolados, que estão sujeitos a impactos, como os efeitos de borda e as invasões biológicas (Ribeiro *et al.* 2007).

O Parque Nacional da Tijuca (PNT), onde está inserida a área da Floresta da Tijuca, objeto do presente estudo, é uma unidade de conservação federal localizada na cidade do Rio de Janeiro, representando um dos pequenos fragmentos ainda existentes de Mata Atlântica. O PARNA Tijuca soma-se a outros importantes remanescentes florestais existentes na região metropolitana do Rio de Janeiro, constituídos ou não por outras unidades de conservação.

Como o próprio nome expressa, o Parque Nacional da Tijuca é um aparelho federal

administrado pela União e se enquadra dentro da categoria Unidade de Conservação de proteção integral, assim como os outros parques nacionais. Para que uma boa gestão dessas unidades seja realizada foi instituído, em 2000, o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), através da Lei nº 9985 (Vilani *et al.*, 2017).

O parque nacional tem como objetivos preservar ecossistemas naturais de grande relevância ecológica possibilitando a realização de pesquisas científicas e desenvolver atividades de educação, proteção e operacionalização ambiental. Com o objetivo de preservar o ecossistema natural são admitidas apenas a realização de atividades que utilizem indiretamente os seus recursos naturais e de forma controlada, são elas: pesquisas científicas, atividades de educação e de turismo ecológico.

Geograficamente, o Parque Nacional da Tijuca está inserido no Maciço da Tijuca, no centro da cidade do Rio de Janeiro, entre os paralelos 22°55'S e 23°00'S e os meridianos 43°11'W e 43°19'W, centro sul do Estado do Rio de Janeiro. Além de um remanescente de Mata Atlântica, bioma mais ameaçado do planeta, é uma das maiores florestas urbanas do mundo, possuindo atualmente uma extensão de aproximadamente 4.000 hectares, divididas em 4 áreas: Floresta da Tijuca (A), Serra Carioca (B), Pedra Bonita/Pedra da Gávea (C) e Pretos Forros/Covanca (D). Por pertencer ao Maciço da Tijuca, a Floresta apresenta relevo montanhoso, a menor altitude do Parque é o Parque Lage, correspondendo ao nível do mar e o ponto culminante é o Pico da Tijuca com 1.021m. O Maciço se caracteriza por um relevo acidentado, compreendendo um bloco falhado da Serra do Mar e originado de antigos dobramentos expostos à erosão e à esfoliação (ICMBio, 2008).

O Parque Nacional da Tijuca apresenta um sistema fluvial extenso e variado, e reúne uma boa quantidade de vales onde correm águas de inúmeros rios. A vegetação que recobre o Maciço interage diretamente com o espaço urbano, tornando o parque um importante ponto turístico da cidade, recebendo mais de 3 milhões de visitantes anualmente.

Possui cerca de 1.619 espécies vegetais e mais de 320 espécies de animais vertebrados, desempenhando um papel de extrema importância para a conservação das espécies. O PNT apresenta diversos atrativos para turistas como grutas, trilhas diversas, restaurantes, ruínas históricas, cachoeiras e locais como o Maciço da Tijuca, o Parque Lage, Paineiras e Corcovado. Atualmente tem sua gestão compartilhada entre o Instituto Chico Mendes (ICMBio), Governo do Estado e Prefeitura do Rio de Janeiro.

A área atual é composta por floresta ombrófila densa secundária em avançado estágio de regeneração, antropizada, uma vez que parte da região foi reflorestada. As matas que hoje recobrem o Parque Nacional da Tijuca são resultado de processos históricos, citados

anteriormente, algumas espécies exóticas foram introduzidas, como por exemplo, as jaqueiras e bambus. As plantas invasoras podem alterar o ecossistema, alterando a ciclagem de nutrientes e o microclima e introduzindo ou facilitando a disseminação de endemias (Ribeiro *et al.* 2007).

A presença de diversas espécies exóticas se explica através da história, por várias vezes a floresta passou por momentos de degradação, para que houvesse recuperação do hábitat, espécies exóticas foram introduzidas. Hoje sabemos que este é o segundo maior fator de extinção de espécies no planeta, perdendo apenas para a destruição de hábitat.

Na maioria dos casos sua ocorrência se deve à introdução de predadores ou patógenos de espécies nativas por exóticas e não por competição.

Segundo Machado (2003) a paisagem fisiográfica do Parque Nacional da Tijuca (PNT) trata-se de uma floresta tropical submontana úmida perenifólia, representando um ecossistema com situação de degradação por conta da erosão. O clima da área do Maciço da Tijuca é classificado como tropical de altitude, devido à orientação geográfica, sendo a temperatura média no interior do Parque de 22°C, oscilando entre 25°C no verão e 19°C no inverno. Possui densa vegetação, temperaturas mais baixas e alta umidade em relação às áreas urbanas.

A precipitação média anual está em torno 2.500mm (ICMBio, 2008), a área sob condições de clima quente e úmido, constitui-se em um ambiente altamente propício ao intemperismo, principalmente químico, onde a água parece ser o principal agente transformador, por sua atuação química e física. As chuvas ocorrem durante todo o ano, porém no verão, há o aumento do volume. Os solos da Floresta da Tijuca apresentam condições favoráveis de aeração e permeabilidade para o desenvolvimento radicular dos vegetais, e intensa atividade biológica. A serrapilheira, que é a camada formada pela deposição de restos de plantas e acúmulo de material orgânico vivo que reveste superficialmente o solo em toda sua extensão. Possui grande significância para a conservação da natureza, especificamente da floresta tropical, altamente ameaçada pela ação antrópica.

#### 4.2. BAMBU UM IMPORTANTE HÁBITAT LARVAL NA MANUTENÇÃO DOS MOSQUITOS

O bambu é um representante da Família das Gramíneas, Gramineae ou Poaceae, Subfamília Bambusoideae que é dividida em duas tribos: Bambuseae com espécimes de maior porte, xilemáticos com internódios lenhosos e a Olyreae com espécimes de menor porte, herbáceos. A família é considerada um grupo monofilético pertencente às monocotiledôneas, ordem Poales (Silva, 2005).

Poaceae é uma das famílias de angiospermas amplamente distribuídas em todo o mundo, e cerca de 40% da cobertura vegetal no mundo é composta principalmente por gramíneas (Gibson *et al.* 2009).

A subfamília Bambusoideae Luerss possui aproximadamente 50 gêneros e 1300 espécies (Hidalgo Lopez, 2003) e é caracterizada pelas seguintes sinapomorfias: plantas perenes, hábito rizomatoso, ramificação simples ou complexa, folhas pseudopecioladas, mesófilo com células invaginantes fortemente assimétricas, associadas a células fusóides e células buliformes, tricomas bicelulares alongados, com paredes delgadas (Judziewicz *et al.* 1999), folhas embrionárias com margens que se sobrepõem, plântula sem a primeira folha.

As plantas de bambu são encontradas em regiões tropicais, subtropicais e temperadas da Ásia, das Américas, da África e da Oceania, e em praticamente todos os continentes acima do nível do mar, com latitudes que variam de 51°N no Japão a 47°S na Argentina, contudo a maior abundância dessa gramínea está na Ásia, principalmente na Índia, China, Japão, Coréia, e a modificação na distribuição dos bambus pelo mundo se deve principalmente à intervenção humana (Lybeer, 2006). Estas plantas ocorrem desde o nível do mar até cerca de 4000m, demonstrando sua capacidade de adaptação (Filgueiras; Gonçalves, 2004).

Na região Latinoamérica existem mais de 400 espécies. A maior diversidade dessas plantas é encontrada no Sudeste Asiático e na América do Sul (Hakeem *et al.*, 2015), mas espécies podem ser introduzidas em outras localidades por ocuparem diferentes tipos de nichos ecológicos. No Brasil, até o momento foram descritas 258 espécies nativas, das quais 175 espécies em 12 gêneros são consideradas endêmicas (Filgueiras & Viana, 2017). Os principais centros de diversidade são a Floresta Amazônica e a Floresta Atlântica, com algumas espécies naturais no cerrado, campos de altitude e campos rupestres (Judziewicz *et al.* 1999).

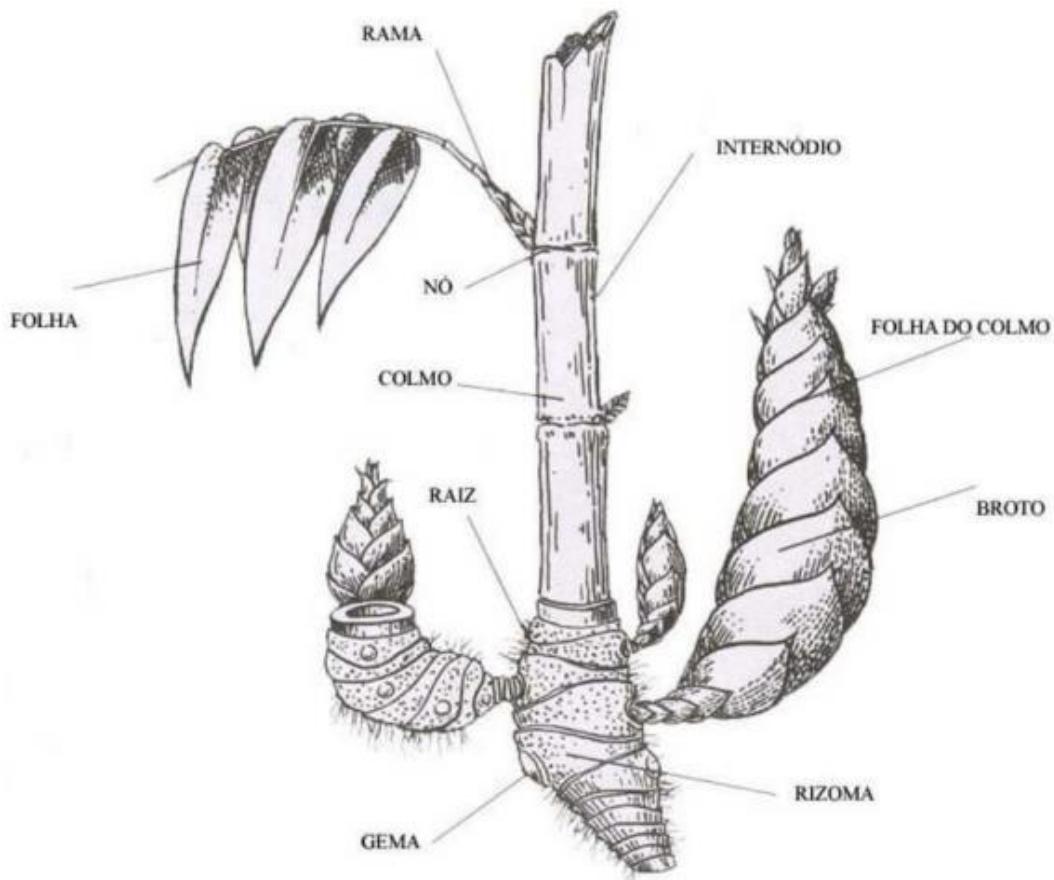
Além das espécies nativas, o Brasil conta com mais de 20 espécies exóticas introduzidas, provenientes especialmente da Ásia, sendo que muitas delas fazem parte do cotidiano de utilização do brasileiro (Filgueiras *et al.* 2013).

O bambu (Poaceae, Bambusoideae) é uma planta de rápido crescimento devido a um sistema único dependente de rizomas, e o tamanho das diferentes espécies de bambu variam desde alguns cm de altura até bambus lenhosos de médio a grande porte, excedendo 30m de altura e 20cm de diâmetro (Miranda *et al.*, 2017).

Esse rápido crescimento torna o bambu um ótimo candidato para reflorestamento, pois contribuem para a retirada de gás carbônico do ar atmosférico, o alto consumo deste gás ocorre durante seu desenvolvimento, e como há regularmente novas brotações, sua contribuição é

uniforme e significativa (Pereira & Beraldo, 2008), auxiliando no combate ao efeito estufa de uma maneira mais eficaz, além de proteger contra erosões, podendo ser plantado em terrenos acidentados sendo utilizado na recuperação de áreas degradadas onde outros vegetais jamais conseguiram sobreviver.

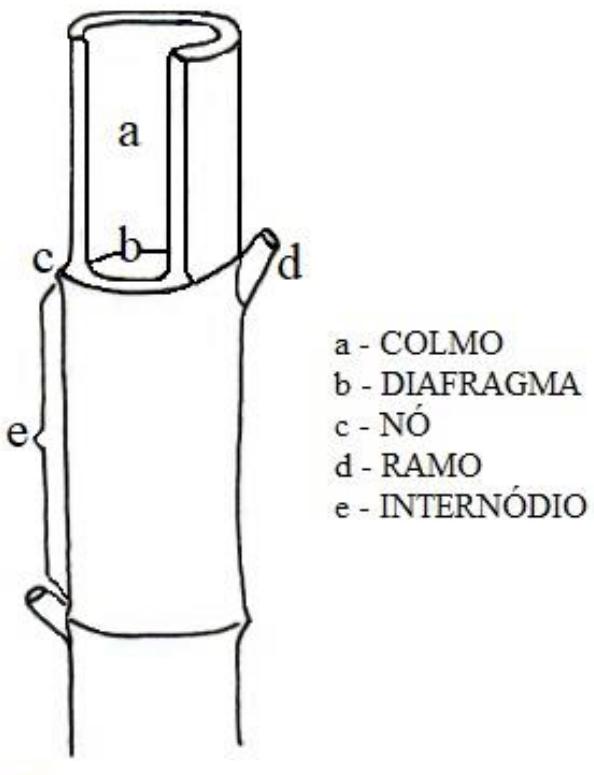
Tal como as árvores, os bambus são constituídos por uma parte aérea e outra subterrânea. A aérea visível é composta por internódio, folhas e ramificações, já a parte subterrânea é composta por rizoma e raiz (Fig. 11).



**Figura 2.** Estrutura em comum em todas as espécies de bambu Fonte: National Mission on Bamboo Applications - NMBA, 2004, p. 24.

Dentre as características que diferenciam os bambus das demais gramíneas, podem ser citadas as regiões internodais do caule, geralmente oca na maioria dos gêneros, adquirindo assim a capacidade de armazenar água no interior dos internódios e os complexos sistemas de ramificação (Judziewicz *et al.* 1999), que auxiliam na sua identificação.

Segundo Azzini *et al.* (1977) os internódios do bambu se caracterizam por possuírem a forma cilíndrica e são constituídos pela sequência de internódios ocos separados por diafragmas que externamente são chamados de nós, de onde saem ramos e folhas, estes diafragmas atuam na resistência da planta (Fig. 12).



**Figura 12.** Esquema simplificado de internódios (Fonte: Pereira & Beraldo (2008)).

Segundo Ghavami e Marinho (2005), o internódio possui a capacidade de realizar fotossíntese, mas suas principais funções são direcionar e armazenar a seiva bruta através de células no sentido axial protegidas por fibras e feixes que proporcionam sua rigidez.

O acúmulo de água nos internódios, com ou sem perfurações, é uma característica comum em algumas espécies de Guadua (Louton *et al.* 1996; Judziewicz *et al.* 1999). Louton *et al.* (1996) sugeriram que esta água armazenada possui importância fisiológica, sendo utilizada no metabolismo da planta. Além disso, todo o detrito acumulado com a água nos internódios perfurados ou abertos, podem constituir uma importante fonte de nutrientes para o desenvolvimento desses bambus em fases de seca.

A composição estrutural fornece aos internódios uma elevada resistência, leveza e flexibilidade, por este motivo esse material tem sido utilizado desde a antiguidade para diversos fins, incluindo alimentação humana e animal, construção civil, móveis, artesanato, produção

têxtil, biomassa energética e outros materiais (Banik, 2015). Matérias-primas industriais para diversos produtos. Os principais usos relacionados a estes bambus estão as aplicações voltadas ao meio rural, em pequenas construções, em instalações para a criação de animais, na fabricação de ferramentas, tutoramento de culturas e cercas vivas (Greco, 2013). A presença de algumas destas espécies é marcante em todas as regiões do país, com forte ligação às atividades dos agricultores brasileiros.

#### PONTO AMOSTRAL 1 - *Guadua tagoara* (Nees) Kunth

Espécie de bambu lenhoso típica das formações de Floresta Atlântica, que ocorre especialmente em áreas que sofreram algum nível de impacto natural ou antrópico, ocupando estas áreas de forma rápida devido às suas características morfofisiológicas. Possui um comportamento invasivo, com varas nascendo separadasumas das outras, facilitando o manejo e a circulação dentro do bosque. Conhecida popularmente como taquaruçu, o bambu *G. tagoara* (Nees) Kunth (Fig. 13) ocorre na Floresta Atlântica, principalmente nas florestas de cadeias montanhosas da costa brasileira (Londoño & Clark 2002).

A espécie ocorre desde o estado da Bahia até Santa Catarina, normalmente entre altitudes 50 e 1200 m (Londoño & Clark, 2002). Atualmente este bambu é considerado uma espécie invasora em áreas de floresta secundárias, onde suas populações supostamente estariam em expansão. A sazonalidade climática não restringe o desenvolvimento de *G. tagoara*.



**Figura 13.** *Guadua tagoara* (A) Hábito; (B) Internódios; (C) Internódios furados artificialmente; (D) Danos físicos aos internódios.

## PONTO AMOSTRAL 2 - *Bambusa vulgaris* Schrad. ex J.C.Wendl

Espécie de bambu touceira de grande porte, até 25 m de altura, apresentam cor verde escuro, conhecida popularmente como gigante verde. Originaria também da Ásia, foi introduzida no Brasil pelos colonizadores portugueses. Desenvolve-se melhor a pleno sol e toleram temperaturas de até -3°C. Os internódios nascem todos próximos uns aos outros de forma concêntrica, sem invadir. A variedade mais comum no Brasil é a *B. vulgaris* (Fig. 14 e 15), a grande dimensão dos internódios, com poucos ramos basais, e sua coloração verde escura são as principais características, além da utilização em construções, meio rural e na produção de papel.

Os internódios perfurados constituem um ambiente especializado, por seu acesso restrito. Por serem um ambiente restrito e de fauna relativamente simples, constituem um modelo útil para o estudo de sucessão ecológica, eventualmente aplicável a ambientes mais complexos. Pode-se dizer, inclusive, que estes são um dos mais especializados habitats para o desenvolvimento das formas imaturas de mosquitos (Zequi & Lopes, 2001).



**Figura 14.** *Bambusa vulgaris* (A) Hábito; (B) Internódios; (C) Internódios furados artificialmente.



**Figura 15.** *Bambusa vulgaris* (A) Folhas caulinares; (B) Nô do internódio com gema; (C) Folha.

As espécies de mosquitos silvícolas dendrotelmatas têm o desenvolvimento de suas formas imaturas relacionadas a certos tipos de habitats naturais como por exemplo, os internódios de bambu (Poales: Poaceae), plantas típicas dos trópicos e subtrópicos do mundo (Lozovei, 2001).

Algumas espécies de bambu nativos ou exóticos, principalmente do gênero *Bambusa* Schreb. têm sido encontrados em fragmentos florestais da Mata Atlântica (Filgueiras & Gonçalves, 2004). Das espécies que utilizam fitotelmatas, aquelas de *Wyeomyia* (*Phoniomyia*) (Theobald, 1903), *Culex* (*Microculex*) (Theobald, 1907) e *Anopheles* (*Kerteszia*) (Theobald, 1905) são encontradas frequentemente em bromélias e internódios de bambus furados pela ação de animais (Alencar *et al.*, 2016).

Lozovei, (1998) relata que para as populações de imaturos ocorram nos internódios de bambus, é necessário que no seu interior tenha água e que em suas laterais tenham furos, permitindo a oviposição das fêmeas. As larvas, por desenvolverem em meio aquático estão sujeitas às variações do habitat, principalmente da pluviosidade pois a água oriunda das precipitações, carrega partículas orgânicas através do caule até orifícios artificiais ou naturais, promovendo o desenvolvimento de microrganismos, tornando-se também uma fonte de nutrientes para a fase larval dos culicídeos (Marques & Forattini, 2008).

Odum (2004) define que a Sucessão Ecológica é organizada, envolve modificações estruturais específicas nos processos da comunidade com o passar do tempo, é razoavelmente dirigida e, portanto, pode ser então previsível. Com relação à fauna entomológica e seu desenvolvimento no micro-habitat bambu, a sucessão deve ser estudada nos internódios, ainda

que cada espécie encontrada possua uma dinâmica própria de maturação a longo prazo, tornar-se-á mensurável. A competição entre espécies é influenciada por vários fatores, como exemplificado para *Tripteroides bambusa* (Giles, 1904) e *Ae. albopictus*, em que a primeira predomina, apesar de ter um desenvolvimento mais lento (Sunahara & Mogi, 1997).

## 5. OBJETIVOS

### 5.1. OBJETIVO GERAL

Estudar a bionomia de mosquitos que selecionam internódios de bambus furados artificialmente como habitat larval na área do Parque Nacional da Tijuca (PNT), cidade do Rio de Janeiro, Brasil.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar o levantamento faunístico de mosquitos em plantas de bambu em diferentes pontos amostrais do Parque Nacional da Tijuca;
- Comparar e avaliar as populações de mosquitos em internódios de bambu quanto à abundância, diversidade, dominância, similaridade, equabilidade e riqueza de mosquitos em internódios de bambu em diferentes pontos amostrais;
- Analisar a distribuição temporal da fauna de mosquitos de importância médica;
- Avaliar as possíveis variações abióticas que possam ter influenciado na abundância de espécies de mosquitos encontrados em internódios de bambu;

## 6. MATERIAL E MÉTODOS

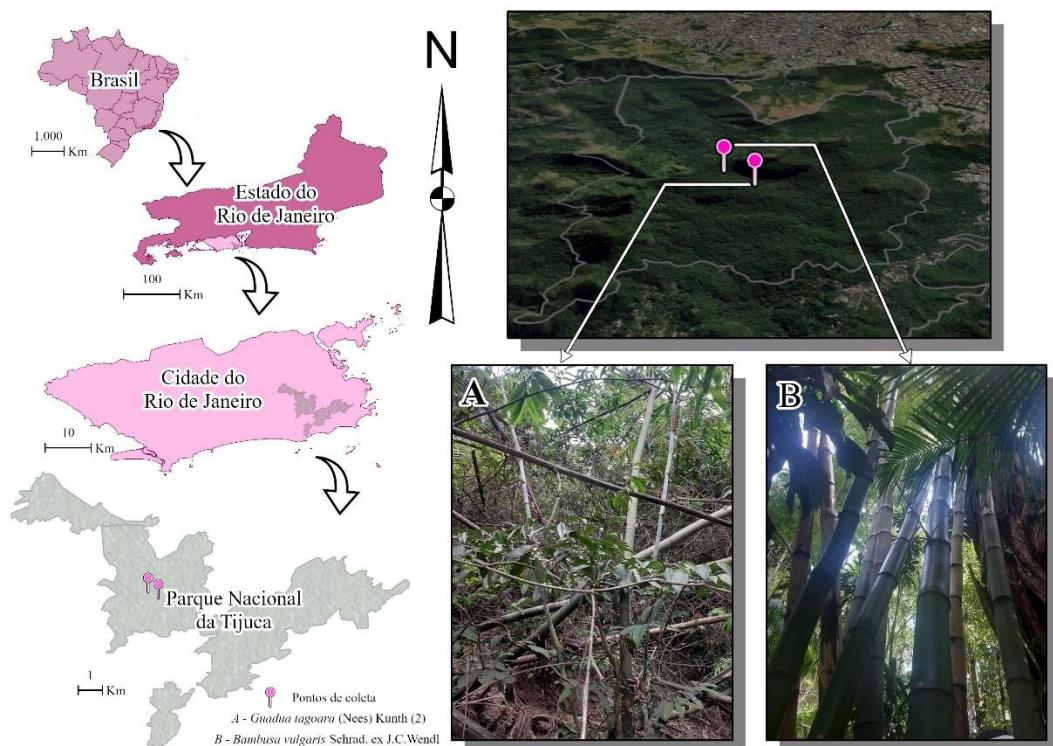
### 6.1. DECLARAÇÃO DE ÉTICA

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 N° 81388-3. Todos os membros da equipe de coleta estavam devidamente vacinados contra febre amarela.

### 6.2. CARACTERIZAÇÃO DOS PONTOS AMOSTRAIS

O estudo foi desenvolvido no setor A (Floresta da Tijuca) do Parque Nacional da Tijuca/RJ ( $22^{\circ}55' - 23^{\circ}00'S$  e  $43^{\circ}11' - 43^{\circ}19'W$ ) (ICMBio, 2008) durante o período

compreendido de fevereiro de 2022 a março de 2023 realizaram-se coletas de imaturos em dois pontos de amostragens, das 10:00 às 13:00hs, com esforço amostral de 23 coletas. A área amostral continha dois sítios amostrais, nomeados de Ponto amostral 1 - *Guadua tagoara* e Ponto amostral 2 - *Bambusa vulgaris*, com tempo de amostragem padronizado em 90 minutos em cada um deles, perfazendo um total de 180 minutos por amostragem, completando um esforço amostral total de 69 horas (Fig. 16).



**Figura 16.** Mapa de distribuição dos pontos de coleta do PNT localizado no município do Rio de Janeiro, estado do Rio de Janeiro, Brasil. Fonte: Cecilia Ferreira de Mello, 2023.

O Ponto amostral 1 ( $22^{\circ}56'52.1"S$  e  $43^{\circ}17'29.3"W$ ) está localizado aproximadamente a 30 m da borda do largo do Bom Retiro, com a presença de espécies arbóreas, sub-bosque e grande quantidade de herbáceas, foram utilizados bambus pertencentes a *Guadua tagoara* (Nees) Kunth (Fig. 17).



**Figura 17.** (A) Caracterização do ponto amostral 1; (B) Hábito relacionado ao bambu; (C) Utilização da corda para chegada ao ponto amostral 1.

O Ponto amostral 2 ( $22^{\circ}57'00.5''S$  e  $43^{\circ}17'15.7''W$ ) apresenta uma área de borda florestal com vegetação em estágio avançado de regeneração e presença de espécies exóticas, além de espécies arbóreas de porte médio, arbustivas e herbáceas. Os bambus selecionados pertencem à espécie *Bambusa vulgaris* Schrad. ex J.C.Wendl. e estão localizados a cerca de 10m da estrada Major Archer, em declive, local com um grande acúmulo de serapilheira (Fig. 18).



**Figura 18.** (A) Caracterização do ponto amostral 2; (B) Hábito relacionado ao bambu; (C) Utilização de corda para descer até o ponto amostral 2.

Os bambus foram perfurados com orifícios de cinco milímetros de diâmetro para servir de micro-hábitat para a fauna de mosquitos. Para tanto, realizou-se uma perfuração em cada internódio, a 25 cm do nó inferior da planta. Utilizaram-se apenas os internódios de bambus vivos, furados de forma circular com furadeira elétrica recarregável (Fig. 19). Para a escolha do padrão de perfuração aqui utilizado, considerou-se o comportamento de insetos que podem fazer uso dos internódios e o padrão de perfuração para sua entrada e saída. Em cada um dos pontos amostrais, perfuraram-se cinco internódios de cinco plantas de bambus (total de 25 habitats larvais por ponto de coleta).



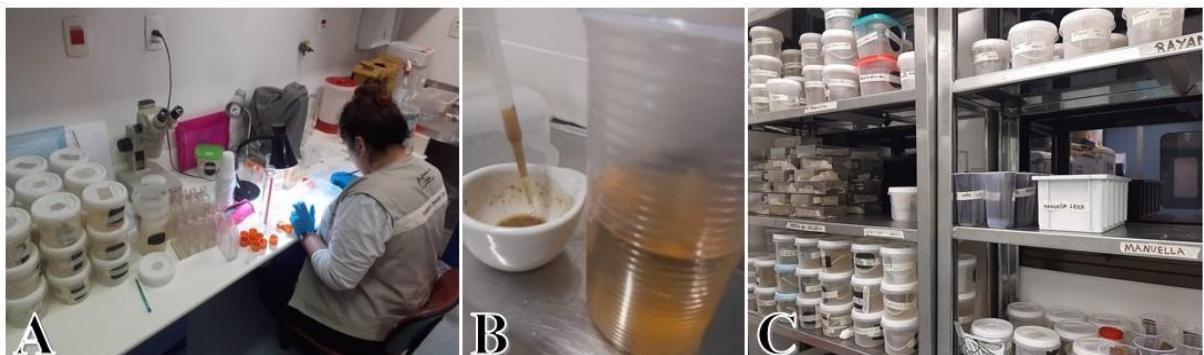
**Figura 19.** (A) Coleta de imaturos com o manuseio da furadeira recarregável; (B) Momento de perfuração dos bambus vivos; (C) Placa de identificação instalada em todas as plantas; (D) Perfuração dos internódios.

A cada 15 dias, a água dos internódios dos bambus foi retirada através de sifonagem para a obtenção dos imaturos (Fig. 20). Foram avaliadas as características físico-químicas da água dos internódios de bambu (pH e temperatura), para mensurar as variáveis abióticas foi um utilizado um medidor portátil da marca Akso, modelo AK90.



**Figura 20.** (A) Coleta de imaturos com sugador manual em bambu, localizado no Parque Nacional da Tijuca, Rio de Janeiro, estado do Rio de Janeiro; (B) Coleta de imaturos com sugador manual em bambu; (C) Conferência da água proveniente da coleta.

A água coletada foi derramada em bandejas de polietileno, larvas e pupas encontradas foram quantificadas e removidas com uma pipeta para que fossem acondicionadas separadamente, em garrafas entomológicas e transportadas ao laboratório, para criação até adultos, conforme metodologia de Müller *et al.* (2009) (Fig. 21).



**Figura 21.** (A) Contagem das larvas e cuidados necessários com o material coletado; (B) Alimentando as larvas com ração para peixe dissolvida; (C) Criação das larvas.

O conteúdo de cada amostra foi transferido para pequenos recipientes e as larvas foram mantidas vivas com a água dos internódios e periodicamente suplementado com água descolorada, para permitir que as larvas e as pupas completassem o desenvolvimento até a fase adulta. O ambiente experimental foi mantido à temperatura de 28°C com umidade do ar de 75%

a 90%. Os exemplares foram monitorados diariamente até que os imaturos atingissem a fase adulta. A identificação das espécies foi realizada partir da observação direta dos caracteres morfológicos dos adultos evidenciáveis ao microscópio óptico e consulta às descrições/diagnoses respectivas das espécies, utilizando chaves dicotômicas e informações das obras de Lane (1953), Consoli & Lourenço-de-Oliveira (1994) e Forattini (2002).

As abreviaturas dos nomes genéricos e subgenéricos seguem a proposta de Reinert (2009). Após a identificação específica, todos os espécimes foram incorporados à Coleção Entomológica do Instituto Oswaldo Cruz, Fiocruz, sob o título de "Parque Nacional da Tijuca".

### 6.3. OBTENÇÃO DOS DADOS METEOROLÓGICOS

Para a análise dos dados meteorológicos foram obtidas planilhas das observações meteorológicas da Estação Alto da Boa vista, estação de maior altitude da rede do Alerta Rio. Além de medir as chuvas da região, esta estação possui sensores de umidade do ar e temperatura.

### 6.4. ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os seguintes índices ecológicos foram utilizados para avaliar, analisar e comparar as populações de mosquitos em cada ponto de amostragem: diversidade, dominância, riqueza e equabilidade. O Índice de Diversidade de Shannon foi utilizado para quantificar a diversidade da comunidade de culicídeos. Este índice leva em consideração tanto a abundância quanto a equabilidade das diferentes espécies de mosquitos presentes em cada ponto de amostragem. Cada ponto de coleta foi representado por uma espécie de bambu diferente: Ponto 1: Guadua togoara e Ponto 2: Bambusa vulgaris. O Índice de Dominância de Simpson foi utilizado para medir a probabilidade de dois indivíduos selecionados aleatoriamente na amostra pertencerem à mesma espécie; valores mais elevados deste último índice implicam níveis de diversidade mais baixos. O índice de riqueza foi utilizado para descrever o número total de diferentes espécies de mosquitos encontradas em cada ponto de amostragem. Equabilidade, refere-se à distribuição uniforme da abundância das diferentes espécies de culicídeos nos pontos amostrais. O teste de regressão linear foi utilizado para analisar as correlações entre os imaturos e as variáveis: temperatura, pH e volume de água. As diferenças entre a abundância de machos e fêmeas foram avaliadas com o teste t. Todas as análises foram realizadas no software PAST versão 4.05.

## 6.5. ÍNDICES DE DIVERSIDADE

A riqueza de espécies se refere ao número de espécies observadas em uma determinada área, e é influenciada pelo esforço amostral, sendo sua estimativa real um imenso desafio (Magurran and McGill, 2011). Enquanto a riqueza é a quantidade de espécies, a abundância relativa é a quantidade de indivíduos de determinada espécie que ocorre em um local ou em uma amostra (Pianka, 1994, Moreno, 2001). Para avaliar e comparar a comunidade de mosquitos em cada ponto de captura foi utilizado o Índice de Diversidade de Shannon-Wiener ( $H'$ ) (Shannon, 1948); e, para avaliar se existem diferenças significativas entre os índices foi calculado o teste t, com nível de significância de 5%, utilizando-se o software Past 4. O índice de diversidade não paramétrico de Shannon ( $H'$ ) é baseado no raciocínio de que a diversidade em um sistema natural pode ser medida de forma similar à informação contida em um código ou mensagem. Este índice de diversidade de espécies considera igual o peso entre as espécies raras e abundantes (Magurran, 1988). Este índice assume que indivíduos são aleatoriamente amostrados de uma comunidade infinitamente grande, sendo apropriado para amostras aleatórias de espécies de uma comunidade ou subcomunidade de interesse. O índice de Shannon é calculado pela equação:

$$H' = \sum p_i \ln p_i,$$

Onde:  $p_i$  é a proporção da espécie em relação ao número total de espécimes encontrados nos levantamentos realizados. Quanto maior for o valor de  $H$ , maior será a diversidade da população em estudo, podendo expressar riqueza. O índice de Equabilidade ( $J'$ ) pertence ao intervalo [0,1], onde 1 representa a máxima diversidade, sendo todas as espécies igualmente abundantes. O índice de Equabilidade de Pielou é derivado do índice de diversidade de Shannon permitindo representar a uniformidade da distribuição dos indivíduos entre as espécies existentes. Seu valor apresenta uma amplitude de 0, que é a uniformidade mínima, até 1, sendo esta, a uniformidade máxima.

A regressão linear é uma técnica de análise que permite predizer valores de uma variável, a chamada variável dependente em relação a outra variável, a chamada variável independente realizando uma estimativa de coeficientes, que proporcionam a melhor previsão do valor da variável dependente, com base no valor da variável independente.

## 7. RESULTADOS

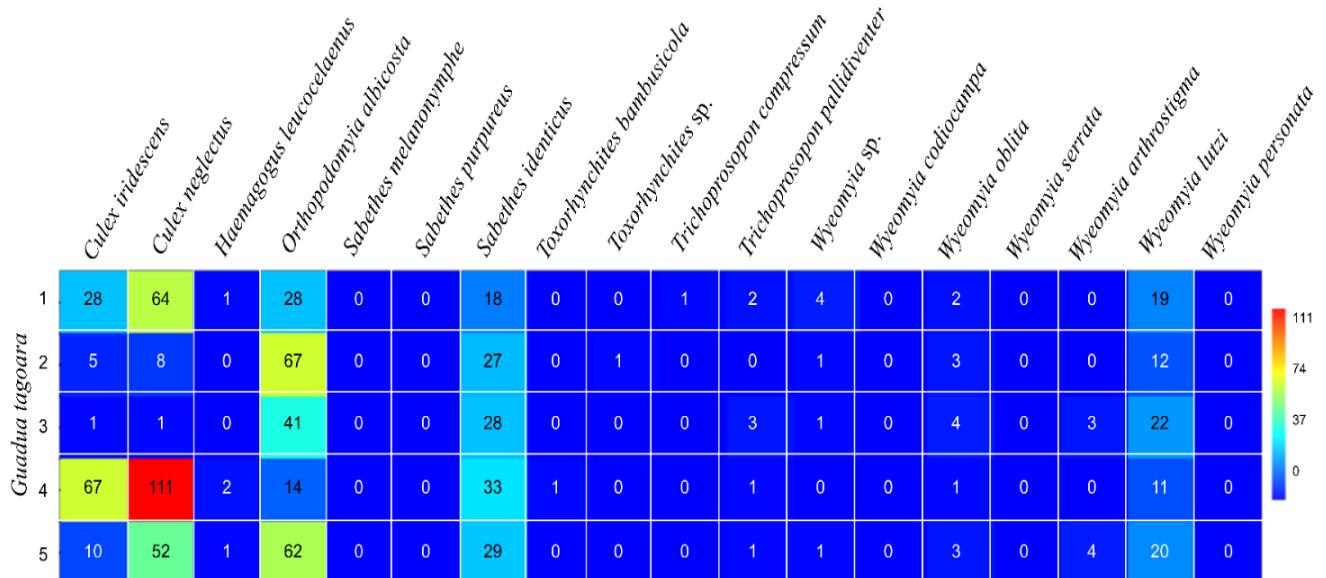
Durante o período de amostragem coletou-se 1845 imaturos de culicídeos, sendo 1331 (72,14%) no ponto amostral 1 e 514 (27,86 %) no ponto amostral 2. Desse total, 1162 chegaram à fase adulta, distribuídos pelas seguintes espécies e respectivos números e percentuais: *Culex iridescens* (n=119; 10,2%), *Culex neglectus* (Lutz 1904) (n=394; 33,9%), *Haemagogus leucocelaenus* (Dyar & Shannon, 1924) (n=4; 0,3%), *O rthopodomyia albicosta* (n=257; 22,1%), *Sabethes identicus* (Dyar & Knab, 1907) (n=164; 14,1%), *Sabethes melanonymphe* (Dyar, 1924) (n=2; 0,2%), *Sabethes purpureus* (Theobald, 1907) (n=3; 0,3%), *Toxorhynchites bambusicola* (Lutz & Neiva, 1913) (n=1; 0,1%), *Toxorhynchites* sp. (n=1; 0,1%), *Trichoprosopon compressum* (Lutz, 1905) (n=1; 0,1%), *Trichoprosopon pallidiventer* (Lutz, 1905) (n=7; 0,6%), *Wyeomyia arthrostigma* (Lutz, 1905) (n=10; 0,9%), *Wyeomyia codiocampa* (Dyar & Knab, 1907) (n=1; 0,1%), *Wyeomyia lutzi* (Costa Lima, 1930) (n=138; 11,9%), *Wyeomyia oblita* (Lutz, 1904) (n=48; 4,1%), *Wyeomyia personata* (Lutz, 1904) (n=2; 0,2%), *Wyeomyia serrata* (Lutz, 1905) (n=1; 0,1%) e *Wyeomyia* sp. (n=9; 0,8%).

A maior abundância na espécie de bambu *Guadua tagoara* no ponto amostral 1 (bambus de 1 a 5) foi observada no bambu 4 (n = 241; 29%), seguido pelos bambus 5 (n = 183; 22%) e 1 (n = 167; 20%) (Fig. 22). Os maiores índices de diversidade e equabilidade foram nos bambus 1 ( $H = 1,71$ ;  $J = 0,74$ ) e 5 ( $H = 1,65$ ;  $J = 0,72$ ). Os índices de dominância mais elevados foram observados nos bambus 2 ( $D = 0,36$ ) e 4 ( $D = 0,31$ ), com dominância de *Or. albicosta* (bambu 2) e *Cx. neglectus* (bambu 4) (Tabela 1).

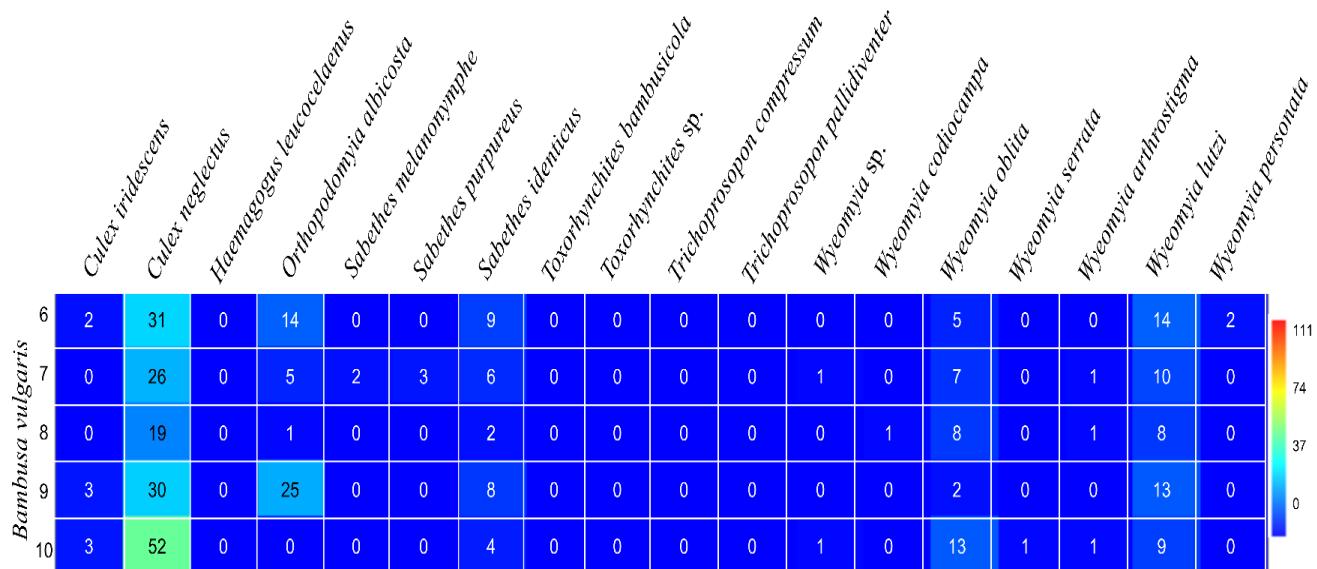
Já na espécie de bambu *Bambusa vulgaris* do ponto amostral 2 (bambus de 6 a 10) a maior abundância foi observada no bambu 9 (n = 81; 24%), seguido pelo bambu 6 (n = 77; 22%) (Fig. 23). Os maiores índices de diversidade foram observados nos bambus: 7 ( $H = 1,74$ ) e 6 ( $H = 1,60$ ). As maiores equabilidades foram nos bambus: 6 e 9 ( $J = 0,82$  para ambos). As maiores riquezas foram nos bambus 7 ( $S = 9$ ) e 10 ( $S = 8$ ). Os índices de dominância mais elevados foram observados nos bambus 10 ( $D = 0,42$ ) e 8 ( $D = 0,31$ ). Com dominância de *Cx. neglectus* em ambos (Tabela 1). Frequentaram todas as plantas bambus: *Cx. neglectus*, *Sa. identicus*, *Wy. oblita* e *Wy. lutzi*.

**Tabela 1.** Índices de diversidade de imaturos de mosquitos em plantas de bambus no Parque Nacional da Tijuca, estado do Rio de Janeiro, Brasil, no período de coleta de março de 2022 a março de 2023.

Bambu	Ponto amostral 1					Ponto amostral 2				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Espécies (S)	10	8	9	9	10	7	9	7	6	8
Dominância (D)	0,23	0,36	0,28	0,31	0,24	0,25	0,24	0,31	0,27	0,42
Diversidade de Shannon (H)	1,71	1,37	1,51	1,40	1,65	1,60	1,74	1,42	1,47	1,25
Equidade (J)	0,74	0,66	0,69	0,64	0,72	0,82	0,79	0,73	0,82	0,60



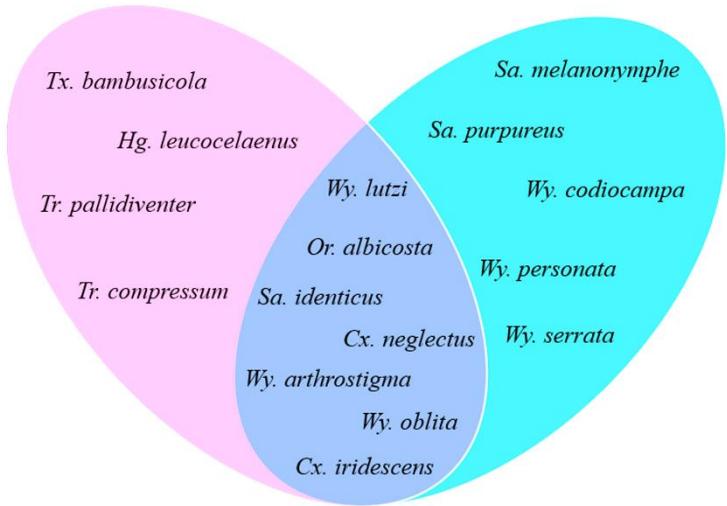
**Figura 22.** Abundância de imaturos de mosquitos em *Guadua tagoara* no ponto amostral 1 (Bambus 1-5) no Parque Nacional da Tijuca, estado do Rio de Janeiro, Brasil, no período de coleta de março de 2022 a março de 2023.



**Figura 23.** Abundância de imaturos de mosquitos em *Bambusa vulgaris* no ponto amostral 2 (Bambus 6-10) no Parque Nacional da Tijuca, estado do Rio de Janeiro, Brasil, no período de coleta de março de 2022 a março de 2023.

Comparando as duas espécies de bambu em relação às espécies de mosquitos encontradas constatou-se uma diferença estatisticamente significativa entre *Guadua tagoara* e *Bambusa vulgaris* ( $p = 0,006$ ). A espécie de bambu *G. tagoara* apresentou o maior índice de diversidade ( $H = 1,71$ ) e o maior índice de equabilidade ( $J = 0,71$ ). Enquanto os valores desses índices para *B. vulgaris* foram:  $H = 1,63$  e  $J = 0,65$  para diversidade e equabilidade respectivamente. *G. tagoara* teve 11 espécies e *B. vulgaris* 12 espécies (Fig. 24). O índice de dominância da espécie *B. vulgaris* foi mais elevado ( $D = 0,28$ ) com maior abundância de *Cx. neglectus*.

- Ponto amostral 1 (*Guadua tagoara*)
- Ponto amostral 2 (*Bambusa vulgaris*)



**Figura 24.** Espécies encontradas nos dois pontos amostrais do Parque Nacional da Tijuca, município do Rio de Janeiro, cidade do estado do Rio de Janeiro, Brasil, de março de 2022 a março de 2023.

Os internódios que apresentaram a maior abundância de imaturos de culicídeos no ponto amostral 1: 2 (n = 213; 26%) e 5 (n = 201; 25%). As maiores diversidades foram observadas nos internódios: 4 ( $H = 1,79$ ), 1 ( $H = 1,72$ ) e 2 ( $H = 1,70$ ). Maiores índices de equabilidade, internódios: 1 ( $J = 0,88$ ) e 3 ( $J = 0,84$ ). Maiores riquezas constatadas nos internódios 2 ( $s = 11$ ) e 4 ( $S = 11$ ). O internódio com maior índice de dominância foi o 5 ( $D = 0,24$ ), representada por *Cx. neglectus*.

**Tabela 2.** Índices de diversidade de imaturos de mosquitos encontrados em internódios de bambus no ponto amostral 1 do Parque Nacional da Tijuca, estado do Rio de Janeiro, Brasil no período de coleta de março de 2022 a março de 2023.

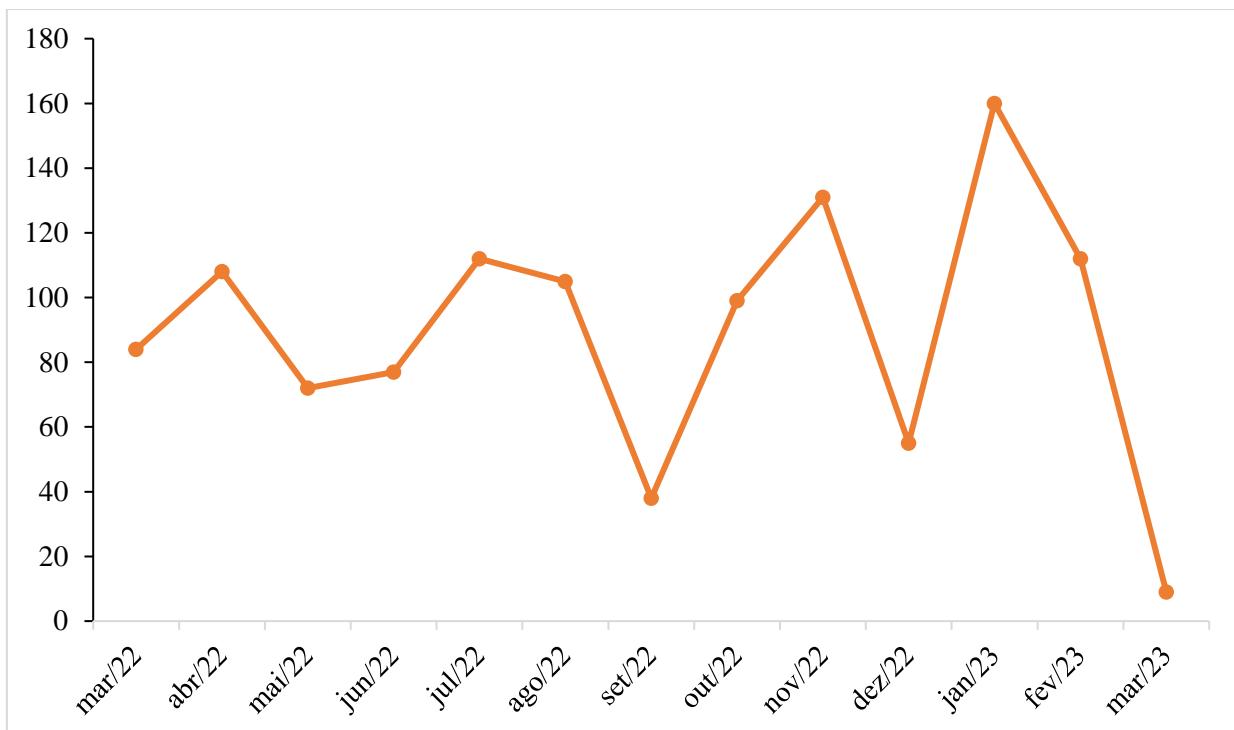
Internódio	1	2	3	4	5
Espécies (S)	7	11	7	11	7
Dominância (D)	0,20	0,23	0,23	0,20	0,24
Diversidade de Shannon (H)	1,72	1,70	1,64	1,79	1,56
Equidade (J)	0,88	0,71	0,84	0,75	0,80

Foi observado que no ponto amostral 2, o internódio 2 apresentou a maior abundância ( $n = 97$ ; 28%), diversidade ( $H = 1,76$ ), riqueza ( $S = 10$ ) e a segunda maior equabilidade ( $J = 0,77$ ). Seguido pelo internódio 1 que também apresentou elevada abundância ( $n = 85$ ; 25%), diversidade ( $H = 1,73$ ), riqueza ( $S = 09$ ) e o maior índice de equabilidade ( $J = 0,79$ ). O internódio com o maior índice de dominância foi o 5 ( $D = 0,50$ ), com a mesma por *Cx. neglectus*.

**Tabela 3.** Índices de diversidade de imaturos de mosquitos encontrados em internódios de bambus no ponto amostral 2 do Parque Nacional da Tijuca, estado do Rio de Janeiro, Brasil, no período de coleta de março de 2022 a março de 2023.

<b>Internódio</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Espécies (S)	9	10	9	7	4
Dominância (D)	0,21	0,23	0,36	0,33	0,50
Diversidade de Shannon (H)	1,73	1,76	1,41	1,39	0,96
Equidade (J)	0,79	0,77	0,64	0,71	0,70

Os maiores picos na abundância de imaturos de culicídeos foram encontrados nos meses de janeiro de 2023 ( $n = 160$ ; 14%) e em novembro de 2022 ( $n = 131$ ; 11%). Em contrapartida, nos meses de setembro e dezembro de 2022 ocorreu um declínio na população de mosquitos. De agosto para setembro houve uma diminuição de 6% na abundância de culicídeos coletados. Constatou-se que em outubro de 2022 a população voltou a ascender (5%), de forma contínua até o mês de novembro de 2022, mostrando declínio no mês de dezembro de 2022 ( $n = 55$ ), enquanto no mês seguinte (janeiro de 2023) apresentou seu maior pico ( $n = 160$ ), caindo novamente em fevereiro ( $n = 112$ ) e tendo a menor abundância registrada no mês de março de 2023 ( $n = 9$ ) (Fig. 25).



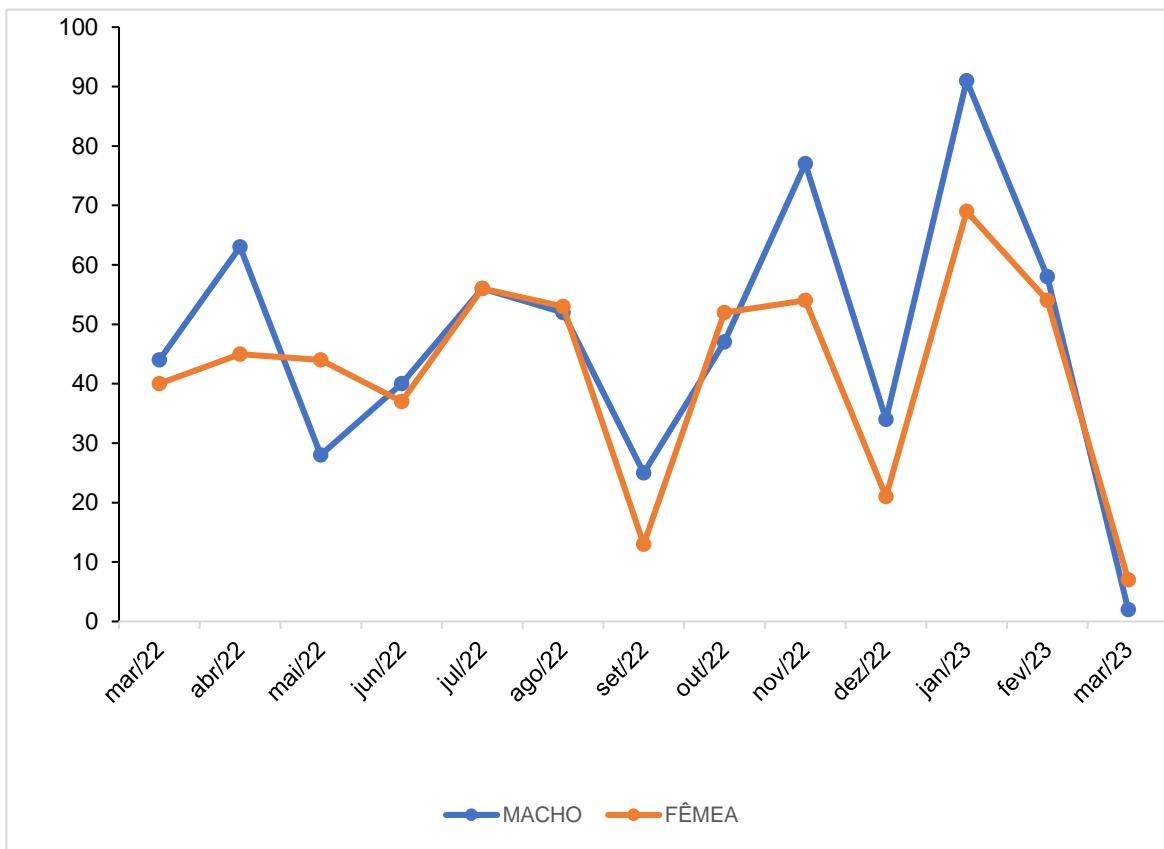
**Figura 25.** Frequênciamensal de imaturos de mosquitos no Parque Nacional da Tijuca, estado do Rio de Janeiro, Brasil, no período de coleta de março de 2022 a março de 2023

Os índices mais altos de riqueza foram observados nos meses de julho ( $S = 11$ ), abril ( $S = 10$ ) e agosto ( $S = 8$ ) de 2022 e janeiro ( $S = 8$ ) de 2023. Os índices mais elevados de diversidade foram constatados nos meses de maio, junho e julho ( $H = 1,7$  para os três), agosto ( $H = 1,6$ ) e abril ( $H = 1,5$ ) de 2022. Analisando a equabilidade foi detectado que a maior entre as espécies foi verificada nos meses de junho ( $J = 0,9$ ), maio, agosto e outubro ( $J = 0,8$  para os três) de 2022. Em contrapartida os índices mais altos de dominância foram encontrados nos meses de março ( $D = 0,7$ ) sendo a mesma por *Sa. identicus* ( $n = 70$ ) (Tabela 4).

**Tabela 4** Índices de diversidade de imaturos de mosquitos no Parque Nacional da Tijuca, estado do Rio de Janeiro, Brasil, no período de coleta de março de 2022 a março de 2023.

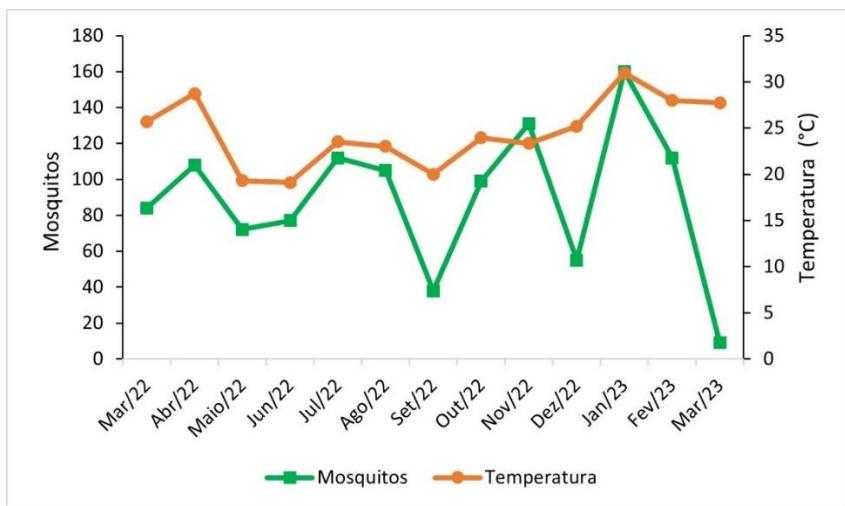
Meses	Espécies (S)	Dominância (D)	Diversidade Shannon (H)	Equidade (J)
Mar/22	5	0,7	0,6	0,4
Abr/22	10	0,4	1,5	0,7
Mai/22	8	0,2	1,7	0,8
Jun/22	7	0,2	1,7	0,9
Jul/22	11	0,3	1,7	0,7
Ago/22	8	0,2	1,6	0,8
Set/22	5	0,5	1,0	0,6
Out/22	6	0,3	1,4	0,8
Nov/22	6	0,5	1,2	0,6
Dez/22	7	0,3	1,4	0,7
Jan/23	8	0,3	1,3	0,6
Fev/23	7	0,4	1,3	0,7
Mar/23	3	0,6	0,7	0,6

Durante as amostragens o número de machos foi 6% maior que o de fêmeas, mas essa diferença não foi considerada estatisticamente significativa. Os meses que ocorreram maior número de machos foram março, abril, junho, setembro, novembro e dezembro de 2022 e janeiro e fevereiro de 2023, enquanto o maior número de fêmeas deu-se em maio, agosto e outubro de 2022 e março de 2023 (Fig. 26).



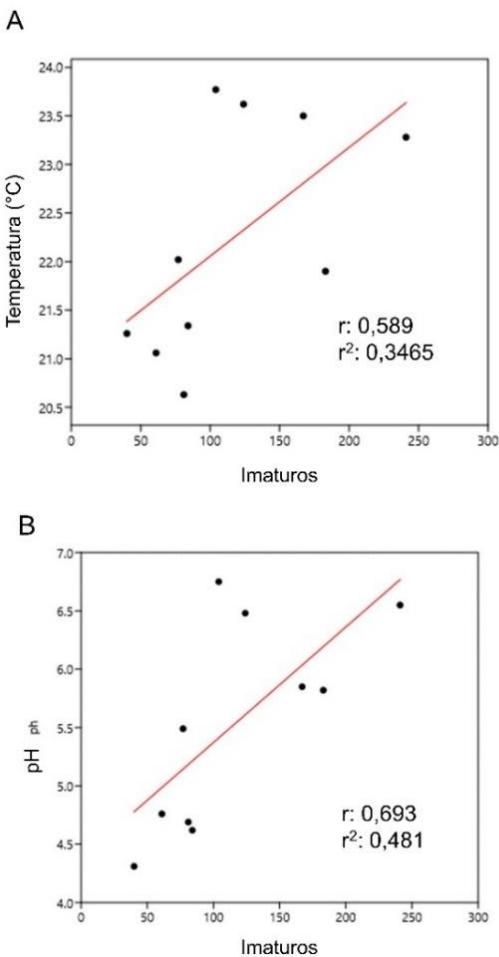
**Figura 26.** Abundância mensal de machos e fêmeas de mosquitos no Parque Nacional da Tijuca, estado do Rio de Janeiro, Brasil, no período de coleta de março de 2022 a março de 2023.

A maior discrepância entre machos e fêmeas, com predominância de machos, e respectiva diferença percentual deram-se em setembro (32%), dezembro (24%), novembro (18%) e abril (17%) de 2022. Por outro lado, a maior abundância de fêmeas e respectiva diferença percentual aconteceram em março de 2023 (56%) e maio de 2022 (22%). A abundância de mosquitos seguiu o padrão de temperatura com picos mais elevados em temperaturas mais altas e diminuindo com valores de temperatura mais baixos (Figura 27).



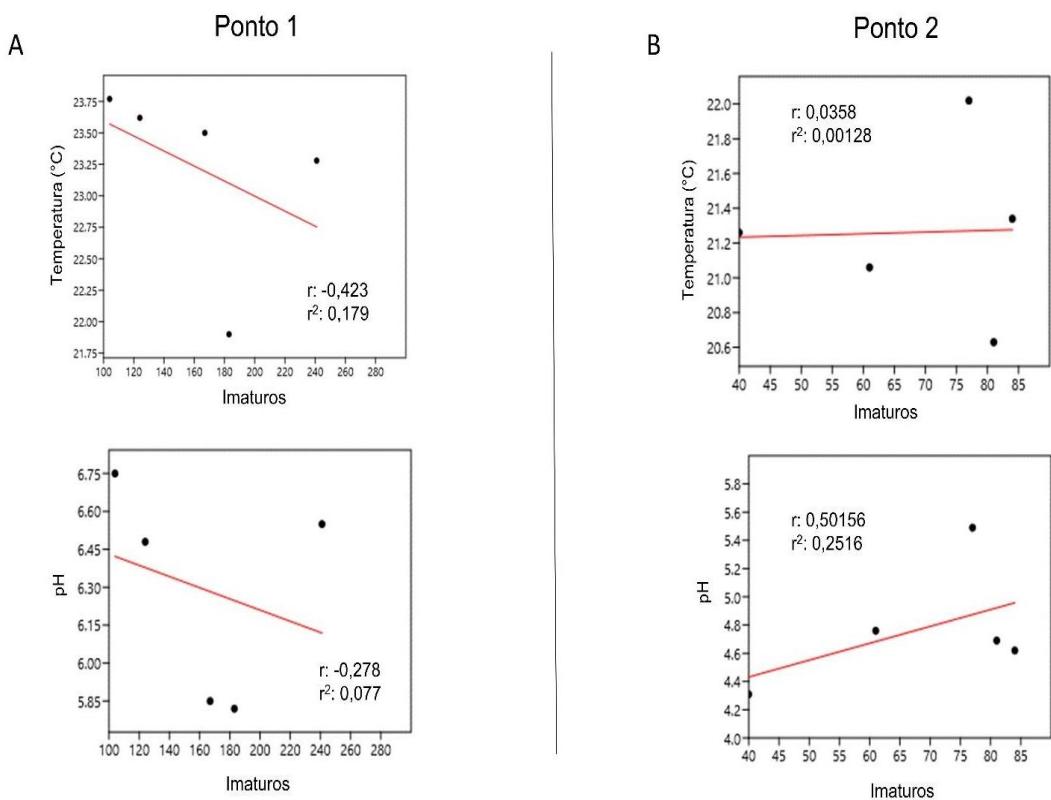
**Figura 27.** Abundância mensal de mosquitos e temperatura no Parque Nacional da Tijuca, cidade do Rio de Janeiro, Brasil, entre março de 2022 e março de 2023.

Analizando de forma geral a abundância de imaturos dentro dos bambus apresentou uma correlação positiva moderada com as variáveis: temperatura ( $r = 0,59$ ) e pH ( $r = 0,694$ ) (Fig. 28 A e B).



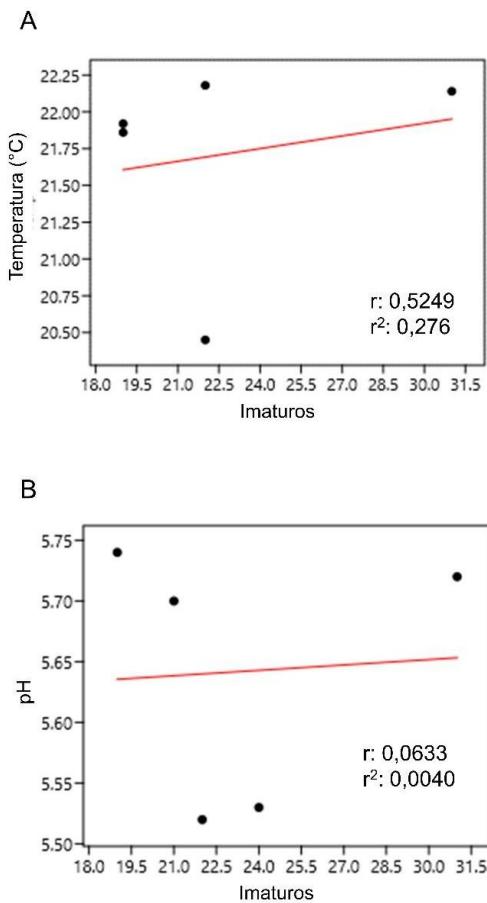
**Figura 28.** Abundância de imaturos dentro dos bambus correlacionados com a temperatura e pH no Parque Nacional da Tijuca, Rio de Janeiro, Brasil, no período de coleta de março de 2022 a março de 2023.

No ponto amostral 1, a correlação da abundância de imaturos com ambas as variáveis temperatura ( $r = -0,423$ ) e pH ( $r = -0,278$ ) foram fracas e negativas (Fig. 29 A). Já no ponto amostral 2, a correlação da abundância de imaturos com ambas as variáveis temperatura ( $r = 0,036$ ) e pH ( $r = 0,502$ ) foram fracas e positivas (Fig. 29 B).



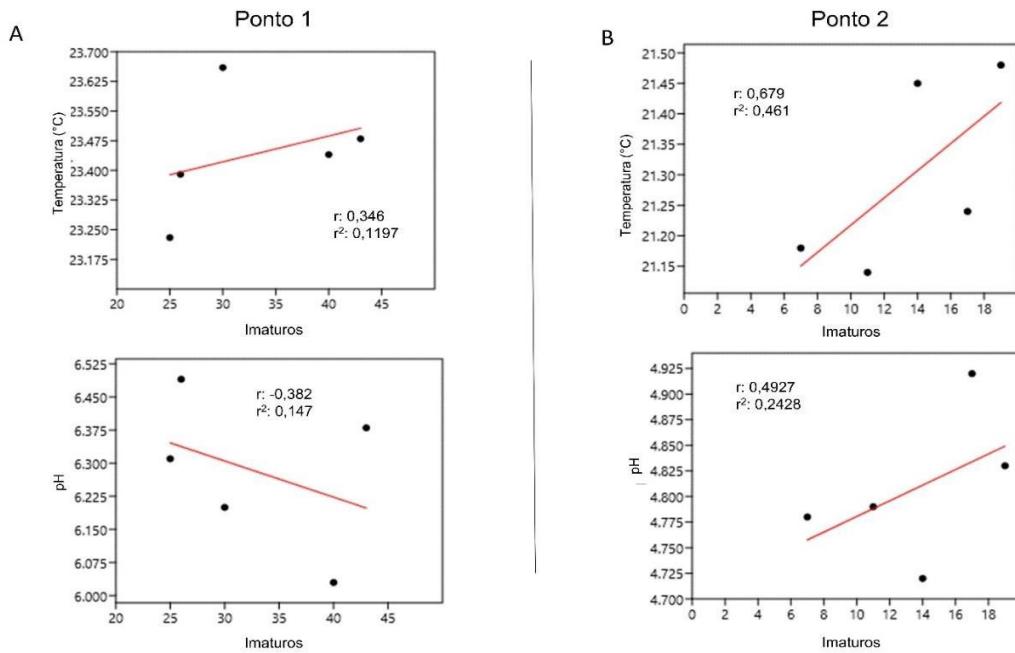
**Figura 29.** Abundância de imaturos dentro dos bambus, nos pontos amostrais 1 (A) e 2 (B), correlacionados com a temperatura e pH no Parque Nacional da Tijuca, Rio de Janeiro, Brasil, no período de coleta de março de 2022 a março de 2023.

Analizando de forma geral a abundância de imaturos dentro dos internódios dos bambus teve uma correlação fraca e positiva ( $r = 0.525$ ) com a temperatura e com o pH ( $r = 0.063$ ) (Fig. 30).



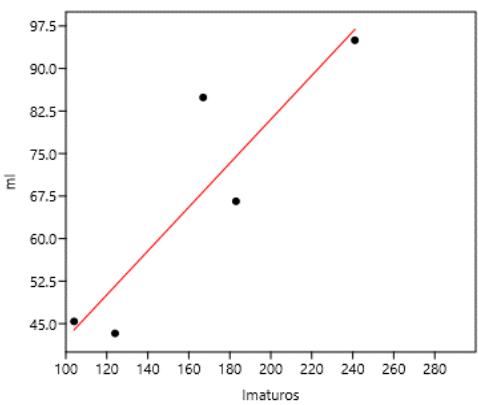
**Figura 30.** Abundância de imaturos dentro dos internódios dos bambus correlacionados com a temperatura (A) e pH (B) no Parque Nacional da Tijuca, Rio de Janeiro, Brasil, no período de coleta de março de 2022 a março de 2023.

No ponto amostral 1, a correlação da abundância de imaturos nos internódios com a variável temperatura foi fraca e positiva ( $r = 0.346$ ) e com o pH foi fraca e negativa ( $r = -0.38$ ) (Fig. 31 A). Cabe ressaltar que no ponto amostral 2, a correlação da abundância de imaturos nos internódios com a temperatura foi positiva e forte ( $r = 0.679$ ) e com o pH foi fraca e positiva ( $r = 0.492$ ) (Fig. 31 B).



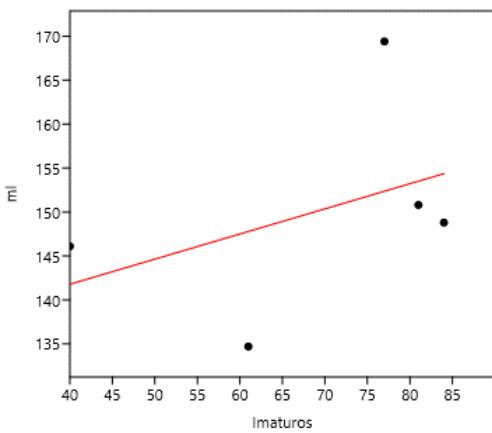
**Figura 31.** Abundância de imaturos dentro dos internódios dos bambus correlacionados com a temperatura e pH, no ponto amostral 1 (A) e ponto amostral 2 (B) no Parque Nacional da Tijuca, Rio de Janeiro, Brasil, no período de coleta de março de 2022 a março de 2023.

Analizando o volume de água dos bambus foi observado que no ponto amostral 1 (Bambus 1 a 5) da espécie *Guadua tagoara*, a correlação da abundância de imaturos com a quantidade de água (ml) por planta foi positiva e forte (0,90) (Fig. 32).



**Figura 32.** Abundância de imaturos dos bambus correlacionados com o volume de água (ml), na espécie *Guadua tagoara* (ponto amostral 1) no Parque Nacional da Tijuca, Rio de Janeiro, Brasil, no período de coleta de março de 2022 a março de 2023.

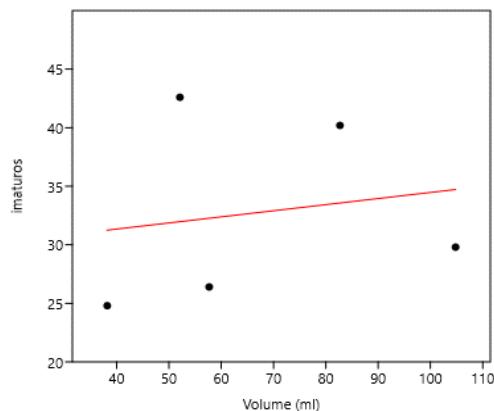
Entretanto, diferentemente foi constatado que no ponto amostral 2 (Bambus 6 a 10) da espécie *Bambusa vulgaris*, a correlação da abundância de imaturos com a quantidade de água (ml) por planta foi média e positiva (0,41) (Fig. 33).



**Figura 33.** Abundância de imaturos dos bambus correlacionados com o volume de água (ml), na espécie *Bambusa vulgaris* (ponto amostral 2) no Parque Nacional da Tijuca, Rio de Janeiro, Brasil, no período de coleta de março de 2022 a março de 2023.

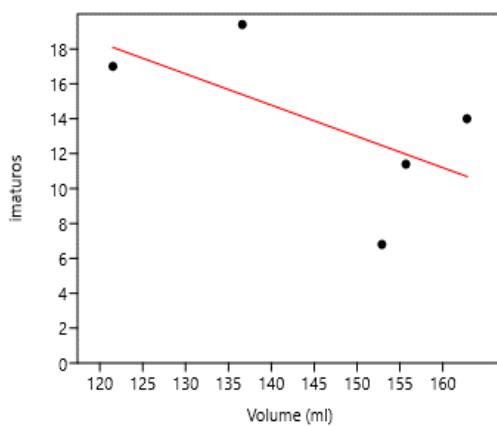
O volume de água por internódio (internódios de 1 a 5) relacionado ao número de imaturos de culicídeos foi analisado e notamos que no ponto amostral 1 (bambus de 1 a 5) da

espécie *Guada tagoara*, a correlação da abundância de imaturos com a quantidade de água (ml) por internódio foi positiva, porém fraca (0,17) (Fig. 34).



**Figura 34.** Abundância de imaturos dos internódios correlacionados com o volume de água (ml), na espécie *Guada tagoara* (ponto amostral 1) no Parque Nacional da Tijuca, Rio de Janeiro, Brasil, no período de coleta de março de 2022 a março de 2023.

Já no ponto amostral 2 (Bambus 6 a 10) da espécie *Bambusa vulgaris*, a correlação da abundância de imaturos com a quantidade de água (ml) por internódio (internódios de 1 a 5) foi forte e negativa (0,41) (Fig. 35).



**Figura 35.** Abundância de imaturos dos internódios correlacionados com o volume de água (ml), na espécie *Bambusa vulgaris* (ponto amostral 2) no Parque Nacional da Tijuca, Rio de Janeiro, Brasil, no período de coleta de março de 2022 a março de 2023.

## 8. DISCUSSÃO

Em seu ambiente natural, os mosquitos encontram diferentes habitats larvais formados pelo acúmulo de água em diferentes locais com a presença de variados substratos, podendo ou não sofrer interferência humana.

Ao analisar a fauna que utiliza internódios de bambu para seu desenvolvimento, Campos (2013) observou que os culicídeos constituem o maior número de indivíduos.

Os internódios de bambu estão entre os habitats larvais mais especializados para o desenvolvimento de mosquitos imaturos (MacDonald & Traub, 1960). Além disso, os furos nas laterais dos internódios dos bambus silvestres possibilitam o conjunto de transformações sofridas pelas substâncias que os constituem. Zequi e Lopes (2001) enfatizam que espécies de bambu como *B. vulgaris* (geralmente referido no Brasil como bambu verde), *Bambusa vulgaris* var. *vittata* Schrad (bambu brasileiro) e *Dendrocalamus giganteus* Wallich (bambu gigante) atuam como importantes habitats larvais para a manutenção de mosquitos imaturos.

Lozovei (1998) avaliou as espécies de mosquitos que utilizam internódios de bambu para se reproduzir e encontrou dois padrões de buracos produzidos pela vida selvagem, circulares e quadrados/retangulares, considerando larvas de mariposas da família Noctuidae (Lepidoptera) como causa dos buracos. Nesse experimento, Lozovei (1998) reproduziu artificialmente habitats larvais semelhantes e os analisou simultaneamente, produzindo aberturas e introduzindo água no reservatório, encontrando 17 espécies de mosquitos dendrícolas.

Bastos *et al.* (2021) estudaram a composição de Culicidae que se reproduzem em internódios de *Bambusa* sp., encontrando uma riqueza de 17 espécies em um remanescente de Mata Atlântica no estado do Rio de Janeiro. Este resultado é semelhante ao número de espécies encontradas no presente estudo, no qual foi utilizado o mesmo padrão de orifícios circulares nos internódios de *B. vulgaris*, e foram encontradas 16 espécies de mosquitos durante o período de amostragem.

Marques e Forattini (2008) apontam que a abundância de espécies está relacionada ao controle que uma espécie exerce sobre outras para se tornar dominante. Embora *Cx. neglectus*, *Sa. identicus*, *Wy. oblita*, e *Wy. lutzi* tenham sido encontradas em todos os internódios, a espécie mais abundante foi *Cx. neglectus*, tornando-o dominante. Alencar *et al.* (2021) chegaram a conclusões semelhantes em seu estudo, com *Cx. neglectus* representando 43% dos espécimes coletados, o que é quase 10% maior que em nosso estudo.

*Guadua tagoara* (ponto de amostragem 1) apresentou maior índice de diversidade e equabilidade de Culicidae em comparação com *B. vulgaris* (ponto de amostragem 2). Em ambos os pontos foram encontradas espécies cujas larvas são predadoras, incluindo *Sa. identicus*, *Sa. melanonymphe* (Dyar, 1924), *Tx. (Lynchiella) bambusicola* (Lutz & Neiva, 1913), *Tr. compressum* (Lutz, 1905), and *Tr. pallidiventer* (Lutz, 1905). Acreditamos que a maior diversidade de espécies de mosquitos em *G. tagoara* se deve à maior exposição em comparação com *B. vulgaris*, o que está de acordo com Lozovei (1998), Silva *et al.* (2004), Bastos *et al.* (2021) e Müller *et al.* (2022). Portanto, a diferença na diversidade nas duas espécies de bambu analisadas pode ser explicada pela influência exercida por fatores ambientais locais, incluindo sazonalidade, competição, predação, estabilidade ambiental e produtividade.

As larvas das espécies de *Toxorhynchites* são consideradas os maiores predadores nos internódios. Um baixo número de espécimes de *Toxorhynchites* foi detectado no presente estudo. Lozovei (1998) também encontrou baixo número de espécimes de *Toxorhynchites* em internódios de bambus na Mata Atlântica da Serra do Mar, no Estado do Paraná. Campos (2013, 2016), avaliando a diversidade de mosquitos que utilizam plantas de bambu como habitat larval no nordeste da Argentina, detectou apenas uma espécie de *Toxorhynchites* imaturos por internódios, o que pode ter ocorrido devido à relação ecológica de canibalismo intraespecífico.

No presente estudo, o maior percentual de indivíduos que atingiram a idade adulta foi do sexo masculino (53%). No entanto, uma análise mensal mostra que durante alguns meses a percentagem de fêmeas excedeu a de machos, o que foi inesperado. Dias *et al.* (2023) argumentam que locais e estações podem gerar variações nas proporções pois foi observado um número maior de fêmeas em seu estudo. Chaves *et al.* (2011) também indicam outros fatores que podem influenciar nas variações, como oferta de nutrientes e densidade larval.

Fatores abióticos podem influenciar significativamente o desenvolvimento e a presença de certas espécies de mosquitos. No presente estudo, os fatores registrados foram temperatura e pH. Lozovei (2001) mencionou que a água nos internódios pode ser ácida ou neutra, conforme encontrado no presente estudo. Porém, Campos (2013) demonstrou que a água também pode ser fortemente alcalina. Foram encontrados mosquitos em todos os internódios, com variação de pH nos pontos de amostragem; no ponto de amostragem 1, a faixa de pH encontrada foi neutra, enquanto no ponto de amostragem 2, foi uma faixa ácida. O ponto amostral 1, com pH neutro, continha o maior número de indivíduos, o que difere dos achados de Campos (2013). Nesse estudo, constatou-se que o maior número de espécies ocorreu com pH ácido. Assim, tais resultados vinculados às espécies encontradas podem mostrar que algumas estarão presentes

nas duas faixas de pH ou em uma única faixa e que é importante vincular esse fator a outros, como a temperatura, a espécie de bambu utilizada e a espécie desses mosquitos.

A temperatura é um fator abiótico que pode influenciar a viabilidade larval, o tempo de desenvolvimento e outros fatores associados ao ciclo de vida dos mosquitos. A temperatura foi relativamente semelhante em ambos os locais. No entanto, detectamos temperaturas máximas mais elevadas no ponto de amostragem 1 ( $13,4^{\circ}\text{C}$  e  $31,8^{\circ}\text{C}$ ) do que no ponto de amostragem 2 ( $13,2^{\circ}\text{C}$  e  $28,1^{\circ}\text{C}$ ), fator que pode contribuir para o aumento da população de mosquitos. Por outro lado, havia outras particularidades em ambas as localidades, o ponto amostral 2 possui maior cobertura vegetal, ou seja, está menos exposto ao sol. As espécies de bambu também podem influenciar a presença de mosquitos.

Devem ser consideradas as estratégias que estes insetos utilizam para garantir a sua sobrevivência e persistência. *Culex (Carrollia) iridescens* (Lutz, 1905) e *Cx. (Microculex) neglectus* (Lutz, 1904) foram encontrados todos os meses, inclusive em períodos considerados desfavoráveis devido à baixa pluviosidade, como setembro e dezembro de 2022.

Espera-se que um maior volume de água seja encontrado nos internódios durante a estação chuvosa. Isso resultaria em maior transporte de nutrientes devido ao maior fluxo de água pelo furo, tornando os internódios um ambiente favorável ao desenvolvimento de imaturos. Nossos resultados mostraram que o volume de água influenciou o número de indivíduos em ambos os pontos amostrais. Isto é apoiado pelos resultados do estudo realizado por Campos (2013).

## 9. CONCLUSÕES

Foi constatado que de forma global e determinante, os fatores abióticos influenciaram diretamente na abundância geral e na distribuição das populações de mosquitos. Os meses de janeiro 2023, abril de 2022 e novembro de 2022, respectivamente, obtiveram maiores precipitações favorecendo a ocorrência dos culicídeos.

Foi observado que no ponto amostral 1, a correlação da abundância de imaturos com as variáveis abióticas temperatura e pH foram fracas e negativas. Já no ponto amostral 2, a correlação da abundância de imaturos com as variáveis abióticas temperatura e pH foram fracas e positivas.

A espécie de bambu *Guadua tagoara* (ponto amostral 1) apresentou o maior índice em diversidade, equabilidade e abundância.

O índice de dominância foi mais elevado em *Bambusa vulgaris*, apresentando o maior número de espécies de culicídeos coletados. Em ambos os pontos amostrais houve a dominância de *Cx. neglectus*. As espécies *Culex neglectus*, *Sa. identicus*, *Wy. oblita* e *Wy. lutzi* frequentaram todas as plantas bambus.

O fitotelmata bambu analisados em dois pontos amostrais do Parque Nacional da Tijuca constituíram um micro-hábitat importante para manutenção das populações de mosquitos e certamente pode ser considerado um modelo útil para estudos bioecológicos.

O Parque Nacional da Floresta da Tijuca é um ponto turístico e recebe grande número de visitantes, assim sendo, torna-se necessário de forma permanente a vigilância entomológica e epidemiológica. Considerando o encontro de espécies de mosquitos de grande importância sob o ponto de vista na transmissão de patógenos, como por exemplo: *Hg. leucocelaenus*, espécie incriminada na transmissão do vírus da febre amarela e outros arbovírus, é necessária atenção especial ao surgimento de doenças febris entre os visitantes da área da unidade de conservação ambiental, nas comunidades do entorno, ou mesmo na população local.

## 10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALENCAR, A. P. A. *et al.* Impacto do programa mais médicos na atenção básica de um município do sertão central nordestino. **Gestão & Sociedade**, Belo Horizonte, v. 10, n. 26, p. 1290-1301, 2016.

ALENCAR, *et al.* Diversidade de ecossistemas de mosquitos (Diptera: Culicidae) em um remanescente de Mata Atlântica, estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Austral Entomology**, v. 60, n. 1, pág. 244-256, 2021.

ALENCAR, J., FERREIRA, ZENIR M., LOPES, C.M., FREIRE, NICOLAU, M.S., MELLO, RUBENS PM., SILVA, JÚLIA DOS SANTOS; GUIMARÃES, ANTHONY ERICO. Biodiversity and Times of Activity of Mosquitoes (Diptera: Culicidae) in the Biome of the Atlantic Forest in the State of Rio de Janeiro, Brazil. **Journal of Medical Entomology**, v. 48, p. 223-231, 2011.

ALENCAR, J., SERRA-FREIRE, N. M., OLIVEIRA, R.F.N., SILVA, J.S., PACHECO, J.B., GUIMARÃES, A.E. Immature Mosquitoes of Serra do Mar Park, São Paulo State, Brazil. **Journal of the American Mosquito Control Association**, v. 26, p. 249-256; 2010.

ALENCAR, J; MELLO, CF; SERRA-FREIRE, NM; GUIMARÃES, AE; GIL SANTANA, HR; GLEISER, RM. Biodiversity and temporal distribution of immature Culicidae in the Atlantic Forest, Rio de Janeiro State, Brazil. **Journal Plos One**. 11(7): 1-15, 2016.

ALENCAR, Jeronimo; *et al.* Flight Height Preference for Oviposition of Mosquito (Diptera: Culicidae) Vectors of Sylvatic Yellow Fever Virus Near the Hydroelectric Reservoir of Simplício, Minas Gerais, Brazil **Journal of Medical Entomology**, v.50, n.4, p.791 - 795, 2013.

ALMEIDA, A.P.G. Os mosquitos (Diptera, Culicidae) e a sua importância médica em Portugal desafios para o século XXI. **Acta Med Port**, v. 24, p. 961–974, 2011.

ARAGAO A.D.O., NUNES NETO J.P., CRUZ A.C.R., CASSEB S.M.M., CARDOSO J.F., DA SILVA S.P., ISHIKAWA E.A.Y.. Description and phylogeny of the mitochondrial genome of *Sabettus chloropterus* , *Sabettus glaucodaemon* and *Sabettus belisarioi* (Diptera: Culicidae). (2019) **Genomics**, 111 (4) , pp. 607-611.

AZZINI. A.; CIARAMELO, D.; NAGAI, V. Número de feixes vasculares em três espécies de bambu. **Bragantia**, Campinas, v. 36, n. 1, p. 7-10, 1977.

BANIK, R. L. MORPHOLOGY AND GROWTH. IN: LIESE, W. & KÖHL, M. (ED.). Tropical forestry, bamboo: the plant and its uses. **Switzerland: Springer International Publishing**, 2015. p. 43-89. DOI: 10.1007/978-3-319-14133-6\_3.

BARAJAS, J; SUAZA, JDV; TORRES, CG; RÚA, GL; URIBE-SOTO, S; PORTER, CH; Mosquitos (Díptera: Culicidae) asociados a guadua em los municipios de Anserma, Hispania y Jardín, Colombia. **Revista Colombiana de Entomología**, v. 39, p. 132-140, 2013.

BARKER-HUDSON, P., JONES, R., & KAY, B. H. Categorization of Domestic Breeding Habitats of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in Northern Queensland, Australia1. **Journal of Medical Entomology**, 25(3), 178–182, 1988.

BASTOS AQ, LEITE PJ, MELLO CF, MAIA DA, MACHADO SL, GIL-SANTANA HR, *et al.* Bionomy of Mosquitoes in Bamboo Internodes in an Atlantic Forest Remnant of the State of Rio de Janeiro, Brazil. **J Am Mosq Control Assoc**. 2021; 37(4): 208–215. <https://doi.org/10.2987/21-7044>

BATES, M. 1940 - The nomenclatura and taxonomic status of the mosquitoes of the *Anopheles maculipennls* complex. **Ann. Ent. Soc. Amer.**,33 : 343-356.

BEATTIE, M. The Physico-chemical Factors of Water in Relation to Mosquito Breeding in Trinidad. **Bulletin of Entomological Research**, 23(4), 477-496, 1932.

BENTLEY, M.D e DAY, J. F. Chemical Ecology and Behavioral Aspects of Mosquito Oviposition. **Annual Review of Entomology**, v. 34, p. 401-421, 1989.

BHATT, S. *et al.* The global distribution and burden of dengue. **Nature**, v. 496, n. 7446, p. 504-507, 2013.

BOND, H. A. & R. W. FA Y.. Factors influencing Aedes aegypti occurrence in containers. **Mosquito News**, v. 29, n. 1, p.113-116, 1969.

BORKENT A.,GRIMALDI D.A.The earliest fossil mosquito (Diptera: Culicidae), in Mid-Cretaceous Burmese amber. **Ann. Entomol. Soc. Am.** 2004; 97: 882-888

BORROR, J.D. & DELONG, D.M. Introdução ao estudo dos insetos. São Paulo: Edgard Blucher, 1988. 653p. Título Original: An Introduction to the Study of insects.

BRIEGEL H, REZZONICO L. Concentration of host blood protein during feeding by anopheline mosquitoes (Diptera: Culicidae). **J Med Entomol.** 1985 Nov 27;22(6):612-8. doi: 10.1093/jmedent/22.6.612. PMID: 4078846.

BRUSCA, R. C., AND G. J. BRUSCA. 1990. Invertebrates. Sinauer Associates, Sunderland, Mass.

BRUSCA, R.C. & G.J. BRUSCA, 2007. Invertebrados. 2a edição. Editora Guanabara-Koogan, Rio de Janeiro. 968 pp.

CAMPOS RE. The aquatic communities inhabiting internodes of two sympatric bamboos in Argentinean subtropical forest. **Journal of Insect Science**. 2013; 13(93): 1-17. <https://doi.org/10.1673/031.013.9301>

CARVALHO, C. J. B. DE; RAFAEL, J. A.; COURI, M. S.; SILVA, V. C.Diptera Linnaeus, 1758. In:RAFAEL, J. A.; MELO, G. A. R.; CARVALHO, C. J. B. de; CASARI, S.A.; CONSTANTINO, R. (Ed.). Insetos do Brasil: Diversidade e taxonomia. Holos Edi-tora, Ribeirão Preto, SP. 2012. 796 p. Cap. 40. P. 701-743.

CAUSEY, O.R.; DEANE, L.M. & DEANE, M.P. - An illustrated key to the eggs of thirty species of Brazilian anophelines, with several new descriptions. **Amer. J. Hyg.**, **39**: 1-7, 1944.

CEPF – Critical Ecosystem Paternership Fund. Perfil do Ecossistema. Mata Atlântica. Hotspot de Biodiversidade. Brasil. Versão final. 29 p. 2001.

CERETTI-JÚNIOR W, MEDEIROS-SOUZA AR, MULTINI LC, URBINATTI PR, VENDRAMI DP, NATAL D, MARQUES S, FERNANDES A, OGATA H, MARRELLI MT. Immature mosquitoes in bamboo internodes in municipal parks, city of São Paulo, Brazil. **J Am Mosq Control Assoc.** 2014 Dec;30(4):268-74. doi: 10.2987/14-6403R.1. PMID: 25843132.

CHAVES LF, HAMER GL, WALKER ED, BROWN WM, RUIZ MO, KITRON UD (2011) Climatic variability and landscape heterogeneity impact urban mosquito diversity and vector abundance and infection. **Ecosphere** **2**: art70. <https://doi.org/10.1890/ES11-00088.1>

CHRISTOPHERS, S.R. (1960) *Aedes aegypti* (L.), the Yellow Fever Mosquito: Its Life History, Bionomics and Structure. Cambridge University Press, London, 739 p.

CLEMENTS AN 1992. The biology of mosquitoes. Development, nutrition and reproduction, Chapman and Hall, London, 509 pp.

CLEMENTS, A.N. (1963). The physiology of mosquitoes. International Series of Monographs on pure and applied biology. **The Macmillan Company - NY**, 393 pp.

COELHO NETTO, A. L. 1992. O geoecossistema da Floresta da Tijuca. In: Natureza e Sociedade no Rio de Janeiro. Abreu, M. A. (Org.). Prefeitura do Rio de Janeiro: Secretaria Municipal de Cultura, Turismo e Esporte. **Coleção Biblioteca Carioca**, vol. 21, pp.104-142.

CONSLI, R. A.G.B. (1982). Longevidade dos adultos de *Aedes fluviatilis* (Lutz, 1904) quando submetidos a diversas dietas de carboidratos e de sangue (Diptera: Culicidae).

**Rev. Brasil. Biol.**, 42:303-31

CONSLI, RAGB., AND OLIVEIRA, RL. Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil [online]. Rio de Janeiro: **Editora FIOCRUZ**, 1994. 228 p. ISBN 85-85676-03-5. Available from SciELO Books <<http://books.scielo.org>>.

COURET, Jannelle; DOTSON, Ellen; BENEDICT, Mark Q. Temperature, larval diet, and density effects on development rate and survival of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). **PloS one**, v. 9, n. 2, p. e87468, 2014.

CRISTINA, L. *et al.* Physical features and chitin content of eggs from the mosquito vectors *Aedes aegypti*, *Anopheles aquasalis* and *Culex quinquefasciatus*: Connection with distinct levels of resistance to desiccation. **Journal of Insect Physiology**, Oxford, v. 83, n. 43–52, p. 43–52, 2015.

DIAS R, DE MELLO CF, SANTOS GS, CARBAJAL-DE-LA-FUENTE AL, ALENCAR J. Vertical Distribution of Oviposition and Temporal Segregation of Arbovirus Vector Mosquitoes (Diptera: Culicidae) in a Fragment of the Atlantic Forest, State of Rio de Janeiro, Brazil. **Tropical Medicine and Infectious Disease**. 2023; 8(5):256. <https://doi.org/10.3390/tropicalmed8050256>

DOCILE, T.N., FIGUEIRÓ, R., HONÓRIO, N.A. *et al.* Frequency of *Aedes* sp. Linnaeus (Diptera: Culicidae) and Associated Entomofauna in Bromeliads from a Forest Patch within a densely Urbanized Area. **Neotrop Entomol** 46, 613–621, 2017.

DONALÍSIO MR, GLASSER CM. Vigilância entomológica e controle de vetores do dengue. **Rev bras epidemiol** [Internet]. 2002 Dec;5(3):259–79. Available from: <https://doi.org/10.1590/S1415-790X2002000300005>

FILGUEIRAS TS, GONÇALVES APS. A Checklist of the Basal Grasses and Bamboos in Brazil (POACEAE). Bamboo Science and Culture: **The Journal of the American Bamboo Society** 2004; 18(1): 7-18.

FILGUEIRAS TS, VIANA PL (2017) Bambus brasileiros: morfologia, taxonomia, distribuição e conservação. In: Drumond PM; Wiedman G (Eds), Bambus no Brasil: da Biologia à Tecnologia. Rio de Janeiro: Instituto Ciência Hoje, Rio de Janeiro, Brazil, p. 10-27.

FILGUEIRAS, T. S. & RODRIGUES, R. S. 2013. Axonopus In: Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro.

FILGUEIRAS, T.S.; SANTOS-GONÇALVES, A.P. A checklist of the basal grasses and bamboos in Brazil (Poaceae). Bamboo Science & Culture. Albany: American Bamboo Society, v.18, p.7-18, 2004. **Florestal**, vol. 7(25), pp. 3-12.

FONSECA, R.C.B. & RODRIGUES, R.R. 2000. Análise estrutural e aspectos do mosaico sucessional de uma floresta semidecídua em Botucatu, SP. **Scientia Forestalis** 57:27-43.

FORATTINI OP, RABELLO EX. Notas sobre Culicidae (Diptera). 6 - Novos dados sobre algumas espécies do subgênero *Culex*. *Papeis avulsos Depto Zool S Paulo*. 1965;17:27-34.

FORATTINI OP. **Culicidologia médica**, 2º Volume: Identificação, biologia, epidemiologia. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo; 2002.

FORATTINI OP. **Epidemiologia geral**. 2.ed. São Paulo (SP): Artes Médicas; 1996. p.210.

FRANK, JH; CURTIS G.A; EVANS H.T. On the bionomics of bromeliad inhabiting mosquitoes. II. The relationship of bromeliad size to the number of immature *Wyeomyia vanduzeei* and *Wy. medioalbipes*. **Mosq News**; 37:180-92, 1977.

GHAVAMI K, MARINHO AB. Propriedades físicas e mecânicas do colmo inteiro do bambu da espécie *Guadua angustifolia*. **Rev bras eng agríc ambient** [Internet]. 2005Jan;9(1):107–14. Available from: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662005000100016>

GIBSON, D.J. 2009. Grasses and grassland ecology. Oxford University Press, New York.

GOMES, ALMÉRIO DE CASTRO. **Vigilância entomológica**. Inf. Epidemiol. Sus, Brasília, v.11, n. 2, p. 79-90, jun. 2002. Disponível em<[http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S010416732002000200004&lng=pt&nrm=iso](http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010416732002000200004&lng=pt&nrm=iso)>. Acessos em 21 nov. 2023. <http://dx.doi.org/10.5123/S0104-16732002000200004>.

GRECO, T. M. Diversidade de Bambus (Poaceae: Bambusoideae) na ilha de Santa Catarina, Brasil. **Dissertação**. Universidade Federal de Santa Catarina. 2013.

GULLAN PJ, CRANSTON PS. External anatomy. **The insects an outline of Entomology**. 2. ed. Oxford: Blackwell Publishing; 1994. p. 21-50.

HAEGER, J. S. & J. PHINIZEE. The biology of the crab hole mosquito *Deinocerites callcer* Theobald. **Rpt Florida Anti-Mosquito Assoc**. 30: 34-37, 1959.

HAKEEM, K. R. Soil Remediation and Plants: Prospects and Challenges. Elsevier. p. 87-88, 2015.

HARBACH, R. E. & I. J. KITCHING. 1998. Phylogeny and classification of the Culicidae (Diptera). **Systematic Entomology** 23: 327–370.

HARBACH, R.E. & KNIGHT, K.L. (1980) Taxonomists' glossary of mosquito anatomy. **Plexus Publ.**, Marlton, New Jersey, 415 pg.

HARBACH, R.E. & WILKERSON, R.C. (2023) The insupportable validity of mosquito subspecies (Diptera: Culicidae) and their exclusion from culicid classification. **Zootaxa**, 5303 (1), 1–184.

HIDALDO LOPEZ, O. Bamboo: the gift of the God's. Bogotá: D'vinni Ltda, 2003. 553p.

ICMBIO - INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. Plano de Manejo do Parque Nacional da Tijuca. Rio de Janeiro: ICMBio, 2008. Available from: [https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/biodiversidade/unidade-de-conservacao/unidades-de-biomas/mata-atlantica/lista-de-ucs/parna-da-tijuca/arquivos/parna\\_tijuca\\_pm.pdf](https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/biodiversidade/unidade-de-conservacao/unidades-de-biomas/mata-atlantica/lista-de-ucs/parna-da-tijuca/arquivos/parna_tijuca_pm.pdf)

JUDZIEWICZ, E.J.; CLARK, L.G.; LONDOÑO, X. & STERN, M.J. 1999. **American Bamboos**. 1.ed. Washington: Smithsonian. 392p.

JULIANO SA. Species interactions among larval mosquitoes: Context dependence across habitat gradients. **Ann Rev Entomol** 2009; 54: 37–56. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.54.110807.090611>

KAPOS, V. Effects of isolation on the water status of forest patches in the Brazilian Amazon. **Journal of tropical ecology**, 5: 173-185, 1989.

KAUFFMAN E, PAYNE A, FRANKE MA, SCHMID MA, HARRIS E, KRAMER LD. Rearing of *Culex* spp. and *Aedes* spp. Mosquitoes. **Bio Protoc**. 2017 Sep 5;7(17):e2542. doi: 10.21769/BioProtoc.2542. PMID: 29075656; PMCID: PMC5654580.

KENNEDY, J. On Water-finding and Oviposition by captive Mosquitoes. **Bulletin of Entomological Research**, 32(4), 279-301, 1942.

KRAMER, L. D., AND EBEL, G. D. (2003). Dynamics of flavivirus infection in mosquitoes. **Adv. Virus Res.** 60, 187–232.

LANE J. Neotropical Culicidae. Vol. 1. São Paulo, Brazil: Editora Universidade de São Paulo; 1953.

LANE J. Neotropical Culicidae. Vol. 2. São Paulo, Brazil: Editora da Universidade de São Paulo; 1953.

LAURA C. HARRINGTON, FRANÇOISEVERMEYLEN, JAMES J. JONES, SANGVORN KITTHAWEE, RATANA SITHIPRASASNA, JOHN D. EDMAN, THOMAS W. SCOTT, Age-Dependent Survival of the Dengue Vector *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) Demonstrated by Simultaneous Release–Recapture of Different Age Cohorts , **Journal of Medical Entomology**, Volume 45, Issue 2, 1 March 2008, Pages 307–313, <https://doi.org/10.1093/jmedent/45.2.307>

LEWINSOHN, T.M.; FREITAS, A.V.L.; PRADO, P.I. Conservação de invertebrados terrestres e seus habitats no Brasil. **Megadiversidade**, v. 1, p. 62-69, 2005.

LIMA-CAMARA TN. Arboviroses emergentes e novos desafios para a saúde pública no Brasil. **Rev Saude Publica**. 2016;50:36.

LINO, C.F.; SIMÕES, L.L. Sustentável Mata Atlântica- A Exploração de seus recursos florestais, **Senac editoras**, ed. 1<sup>a</sup>, 2004.

LONDOÑO, X & CLARK, L.G. 2002. Three new taxa of *Guadua* (Poaceae: Bambusoideae) from South America. **Novon** 12:64-76.

LOPES J. Ecologia de mosquitos (Diptera: Culicidae) em criadouros naturais e artificiais de área rural do Norte do Estado do Paraná, Brasil. V. Coleta de larvas em recipientes artificiais instalados em mata ciliar. **Rev Saúde Pública** [Internet]. 1997Aug;31(4):370–7. Available from: <https://doi.org/10.1590/S0034-89101997000400006>

LOPES, J.; SILVA, M.A.N.; OLIVEIRA, V.D.R.B.; BORSATO, A.M.; BRAGA, M.C.P. Ecologia de mosquitos (Diptera: Culicidae) em criadouros naturais e artificiais de área rural do Norte do estado do Paraná, Brasil. III. Viabilização de recipientes como criadouro. **Semina: Ci. Biol./Saúde**, v. 16, n. 2, p. 244-253, 1995.

LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, R.; HEYDEN, R. & SILVA, T.F. (1986) Alguns aspectos da ecologia dos mosquitos (Diptera: Culicidae) de uma área de planície (Granjas Calábria), em Jacarepaguá, Rio de Janeiro. V. Criadouros. Mem. Inst. Oswaldo Cruz, 81: 265-271

LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, RICARDO. Principais insetos vetores e mecanismos de transmissão das doenças infecciosas e parasitárias. In: José Rodrigues Coura. (Org.).

DINÂMICA DAS DOENÇAS INFECCIOSAS E PARASITÁRIAS. 2a.ed.Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013, v. 1, p. 108-130.

LOUTON J, GELHOAUS J, BOUCHARD R. 1996. The aquatic hacrofauna of water-filled bamboo (Poaceae: Bambusoideae: Guadua) internodes in a Peruvian lowland tropical forest. **Biotropica** 28:228--242.

LOZOVEI AL. Microhabitats de mosquitos (Diptera, Culicidae) em internódios de taquara na Mata Atlântica, Paraná, Brasil. Iheringia, **Série Zoologia**. 2001: 3–13. <https://doi.org/10.1590/S0073-47212001000100001>

LOZOVEI AL. Mosquitos dendrícolas (Diptera, Culicidae) em internódios de taquara da Floresta Atlântica, Serra do Mar e do Primeiro Planalto, Paraná, Brasil. **Braz Arch Biol Technol.** 1998; 41: 501–510. <https://doi.org/10.1590/S1516-89131998000400016>

LYBEER, B. (2006). Age-related anatomical aspects of some temperate and tropical bamboo culms (Poaceae: Bambusoideae) (Vol. Tese de para obtenção do título de Doutor). **Gent: Universiteit Gent – Faculteit Wetenschappen**.

MACAN, B. Y. T. T. Factors that limit the range of freshwater animals. **Biological Reviews - Freshwater Biological Association**, v. 36, n. 151, p. 198, 1961.

MACDONALD WW, R. TRAUB. Malasyan parasites XXXVIII. An introduction to the ecology of the mosquitoes of the lowland dipterocarp forest of Selangor, Malaya. **Stud. Inst. Med. Res. Malaya** 29. 1960: 79-110.

MACHADO CJS. Mata Atlântica, Região Metropolitana, Água Doce, Narcotráfico e Segurança Pública. **Jornal da Ciência - Órgão da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência**, Rio de Janeiro. 2003; 2420.

MAGURRAN, A.E. (1988) Ecological Diversity and Its Measurements. Princeton University Press, Princeton, NJ. <https://doi.org/10.1007/978-94-015-7358-0>

MAGURRAN, A.E. AND MCGILL, B.J. (2011) Biological diversity: Frontiers in measurement and assessment. **Oxford University Press**, Oxford.

MAIA DA, BASTOS AQ, LEITE PJ, GIL-SANTANA HR, SILVA JS, ALENCAR J. 2020. Comparative analysis between sampling methods for immature mosquitoes in an Atlantic Forest fragment in Brazil. **Journal of the American Mosquito Control Association** 36(4):245–248. DOI: 10.2987/20-6947.1.

MARCONDES, C. B.; - Entomologia médica e veterinária. São Paulo: Editora Atheneu 2001.432.

MARCUZZO, S.; PAGEL, S.M.; CHIAPPETTI, M.I.S. (1998) A reserva de biosfera da Mata Atlântica do Rio Grande do Sul. Caderno n. 11. **CETESB**. São Paulo.

MARICONI, F.A.M.; GUIMARÃES, J.H.; BERTI FILHO, E. A mosca doméstica e algumas outras moscas nocivas. Piracicaba: FEALQ, 1999. 135p.

MARQUES GRAM, FORATTINI OP. Culicídeos em bromélias: diversidade de fauna segundo influência antrópica, litoral de São Paulo. **Rev Saúde Pública**. 2008; 42(60).

MCCUTCHAN TF, PIPER RC, MAKLER MT. Use of malaria rapid diagnostic test to identify Plasmodium knowlesi infection. **Emerg Infect Dis**. 2008 Nov;14(11):1750-2. doi: 10.3201/eid1411.080480. PMID: 18976561; PMCID: PMC2630758.

MIRANDA, E. M. de. *et al.* Estrutura populacional e o potencial de uso de Guadua cf. superbana região do Alto Acre. In: Drumond, P. M. & Wiedman, G. (Ed.). Bambus no Brasil: da biologia à tecnologia. Rio de Janeiro: ICH, 2017. p. 161-178.

MONTES, J. Fauna de culicidae da Serra da Cantareira, São Paulo, Brasil. **Revista de Saúde Pública**, v. 39, n. 4, p. 578–584, 2005.

MORENO, C.E. Métodos para medir la biodiversidad. M&T – Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza. p. 84, 2001. Disponible em.<  
<http://entomologia.rediris.es/sea/manytes/mt1.htm>>

MOTOYOSHI MOGI, HIROSHI SUZUKI. The biotic community in the water-filled internode of bamboos in nagasaki, japan, with special reference to mosquito ecology, **japanese journal of ecology**, 1983, Volume 33, Issue 3, Pages 271-279.  
[https://doi.org/10.18960/seitai.33.3\\_271](https://doi.org/10.18960/seitai.33.3_271)

MÜLLER GA, DE MELLO CF, BUENO AS, DE ALCANTARA AZEVEDO WT, ALENCAR J (2022) Little noticed, but very important: The role of breeding sites formed by bamboos in maintaining the diversity of mosquitoes (Diptera: Culicidae) in the Atlantic Forest biome. **PLoS ONE** 17(9): e0273774. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0273774>.

MÜLLER GA, MARCHI MJ, MARCONDES CB. Mosquito immature in bamboo internodes in eastern Santa Catarina, South Brazil (Diptera: Culicidae). **Biotemas** 27: 151-154, 2014.

MÜLLER GA, NAVARRO-SILVA MA, MARCONDES CB. Tempo de desenvolvimento de formas imaturas de *Sabettus aurescens* Lutz (Diptera, Culicidae) de bambu perfurado artificialmente na floresta tropical do sul do Brasil. **Rev Bras Entomol**. 2009; 53(4): 649–652. <https://doi.org/10.1590/S0085-56262009000400016>

MURCIA, C. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. Trends in ecology and evolution. 10: 58-62, 1995.

MYERS, N., MITTERMEIER, R.A., MITTERMEIER, C.G., FONSECA, G.A. & KENT, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature** 403(6772): 853-858.

NATIONAL MISSION ON BAMBOO APPLICATIONS - NMBA. **Bamboo flooring, market assessment.** Nova Delhi: [s. n.], 2004.

NAYAR, J. K.; SAUERMAN, JR. D. M. A comparative study of flight performance and fuel utilization as a function of age in females of Florida mosquitos. **Journal of Insect Physiology**, v. 19, n. 10, p. 1977- 1988, 1973.

ODUM, E.P. (2004) Fundamentos de Ecologia. 7. ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.

PEREIRA, M. A.; BERALDO, A. L. Bambu de corpo e alma – SP: Canal 6,2008.

PIANKA, E.R. Evolutionary Ecology. 5. ed. New York: HarperCollins, 1994.

REINERT JF, HARBACH RE, KITCHING IJ. Phylogeny and classification of Aedini (Diptera: Culicidae). **Zool. J. Linn. Soc.** 2009; 157: 700–794.

RIBEIRO, M. DE O., & ZAÚ, A. S. (2007). Levantamento populacional e manejo da espécie exótica invasora Dracaena fragrans (L.) Ker-Gawl (Angiospermae - Liliaceae), em um trecho de Floresta Atlântica sob efeito de borda no Parque Nacional da Tijuca, Rio de Janeiro, RJ. **Revista Brasileira De Biociências**, 5(S1), pg 21–23.

ROBICH RM, DENLINGER DL. Diapause in the mosquito *Culex pipiens* evokes a metabolic switch from blood feeding to sugar gluttony. **Proc Natl Acad Sci USA**. 2005;102:15912–15917.

ROCHA, C. F. D.; BERGALLO, H. G.; ALVES, M. A. S. & VAN SLUYS, M. 2004. A restinga de Jurubatiba e a conservação dos ambientes de restinga do Estado do Rio de Janeiro. In: Rocha, C. F.D.; Esteves, F.A. & Scarano, F.R. (Org.). Pesquisas de longa duração na restinga de Jurubatiba: ecologia, história natural e conservação. São Carlos: **RiMa Editora**.

RUDOLFS, W. & LACKEY, J. B. The Composition of Water and Mosquito Breeding. **American Journal of Hygiene**. Vol.9 No.1 pp.160-180 pp. ref.9, 1929.

RUEDA LM. Global diversity of mosquitoes (Insecta: Diptera: Culicidae) in freshwater. **Hydrobiologia**.2008;595: 477-87.

RUIZ, M.O.; WALKER, E.D.; FOSTER, E.; HARAMIS, L. & KITRON, U.D. Association of West Nile virus Illness and urban landscapes in Chicago and Detroit. **International Journal of Health Geo-Graphics** 6:10, 2007.

RUPPERT, E. & BARNES, R.D. 1996. Zoologia dos Invertebrados. 6<sup>a</sup> ed., Roca Ed., São Paulo. 1029 p.

SANTOS SL DOS, CABRAL AC DOS SP, AUGUSTO LG DA S. Conhecimento, atitude e prática sobre dengue, seu vetor e ações de controle em uma comunidade urbana do

Nordeste. **Ciênc saúde coletiva** [Internet]. 2011; 16:1319–30. Available from: <https://doi.org/10.1590/S1413-81232011000700066>

SENIOR-WHITE, R. Algae and the Food of Anopheline Larvae. **Indian Journal of Medical Research**. Vol.15 No.4 pp.969-988 pp, 1928.

SENIOR-WHITE, R. Some Ideas Engendered by Recent Work on Malaria. **Ind Med Gaz**, Sep;61(9):456-458, 1926.

SERVICE MW. Mosquito Ecology. Field Sampling Methods. London. **Applied Science**. 1976: 583.

SILVA, A. M. DA, NUNES, V., & LOPES, J. Culicídeos associados a entenós de bambu e bromélias, com ênfase em *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Diptera, Culicidae) na Mata Atlântica, Paraná, Brasil. *Iheringia. Série Zoologia*, 94(1), 63–66, 2004.

SILVA, A.M. DA, ARAÚJO, R. AND SOUZA FILHO, E.C. Immatures of *Wyeomyia (Tryamyia) aporonoma* (Diptera: Culicidae) Collected in Artificial Breeding in the South Brazil. **EntomoBrasilis**. vol 9, n.2, 140-142p, 2016.

SILVA, R. M. C. O bambu no Brasil e no mundo. 2005, 45p.

SPENCER, M., L. BLAUSTEIN, AND J.E. COHEN. 2002. Oviposition habitat selection by mosquitoes (*Culiseta longiareolata*) and consequences for population size. *Ecology* 83: 669- 679.

STEFFAN, W. A., EVENHUIS, N. L., 1981. Biology of *Toxorhynchites*. **Annual review of entomology**, 26(1), 159-181.

SUBRA, R., 1981. Biology and control of *Culex pipiens quinquefasciatus* Say, 1823 (Diptera, Culicidae) with special reference to Africa. *International Journal of Tropical Insect Science*, 1(4), 319-338.

SUNAHARA T, MOGI M. Can the tortoise beat the hare? A possible mechanism for the coexistence of competing mosquitoes in bamboo groves. **Ecol Res** 12: 63-70, 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. 309–15, 1994.

TAYLOR R. J. & DORAN N. (2001) Use of terrestrial invertebrates as indicators of the ecological sustainability of forest management under the Montreal Process. **J. Ins. Conserv.** 5, 221–31.

THOMPSON, F. C. The biosystematic database of world Diptera. Nomeclator status statistics. **Systema Dipterorum**. Version 4.5 2023. Disponível em: <http://www.diptera.org>StatusWorkPlan>. Acesso em 20/11/2023.

VALENCIA, J. D. Mosquito studies (Diptera, Culicidae). XXXI. A revision of the subgenus *Carrollia* of *Culex*. Contributions of the American Entomological Institute, Gainesville, v. 9, p. 1-134, 1973.

VILANI R. M.; SOUZA J. B. Parque Nacional da Tijuca: Ecoturismo e Plano de Manejo. Anaisdo VII Seminário Brasileiro sobre Áreas Protegidas e Inclusão Social e III EncontroLatino-Americanoo sobre Áreas Protegidas e Inclusão Social: Repensando os paradigmas institucionais da conservação, v. 1, n.1, p.1555-1574, 18 out. 2017.

WALKER, E. D.; LAWSON, D. L. et al. 1991. Nutrient dynamics, bacterial populations, and mosquito productivity in tree hole ecosystems and microcosms. **Ecology, Brooklyn**, 72 (5): 1529-154

WALLIS, RC. A Study of Oviposition Activity of Mosquitoes. **American Journal of Hygiene** 1954 Vol.60 No.2 pp.135-168 pp. ref.58, 1954.

WARD, R.A. 1982. Culicidae, p. 417–429. In: S. H. Hurlbert & A. VillalobosFigueroa. (eds). Aquatic biota of Mexico, Central America and the West Indies. **San Diego San Diego State University**, 529 p.

WEAVER, S.C. AND REISEN, W.K. (2010) Present and Future Arboviral Threats. **Antiviral Research**, 85, 328-345. <https://doi.org/10.1016/j.antiviral.2009.10.008>

WILKERSON RC, LINTON Y-M, FONSECA DM, SCHULTZ TR, PRICE DC, STRICKMAN DA Making Mosquito Taxonomy Useful: A Stable Classification of Tribe Aedini that Balances Utility with Current Knowledge of Evolutionary Relationships. 2015 PLoS ONE 10(7): e0133602. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0133602>

YEE DA, KNEITEL JM, JULIANO SA (2010) Environmental correlates of abundances of mosquito species and stages in discarded vehicle tires. **J Med Entomol** 47: 53–62. <https://doi.org/10.1603/033.047.0107>

ZAUÍ, A. S..Fragmentação da Mata Atlântica. Floresta e Ambiente, Rio de Janeiro, v. 6, n.1, p. 160-170, 1998.

ZEQUI JAC, LOPES J. Culicideofauna (Diptera) encontrada em entrenós de taquara de uma mata residual na área urbana de Londrina, Paraná, Brasil. **Rev Bras Zool [Internet]**. 2001Jun;18(2):429–38. Available from: <https://doi.org/10.1590/S0101-81752001000200014>