



UFRRJ

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

TESE

**BIONOMIA DE CULICIDAE E INVESTIGAÇÃO NATURAL POR
FLAVIVIRUS EM UMA PAISAGEM DO BIOMA DA MATA
ATLÂNTICA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, BRASIL**

Amanda Queiroz Bastos

2021



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

BIONOMIA DE CULICIDAE E INVESTIGAÇÃO NATURAL POR
***FLAVIVIRUS* EM UMA PAISAGEM DO BIOMA DA MATA**
ATLÂNTICA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, BRASIL

AMANDA QUEIROZ BASTOS

Sob a Orientação do Professor

Dr. Jeronimo Augusto Fonseca Alencar

e Co-orientação da Professora

Dra. Jacenir Reis dos Santos Mallet

Tese submetida como requisito parcial
para obtenção do grau de **Doutor em**
Ciências, no Curso de Pós-Graduação em
Biologia Animal.



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



TERMO Nº 1175 / 2021 - PPGBA (12.28.01.00.00.42)

Nº do Protocolo: 23083.079688/2021-16

Seropédica-RJ, 04 de novembro de 2021.

Seropédica, 29 de outubro de 20201

AMANDA QUEIROZ BASTOS

Tese submetida como requisito parcial para a obtenção do grau de Doutor(a) no Programa de Pós Graduação em Biologia Animal, Área de Concentração em Biodiversidade Animal.

TESE APROVADA EM 29/10/2021

Conforme deliberação número 001/2020 da PROPPG, de 30/06/2020, tendo em vista a implementação de trabalho remoto e durante a vigência do período de suspensão das atividades acadêmicas presenciais, em virtude das medidas adotadas para reduzir a propagação da pandemia de Covid-19, nas versões finais das teses e dissertações as assinaturas originais dos membros da banca examinadora poderão ser substituídas por documento(s) com assinaturas eletrônicas. Estas devem ser feitas na própria folha de assinaturas, através do SIPAC, ou do Sistema Eletrônico de Informações (SEI) e neste caso a folha com a assinatura deve constar como anexo ao final da tese / dissertação.

JERONIMO AUGUSTO FONSECA ALENCAR (ORIENTADOR)
ILDEMAR FERREIRA
RONALDO FIGUEIRÓ PORTELLA PEREIRA - UEZO
HÉLCIO REINALDO GIL SANTANA - FIOCRUZ
JULIA DOS SANTOS SILVA - FIOCRUZ
GERSON AZULIM MÜLLER - IFFAR
NATALY ARAÚJO SOUZA - FIOCRUZ

(Assinado digitalmente em 13/11/2021 11:29)
ILDEMAR FERREIRA
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR
DeptBA (12.28.01.00.00.45)
Matricula: 387289

(Assinado digitalmente em 05/11/2021 15:58)
GERSON AZULIM MULLER
ASSINANTE EXTERNO
CPF: 987.091.190-00

(Assinado digitalmente em 08/11/2021 06:50)
NATALY ARAUJO DE SOUZA
ASSINANTE EXTERNO
CPF: 607.160.377-34

(Assinado digitalmente em 05/11/2021 16:02)
HÉLCIO REINALDO GIL SANTANA
ASSINANTE EXTERNO
CPF: 849.050.857-72

(Assinado digitalmente em 04/11/2021 22:01)
JÚLIA DOS SANTOS SILVA
ASSINANTE EXTERNO
CPF: 050.253.846-56

(Assinado digitalmente em 04/11/2021 18:33)
JERONIMO AUGUSTO FONSECA ALENCAR
ASSINANTE EXTERNO
CPF: 005.893.247-05

(Assinado digitalmente em 08/11/2021 09:54)
RONALDO FIGUEIRÓ PORTELLA PEREIRA
ASSINANTE EXTERNO
CPF: 052.493.707-99

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

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

Q327b Queiroz Bastos, Amanda , 1981-
BIONOMIA DE CULICIDAE E INVESTIGAÇÃO NATURAL POR
FLAVIVIRUS EM UMA PAISAGEM DO BIOMA DA MATA
ATLÂNTICA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, BRASIL /
Amanda Queiroz Bastos. - Rio de Janeiro, 2021.
143 f.: il.

Orientador: Jeronimo Augusto Fonseca Alencar.
Coorientadora: Jacenir Reis dos Santos Mallet.
Tese(Doutorado). -- Universidade Federal Rural do
Rio de Janeiro, Pós-Graduação em Biologia Animal, 2021.

1. mosquito. 2. diversidade. 3. infecção natural.
4. Zika. I. Augusto Fonseca Alencar, Jeronimo , 1967
, orient. II. Reis dos Santos Mallet, Jacenir , 1958
, coorient. III Universidade Federal Rural do Rio de
Janeiro. Pós-Graduação em Biologia Animal. IV. Título.

DEDICO À

As minhas avós e meus tios (*in Memoriam*), aqueles que não estão mais ao meu lado e que me trazem saudades de vários momentos...

Aos meus pais, pois nos momentos felizes e nos difíceis estavam ao meu lado e souberam me compreender e acalantar o meu coração.

“Você pode ter defeitos, ser ansioso, e viver alguma vez irritado, mas não esqueça que a sua vida é a maior empresa do mundo. Só você pode impedir que vá a declínio. Muitos lhe apreciam, lhe admiram e o amam. Gostaria que lembrasse que ser feliz não é ter um céu sem tempestade, uma estrada sem acidentes, trabalho sem cansaço, relações sem decepções. Ser feliz é achar a força no perdão, esperança nas batalhas, segurança no palco do medo, amor na discórdia. Ser feliz não é apreciar o sorriso, mas também refletir sobre a tristeza. Não é só celebrar os sucessos, mas aprender lições dos fracassos. Não é só sentir-se feliz com os aplausos, mas ser feliz no anonimato. Ser feliz é reconhecer que vale a pena viver a vida, apesar de todos os desafios, incompreensões, períodos de crise. Ser feliz não é uma fatalidade do destino, mas uma conquista para aqueles que conseguem viajar para dentro de si mesmo. Ser feliz é parar de sentir-se vítima dos problemas e se tornar autor da própria história. É atravessar desertos fora de si, mas conseguir achar um oásis no fundo da nossa alma. É agradecer a Deus por cada manhã, pelo milagre da vida. Ser feliz, não é ter medo dos próprios sentimentos. É saber falar de si. É ter coragem de ouvir um “não”. É sentir-se seguro ao receber uma crítica, mesmo que injusta. É beijar os filhos, mimar os pais, viver momentos poéticos com os amigos, mesmo quando nos magoam. Ser feliz é deixar viver a criatura que vive em cada um de nós, livre, alegre e simples. É ter maturidade para poder dizer: “errei”. É ter a coragem de dizer: “perdão”. É ter sensibilidade para dizer: “eu preciso de você”. É ter a capacidade de dizer: “te amo”. Que a tua vida se torne um jardim de oportunidades para ser feliz. Que nas suas primaveras seja amante da alegria. Que nos seus invernos seja amante da sabedoria. E que quando errar recomece tudo do início. Pois somente assim será apaixonado pela vida. Descobrirá que ser feliz não é ter uma vida perfeita. Mas usar as lágrimas para irrigar a tolerância. Utilizar as perdas para treinar a paciência. Usar os erros para esculpir a serenidade. Utilizar a dor para lapidar o prazer. Utilizar os obstáculos para abrir janelas de inteligência. Nunca desista... nunca renuncie às pessoas que lhes amam. “Nunca renuncie à felicidade, pois a vida é um espetáculo incrível”.

Papa Francisco

AGRADECIMENTOS,

A Deus, razão da minha existência e verdadeiro conhecedor daquilo que sou, e de todos os obstáculos que ultrapassei para chegar até aqui.

Acredito que todos que passam por este processo de pesquisa, marcado por renúncias e inseguranças, sabem que esse nunca é individual, pelo contrário, é cercado por uma rede de apoio e solidariedade. Mesmo nos momentos de recolhimento, em meio às incontáveis leituras, reflexões, escritas e correções, essa longa caminhada é compartilhada com várias pessoas que, direta ou indiretamente, influenciam, contribuem e enriquecem o trabalho que é fruto de muitas mãos, braços e corações. E é fruto de muita luta e persistência.

À minha família, de forma muito especial a minha mãe, aquela que na sua fragilidade nos mostra o tamanho da sua força, por todo amor e dedicação; ao meu pai, pelo apoio e preocupação constante com minha saúde.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Jeronimo Alencar, por ter aceitado esse desafio de me orientar, uma vez que eu nunca tinha feito parte do seu grupo de pesquisa. Pela seriedade, paciência, confiança, respeito, pelo retorno rápido, dedicação, pelos conselhos, alteridade, pela ajuda com as publicações e liberdade com que sempre me direcionou, mesmo diante de tantos projetos, aceitou me orientar. Pelos conselhos que levo para vida e pelo constante ensinamento. Um professor, educador, que vive em constante trabalho e com grande competência nos inspira em nossas pesquisas e estudos.

À minha coorientadora Prof. Dra. Jacenir Reis Santos Mallet, por ter me proporcionado esta oportunidade na Pós-graduação, sendo sempre muito prestativa, por todos os conselhos, por ter aberto a porta do seu laboratório para que eu conseguisse chegar até aqui e por ter me conduzido ao Laboratório de Diptera e expressado as minhas necessidades para que meu caminho fosse proveitoso, pela liberdade que me direcionou e por toda ajuda acadêmica.

A Prof. Dra. Teresa Cristina Monte Gonçalves, por ter me orientado na iniciação científica e mestrado com todo o rigor e seriedade que muito me orgulham, e ter me mandado o convite para que eu pudesse fazer o doutorado com o Dr. Jeronimo Alencar. Agradeço por todos os conselhos e palavras de apoio e pelo carinho sempre.

A Prof. Dra. Catarina Macedo, pelo carinho e apoio em todos os momentos. Pelo incentivo e pelos artigos científicos que contribuíram em muito para a construção do meu trabalho. Levo sempre todos os seus conselhos para minha vida.

A Dra. Suzete Araújo Gomes, por ter me recebido nesta instituição na iniciação científica no antigo Laboratório Transmissores de Leishmanioses com alegria contagiante e entusiasmo.

A Dra. Elizabeth Rangel, por ter aberto as portas do antigo Laboratório Transmissores de Leishmanioses para que eu pudesse realizar meu trabalho de iniciação científica.

Ao Prof. Dr. Maurício Villela, por prestar a sua sabedoria e pelas belas palavras de incentivo que foram ditas quando soube que eu passei no doutorado, só tenho agradecer, pois cada um oferece o que tem de melhor.

Ao chefe do Laboratório Dr. Anthony Érico Guimarães por ter permitido realizar minha pesquisa com todo apoio e liberdade no Laboratório de Diptera.

Ao Prof. Dr. Rubens Pinto de Mello, por prestar a sua sabedoria e ensinamentos para todos que precisam no Laboratório de Diptera.

À Prof. Dra. Júlia dos Santos Silva, por ter aceitado a realizar parte das análises estatísticas do meu trabalho, contribuindo, assim, para o meu entendimento e para a melhoria da qualidade do meu trabalho. Pela paciência, pelos ensinamentos, apoio e retorno que me permitiram concluir este trabalho.

Ao Prof. Dr. Hélcio Gil-Santana pelo apoio na identificação dos espécimes coletados, pela leitura crítica do texto e pelas sugestões apresentadas que possibilitaram melhorar a qualidade do meu trabalho. Por todas as contribuições realizadas no meu trabalho.

Ao Prof. Dr. Ronaldo Figueiró, por ter aceitado a realizar parte das análises estatísticas e por fazer parte da minha banca, permitindo a melhora deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Gerson Azulim Müller, pela orientação no campo da estatística e por ter aceitado a fazer parte da minha banca, permitindo o aprimoramento deste trabalho.

Ao Prof. Dra. Nataly Araújo de Souza, por ter aceitado a fazer parte da minha banca, permitindo o aprimoramento deste trabalho e por todas as palavras de elogio.

A Prof. Dra. Tatiana Docile, pelas análises estatísticas de parte do meu trabalho que deram origem a um artigo.

Ao Prof. Dr. Ricardo Lourenço-de-Oliveira, pela análise crítica do artigo Diversidade de mosquitos (Diptera, Culicidae) em remanescente da Floresta Atlântica, Rio de Janeiro, Brasil permitindo assim o aprimoramento do trabalho.

A doutoranda Cecília Ferreira de Mello, pelo acolhimento, pelas palavras de apoio, pela paciência, pelos ensinamentos nas aulas de identificação que foram essenciais para meu aprendizado, por ter feito os mapas do meu trabalho e ajuda na organização e tabulação dos dados, por todo carinho que me recebeu no laboratório.

A M.Sc. Daniele de Aguiar Maia, pelos ensinamentos no campo e no biotério que foram essenciais para o andamento do trabalho, pelos conselhos, e pela parceria durante as coletas que tornou mais leve a nossa rotina e por todo carinho que me recebeu no laboratório.

Ao M.Sc. Paulo José Leite, pelo guerreiro que se mostrou em todos os momentos não só nas coletas que tínhamos que ter força para subir o morro não apenas com palhetas e uma mochila, mas com gelo seco que pesa e dificulta o caminhar. O apoio que deu a todos os alunos do Laboratório durante a pandemia, sem seus braços ficaria difícil o caminhar de muitos. Pela paciência, nos momentos que me faltou e pela oportunidade de compartilhar os bons e maus momentos.

A Dra. Michele Serdeiro, sempre muito prestativa, sua calma e paciência foram necessários para os dias que eram extremamente cansativos, sua dedicação durante a pandemia foram

essenciais para todos os alunos do Laboratório de Diptera que força e vigor. Você é admirável, mesmo com pouco faz um trabalho excelente.

Aos agentes de endemias José Romero Costa de Oliveira e Sebastião Loures de Miranda, pelas suas brincadeiras e ajuda durante as coletas sem elas eu não teria força para agüentar diante de tantos obstáculos. Pela facilidade de rir e tornar a nossa convivência muito harmoniosa e pelo respeito em todos os momentos.

Ao Prof. Sergio Lisboa Machado, obrigada pela análise viral que foi realizado no meu trabalho e que deram origem ao artigo científico e pela ajuda disponibilizada.

Ao mateiro Agostinho, sem sua ajuda não seria viável a coleta na Associação dos Taifeiros da Armada, mesmo diante de tantas brincadeiras você nunca perdeu a paciência, sua disposição era inigualável, apesar da idade avançada mostrou para nós que vivemos na cidade como quem vive na zona rural é mais saudável.

Aos motoristas do Instituto Oswaldo Cruz, que nos conduziram com ânimo e pontualidade.

Ao Sr. Ezequias, administrador da ATA, pela autorização em realizarmos as coletas e todos os funcionários por toda gentileza e simpatia em nos receber.

Ao Sr. Hélio e Sra. Irene, pela autorização em realizarmos as coletas e pelo acolhimento que tínhamos com uma maravilhosa recepção nunca vou esquecer o carinho e a gentileza que éramos recebidos.

Ao M.Sc. Jean Jules, pela tradução do resumo do meu trabalho, pela disponibilidade em ajudar a todos que precisam e pela alegria que traz com sua presença.

Ao M.Sc. Juan, as professoras Thalita, Isabella, Thaís e Lorena pela ajuda em algumas coletas e no biotério.

A doutoranda Shayenne Olsson Silva, pela ajuda com a análise viral e na análise estatística que deram origem a um artigo científico.

A Prof. Dra. Simone Teves, que se mostrou sempre pronta a ajudar, pelo apoio, pelas palavras de incentivo e por entender minhas ausências.

A Prof. Dra. Cristina Santos Silva, pela alegria, pelo apoio, pelas palavras de incentivo e por entender minhas ausências.

A todos os colegas do Laboratório Interdisciplinar de Vigilância Entomológica em Diptera e Hemiptera do IOC, em especial ao doutorando Alexandre de Oliveira que sempre se mostrou disponível em contribuir com o meu trabalho.

A Prof. Dra. Simone Freitas, que na minha ausência na última etapa do mestrado que é enviar o artigo para publicação, foi incansável e fez com que minha qualificação do doutorado tivesse o maravilhoso presente do aceite do artigo.

À coordenação do Programa de Pós Graduação em Biologia Animal (Zoologia) pela possibilidade de realização deste trabalho, e seus funcionários José Antônio e Roberto pela atenção disponibilizada e pelas palavras de incentivo antes da seleção.

Ao Roberto, pelo grande apoio durante a prova do doutorado suas palavras foram fundamentais para que eu tivesse forças para fazer a prova.

Ao José Antônio pela nobreza das palavras pelo apoio e pela sabedoria em lidar com todos nos durante esta caminhada, sua frase foi usada na apresentação sem saber o que passei sua frase resumiu minha caminhada, Deus usa pessoas para nós dar forças.

Ao coordenador do curso Prof. Dr. Francisco Gerson, pelas palavras reflexivas que foram úteis para o enriquecimento pessoal e profissional.

Ao Prof. Dr. Ildemar Ferreira, pelo apoio e pela disponibilidade em ajudar sempre que necessário e por ter aceitado a participar da minha banca dando contribuições valiosas.

Aos Docentes do curso de Pós-Graduação em Biologia Animal, pelos valiosos ensinamentos e experiência compartilhada durante as disciplinas.

A secretaria do apoio predial do Pavilhão Carlos Chagas do IOC Joseane Carneiro Costa, pela sua disponibilidade em ajudar e pela agilidade em resolver problemas.

A Dra. Ana Laura Carbajal de La Fuente, pela atenção e delicadeza em tentar ajudar com as análises estatísticas.

A todos os colegas da Pós-Graduação em Biologia Animal, pelos dias de estudo, pela alegria e união, em especial ao Ericsson Ramos que foi o maior apoiador para eu fazer o doutorado e pela paciência em me escutar e pelo incentivo que foram essenciais.

A minha grande amiga Amanda Oliveira Barros e seu esposo Emission que num momento problemático se fizeram presentes e aliviaram as minhas preocupações, mesmo distante, verdadeiras amizades aparecem quando menos esperamos.

Ao meu namorado Heitor Santos Vallim, pelo carinho, compreensão durante as minhas ausências, e ajuda nos momentos necessários e pela paciência nos momentos mais difíceis.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil CAPES – Código de Financiamento 001.

RESUMO

Título: Bionomia de Culicidae e investigação natural por *Flavivirus* em uma paisagem do bioma Mata Atlântica do Estado do Rio de Janeiro, Brasil

Os mosquitos, família Culicidae, possuem 3588 espécies válidas divididas em duas subfamílias: Anophelinae e Culicinae. Ambas possuem espécies de importância epidemiológica. O inventário faunístico de mosquitos em áreas de ambiente natural é de considerável importância em estudos ecológicos. As populações naturais de animais em uma determinada área biogeográfica distribuem-se em comunidades sujeitas a constantes flutuações em resposta ao ambiente. Durante os processos de ação antrópica, seja nos possíveis períodos de recuperação da cobertura vegetal, o conhecimento da biodiversidade das comunidades de mosquitos em ambiente de Mata Atlântica é de relevante importância. Sendo que, esse conhecimento é útil para avaliar as possíveis mudanças de comportamentos e adaptações no padrão de atividades dos mosquitos considerados, até então, como de hábito preferencialmente silvestre. As amostragens foram provenientes de coletas realizadas em dois fragmentos de Mata Atlântica do estado do Rio de Janeiro no município de Nova Iguaçu na Associação de Taifeiros da Armada (ATA) e no sítio Boa Esperança, a duração das coletas em ambos locais foi de um ano. O presente estudo teve como propósito avaliar a riqueza, diversidade, equitabilidade e preferência dos imaturos e dos adultos em ambos fragmentos e a influência dos fatores climáticos (temperatura, umidade relativa do ar e pluviosidade) na abundância dos mosquitos. Nas duas áreas de estudos foram realizadas visitas mensais e quinzenais, amostragens sistemáticas e padronizadas utilizando sugador manual para coleta das larvas. Na ATA os criadouros naturais pesquisados foram os colmos de bambu, já no sítio Boa Esperança foram distribuídas aleatoriamente armadilhas de ovitrampas e monitorados os criadouros naturais bambu e bromeliáceas, sendo os espécimes adultos foram capturados com auxílio de armadilha luminosa de CDC com atrativo de CO₂. Parte dos espécimes provenientes dos ovos coletados foram utilizados para realizar a análise de possível infecção natural por *Flavivirus* (Zika e Febre Amarela). Durante o período de amostragem na ATA foram coletadas 3170 larvas em bambu perfurado em oito colmos de cinco plantas, desse total 688 espécimes chegaram ao estágio adulto, distribuídos em 10 gêneros e 16 espécies. A riqueza dos imaturos coletados na ATA foi de 16 espécies, sendo que a diversidade registrada foi de 1,10 e a equitabilidade de Shannon de 0,57. Na área amostral do sítio Boa Esperança foram coletadas 5514 larvas e 1322 chegaram ao estágio adulto sendo: 949 no recipiente plástico, 80 na bromélia e 293 no bambu. Dos 5818 ovos coletados 3941 eclodiram, e 3807 chegaram à fase de pupa e 2370 chegaram à fase adulta. As espécies provenientes dos ovos com maior abundância foram *Aedes albopictus* com 61% e *Haemagogus leucocelaenus* com 34%. Na armadilha luminosa de CDC com atrativo de CO₂, foram capturados 2621 espécimes de mosquitos destes os gêneros com a maior abundância foram: *Culex* (84,9%), *Wyeomyia* (5,3%), *Aedes* (3,5%) e *Limatus* (3,1%). Um total de 1229 espécimes de mosquitos: *Ae. albopictus* (651), *Hg. leucocelaenus* (565) e *Hg. janthinomys* (13) provenientes de ovos coletados no sítio Boa Esperança foram submetidos ao RT-PCR para detecção de *Flavivirus*. O criadouro bambu apresentou a maior diversidade e equitabilidade, enquanto o recipiente plástico apresentou os menores índices. No entanto, imaturos encontrados no recipiente plástico apresentaram maior riqueza e no bambu a menor. Os adultos capturados no ponto amostral 5 do sítio Boa Esperança apresentaram os maiores índices de diversidade, equitabilidade e riqueza. Foram encontradas evidências por meio da reação em cadeia da polimerase (RT-PCR) sequências parciais de vírus Zika em amostras de *Hg. leucocelaenus*, espécie importante no ponto de vista epidemiológico na transmissão do vírus amarelo.

Palavras-chaves mosquitos, diversidade; infecção natural; Zika

ABSTRACT

Título do trabalho: Bionomy of culicidae and natural investigation for *Flavivirus* in a landscape of the Atlantic Forest biome in the state of Rio de Janeiro, Brazil

The mosquitoes, family Culicidae, have 3,588 species classified in two subfamilies: Anophelinae and Culicinae. Both have species of epidemiological importance. The fauna inventory of mosquitoes in areas of natural environment is considerably important in ecological studies. The natural populations of animals in a given biogeographic area distributed in communities subject to constant fluctuations in response to the environment. During the processes of anthropic action or in the possible periods of recovery of the vegetation cover, knowledge of the biodiversity of mosquito communities in a Atlantic Forest environment is of relevant importance. Since this knowledge is useful to evaluate possible changes in behavior and adaptations in the pattern of activities of mosquitoes considered to be, until then, of wild habit, preferably. The sampling resulted from collections made in two fragments of Atlantic Forest in the state of Rio de Janeiro in municipality of Nova Iguaçu in the Associação de Taifeiros da Armada (ATA) and in Boa Esperança site. The duration of collections in both locations was one year. The present study aimed to assess the richness, diversity, equitability and preference of immatures and adults in both fragments and the influence of climatic factors (temperature, relative humidity and rainfall) on the abundance of mosquitoes. In the two study areas, biweekly visits, systematic and standardized sampling were performed using a manual sucker to collect the larvae. In ATA, the natural breeding sites surveyed were bamboo stalks, while in the Boa Esperança site, ovitraps were randomly distributed and the natural bamboo and bromeliad breeding sites were monitored. Adult specimens were captured using CDC light traps with CO₂ attractiveness, part of the specimens from the collected eggs were used to perform the analysis of possible natural infection by flavivirus (Zika, yellow fever). During the sampling period in the ATA, 3170 larvae were collected in perforated bamboo in eight stems of Five plants, of which 688 specimens reached the adult stage, distributed in 10 genera and 16 species. The richness of the immatures collected in the ATA was 16 species, with a recorded diversity of 1.10 and Shannon's equitability of 0.57. In the sample area of the Boa Esperança site, 5514 larvae were collected and 1322 reached the adult stage: 949 in the plastic container, 80 in the bromeliad and 293 in the bamboo. Of the 5818 eggs collected, 3941 hatched, and 3807 reached the pupal stage and 2370 reached the adult stage. The species from the eggs with the greatest abundance were *Aedes albopictus* with 61% and *Haemagogus leucocelaenus* 34%. In the CDC light trap with CO₂ attractiveness, 2621 specimens of mosquitoes of these genera were: *Culex* (84,9%), *Wyeomyia* (5,3%), *Aedes* (3,5%) and *Limatus* (3,1%). A total of 1,229 specimens of mosquitoes: *Ae. albopictus* (651), *Hg. leucocelaenus* (565) and *Hg. janthinomys* (13) from eggs collected at the Boa Esperança site were submitted to RT-PCR to detect *Flavivirus*. The bamboo breeding area showed the greatest diversity and fairness, however, the plastic container had the lowest indexes. Regarding the richness of the immatures found, it was showed greater richness in the bamboo. The adults captured at sample point 5 of the Boa Esperança site had the highest levels of diversity, equitability and richness. Evidence was found through the polymerase chain reaction (RT-PCR), partial sequences of Zika vírus in sample of *Hg. leucocelaenus*, an important species from the epidemiological point of view in the transmission of the yellow fever vírus.

Key-words: mosquitoes, diversity, natural infection, Zika

Abreviaturas e Siglas

APPs	Áreas de preservação permanente
ATA	Associação dos Taifeiros da armada
°C	Graus Celsius
DENV	Vírus Dengue
H'	Índice de diversidade de Shannon
D%	Dominância
FA	Febre amarela
FAS	Febre amarela silvestre
FAU	Febre amarela urbana
FIOCRUZ	Fundação Oswaldo Cruz
IOC	Instituto Oswaldo Cruz
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
ICMBio	Instituto Chico Mendes da Biodiversidade Conservação
Km ²	Quilômetro quadrado
J	Equitabilidade de Shannon
M	Metros
Mín	Mínima
Mm	Milímetros
MMA	Ministério de Meio Ambiente
N	Valores absolutos
NI	Município de Nova Iguaçu
PCR	Polymerase Chain Reaction (Reação em cadeia da polymerase)
pH	Potencial hidrogeniônico
PMRebio	Plano de manejo da Reserva Biológica
r	Coefficiente de correlação
ReBIO	Reserva Biológica
S	Riqueza específica
SISBIO	Sistema de Informação e Autorização sobre Biodiversidade
UCs	Unidades de conservação
URA	Umidade relativa do ar
VFA	Vírus da Febre Amarela
VZIK	Vírus Zika

Países/Estados/Municípios:

BR- Brasil

RJ- Rio de Janeiro

NI- Nova Iguaçu

Software utilizados:

ArcGIS PRO

Bioestat 5.0

Corel Draw X7

ECOSIM 7.0

GraphicsSuite X7

Past software version 4.05

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1 CARACTERIZAÇÃO DOS CULICIDAE	2
1.2 AS FASES IMATURAS DOS CULICIDAE	2
1.3 CICLO DE VIDA E BIOECOLOGIA DOS CULICIDAE	3
1.4 ECOLOGIA DE CULICÍDEOS	4
1.5 MATA ATLÂNTICA	6
1.6 FRAGMENTAÇÕES DE HABITATS.....	7
1.7 ARBOVIROSES	8
1.8 ZIKA VÍRUS	12
2. OBJETIVOS	14
2.1 OBJETIVO GERAL	14
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
3. MATERIAL E MÉTODOS	15
3.1 CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREA DO ENTORNO AOS LOCAIS DE COLETA	15
3.1.2 CARACTERIZAÇÃO DO PONTO DE COLETA NA ATA (ASSOCIAÇÃO DOS TAIFEIROS DA ARMADA)..	15
3.1.3 CARACTERIZAÇÃO DOS PONTOS DE COLETA NO SÍTIO BOA ESPERANÇA EM TINGUÁ.....	16
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	18

CAPÍTULO I

BIONOMIA DOS MOSQUITOS (DIPTERA: CULICIDAE) EM INTERNÓDIOS DE BAMBU EM REMANESCENTES DE MATA ATLÂNTICA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, BRASIL **29** |

1. INTRODUÇÃO	30
2. MATERIAL E MÉTODOS	31
2.1 ANÁLISES ESTATÍSTICAS	33
3. RESULTADOS	34
4. DISCUSSÃO	40
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43

CAPÍTULO II

COMPORTAMENTO DE DESOVA DOS AEDINI (DIPTERA: CULICIDAE) EM REMANESCENTE DE MATA ATLÂNTICA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO **48** |

1. INTRODUÇÃO	49
2. MATERIAL E MÉTODOS	50
2.1 ÁREA DE ESTUDO E OBTENÇÃO DAS AMOSTRAS	50
2.2 ANÁLISES ESTATÍSTICAS	52
3. RESULTADOS	53
4. DISCUSSÃO	58

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62
--	-----------

CAPÍTULO III

ALGUNS ASPECTOS DA ECOLOGIA DE MOSQUITOS (DIPTERA: CULICIDAE) EM FRAGMENTO DE MATA ATLÂNTICA, ESTADO DO RIO DE JANEIRO, BRASIL	68
---	-----------

1. INTRODUÇÃO.....	68
2. MATERIAL E MÉTODOS	70
2.1 ANÁLISES ESTATÍSTICAS	73
3. RESULTADOS	74
4. DISCUSSÃO	80
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	83

CAPÍTULO IV

DINÂMICA POPULACIONAL DE MOSQUITOS (DIPTERA: CULICIDAE) EM FRAGMENTO DE MATA ATLÂNTICA, ESTADO DO RIO DE JANEIRO, BRASIL	88
---	-----------

1. INTRODUÇÃO.....	88
2. MATERIAL E MÉTODOS	89
2.1 CARACTERIZAÇÃO DOS PONTOS DE COLETA NO SÍTIO BOA ESPERANÇA EM TINGUÁ	89
3. RESULTADOS	92
4. DISCUSSÃO	98
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	101

CAPÍTULO V

INFECÇÃO NATURAL POR TRANSMISSÃO VERTICAL DO VÍRUS ZIKA EM MOSQUITOS SILVESTRES <i>Aedes albopictus</i> E <i>Haemagogus leucoceleenus</i> DO RIO DE JANEIRO, BRASIL	105
--	------------

1. INTRODUÇÃO.....	105
2. MATERIAIS E MÉTODOS	107
2.1. DECLARAÇÃO DE ÉTICA	107
2.2. ÁREAS DE ESTUDO	107
2.3 AMOSTRAGEM DE MOSQUITO	109
2.4 EXTRAÇÃO DE RNA	109
2.5 PCR PARA FLAVIVIRUS.....	110
2.6 SEQUENCIAMENTO DE NUCLEOTÍDEOS	110
3. RESULTADOS	111
4. DISCUSSÃO	112
5. CONCLUSÕES.....	114

6. REFERÊNCIAS.....	115
7. CONCLUSÕES GERAIS	122

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1:** **A-** *Aedes aegypti* considerado vetor da Dengue, Zika e Chikungunya (Google imagens); **B-** *Aedes albopictus* (Foto: Richard Lord, 2014). 9
- Figura 2:** **A-** Mosquito do gênero *Sabethes* considerado vetor da Febre Amarela Silvestre (Fonte: www.bugguide.net, 2020); **B-** *Haemagogus leucocelaenus* uma das espécies vetoras da Febre Amarela (Fonte: Fiocruz imagens). 12
- Figura 3:** Localização dos locais de coleta dos espécimes na Associação dos Taifeiros da Armada (ATA) e no sítio Boa Esperança, município de Nova Iguaçu, estado do Rio de Janeiro, Brasil (Google Earth®; ArGisPRO). 17

CAPÍTULO I

- Figura 1.1:** Localização do ponto de coleta dos imaturos no bambuzal, no sítio Boa Esperança, município de Nova Iguaçu, no estado do Rio de Janeiro, Brasil (Google Earth®; ArcGis PRO). 32
- Figura 1.2:** Gráfico de correspondência canônica dos imaturos coletados na ATA, no município de Nova Iguaçu no Rio de Janeiro no período de agosto de 2017 a julho de 2018. Os vetores verdes indicam a direção e proximidade das variáveis climáticas em relação a cada espécie estudada. Quanto maior a proximidade desses vetores com as espécies, mais forte é a interação entre as duas. 37
- Figura 1.3:** Gráfico Matriz plot de culicídeos coletados nos bambus de 1 a 5 nos meses de agosto a dezembro de 2017 e janeiro a julho de 2018 na Associação dos Taifeiros da Armada, Nova Iguaçu, estado do Rio de Janeiro. 39
- Figura 1.4:** Dendograma dos bambus nos quais os imaturos de culicídeos foram coletados na ATA, no período de agosto de 2017 a julho de 2018, Município de Nova Iguaçu, estado do Rio de Janeiro, Brasil. 39

CAPÍTULO II

- Figura 2.1:** Pontos de coleta das palhetas no sítio Boa Esperança localizado no município de Nova Iguaçu, estado do Rio de Janeiro, Brasil (Google Earth®; ArGisPRO). 51
- Figura 2.2:** Boxplot expressando o resultado estatisticamente significativo do teste Mann-Whitney (Teste $U=1, 92$; $p=0,02^*$) para os valores das abundâncias de espécies de mosquitos nas palhetas no solo e na altura de 3 metros. 55
- Figura 2.3:** Análise de agrupamento (método UPGMA) baseada nos valores quantitativos de abundância de espécies de mosquitos nos 6 pontos de coleta (solo e altura de 3 metros) (índice de Bray-Curtis= 0.91). 56

Figura 2.4: Modelo nulo para co-ocorrência de imaturos (índice observado= 60.83, média de índices simulados = 89,05, variância de índices simulados = 225.80, p (observado < esperado) = 0.02, p (observado > esperado= 0.97). A seta indica o valor do índice de co-ocorrência dos dados reais. 57

CAPÍTULO III

Figura 3.1: Mapa de distribuição dos pontos de coleta dos imaturos no recipiente plástico, bromélia e bambu no sítio Boa Esperança, Município Nova Iguaçu, estado do Rio de Janeiro (Fonte: Google Earth®; ArGis PRO)..... 71

Figura 3.2: A- Coleta de imaturos com sugador manual em bambu, localizado no sítio Boa Esperança, Tinguá, Município de Nova Iguaçu, estado do Rio de Janeiro; **B-** Aferição de pH e temperatura na água do criadouro dos colmos do bambu (Foto: Romero Souza)..... 72

Figura 3.3: A- Coleta de imaturos com pipeta no tanque da bromélia com aferição de pH e temperatura, no sítio Boa Esperança, Tinguá, Município de Nova Iguaçu, estado do Rio de Janeiro; **B-** Coleta de imaturos com sugador manual no tanque da bromélia (Foto: Paulo Leite). 72

Figura 3.4: Espécies de culicídeos encontrados exclusivamente no recipiente plástico, internódio do bambu e tanque da bromélia; e as que compartilham ambos criadouros, na área do sítio Boa Esperança em Tinguá, Município de Nova Iguaçu, estado do Rio de Janeiro. ... 79

Figura 3.5: Espécies de mosquitos eudominantes e dominantes dos criadouros (recipiente plástico, tanque da bromélia e internódio do bambu) do sítio Boa Esperança em Tinguá, Município de Nova Iguaçu, estado do Rio de Janeiro. 80

CAPÍTULO IV

Figura 4.1: Mapa de distribuição dos pontos de captura com a utilização de armadilha luminosa de CDC com CO₂ no sítio Boa Esperança, Município Nova Iguaçu, estado do Rio de Janeiro (Fonte: Google Earth®; ArGisPRO). 90

Figura 4.2: A- Montagem da armadilha luminosa de CDC com CO₂ no sítio Boa Esperança, Tinguá, Município de Nova Iguaçu, estado do Rio de Janeiro; **B-** Triagem dos adultos do pulsar da armadilha luminosa CDC (Fotos: Paulo Leite). 91

Figura 4.3: Índice pluviométrico mensal durante um ano de amostragem na área do sítio Boa Esperança em Tinguá, Município de Nova Iguaçu, estado do Rio de Janeiro, Brasil, no período de abril de 2018 a março de 2019. 96

Figura 4.4: Temperatura e umidade relativa mensal durante um ano de amostragem na área do sítio Boa esperança em Tinguá, Município de Nova Iguaçu, estado do Rio de Janeiro, Brasil, no período de abril de 2018 a março de 2019. 96

Figura 4.5: Espécies de mosquito do subgênero *Culex* (*Culex*) foram eudominantes e as espécies *Ae. scapularis* e *Limatus durhamii* e do subgênero *Wy.* (*Pho.*) foram subdominantes capturados em armadilha luminosa CDC com CO₂ na área do sítio Boa Esperança em Tinguá, Município de Nova Iguaçu, estado do Rio de Janeiro. 98

CAPÍTULO V

Figura 5.1: Mapa dos pontos onde os mosquitos foram coletados. Pontos em vermelho: febre amarela (FA) e Zika vírus (VZIK) foram coletados mosquitos positivos na floresta primária no Brasil, nos municípios de Nova Iguaçu e Casimiro de Abreu, estado do Rio de Janeiro. Mapas preparados no ArcGis PRO (URL: <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/> Acessado em: 6 maio de 2019; e editado no CorelDRAWGraphicsSuite X7)..... 108

ÍNDICE DE TABELAS

CAPÍTULO I

Tabela 1.1: Distribuição mensal das espécies de Culicidae, valores absolutos (N) coletados, dominância (D%), riqueza específica (S), Índice de diversidade de Shannon (H') e equitabilidade (J) em bambu na ATA (Associação dos Taifeiros da Armada), município de Nova Iguaçu, estado do Rio de Janeiro, Brasil, no período de agosto de 2017 a julho de 2018. 35

Tabela 1.2: Abundância de imaturos de culicídeos coletados por mês na Associação dos Taifeiros da Armada, Nova Iguaçu, estado do Rio de Janeiro, no período de agosto de 2017 a julho de 2018. 38

CAPÍTULO II

Tabela 2.1: Abundância absoluta de espécies da tribo Aedini, pontos coletados (1 a 6) no solo e na altura de 3 metros, no período de abril de 2018 a março de 2019 no sítio Boa Esperança em Tinguá, no município de Nova Iguaçu, estado do Rio de Janeiro..... 54

Tabela 2.2: Valores obtidos para Riqueza Taxonômica (R), Abundância, Dominância (D%), Índice de Diversidade de Shannon-Wiener (H') e Equitabilidade de Pielou (E) para cada uma das doze armadilhas por ponto de coleta (instaladas no solo e na altura de 3 metros) e os respectivos valores do teste t e p. (*) p< 0.05. 55

Tabela 2.3: Valores dos índices C-score de co-ocorrência entre cada par de espécies de mosquitos encontrados. 57

CAPÍTULO III

Tabela 3.1: Valores absolutos (N), dominância (D%), riqueza específica (S), Índice de diversidade de Shannon (H'), e equitabilidade de Shannon (J) por criadouros (recipiente plástico, bromélia e bambu) coletados no período de abril de 2018 a março de 2019 no sítio Boa Esperança em Tinguá, Município de Nova Iguaçu, estado do Rio de Janeiro. 75

Tabela 3.2: Correlação de Spearman considerando a temperatura (Temp.), potencial hidrogeniônico (pH), da água do criadouro obtida através do pHmetro e das espécies coletadas em tanque de bromélias no sítio Boa Esperança em Tinguá, Município de Nova Iguaçu, estado do Rio de Janeiro. 77

Tabela 3.3: Correlação de Spearman considerando a temperatura (Temp.), potencial hidrogeniônico (pH), da água do criadouro obtida através do pHmetro das espécies coletadas em internódio de bambu na área do sítio Boa Esperança em Tinguá, Município de Nova Iguaçu, estado do Rio de Janeiro. 78

CAPÍTULO IV

Tabela 4.1: Valores absolutos, dominância (D%), riqueza específica (S), Índice de diversidade de Shannon (H'), e equitabilidade de Shannon (J) referente aos adultos capturados em seis pontos de captura com o uso de armadilha luminosa CDC com CO₂ no período de abril de 2018 a março de 2019 no sítio Boa Esperança em Tinguá, Nova Iguaçu, estado do Rio de Janeiro. 93

Tabela 4.2: Distribuição mensal das espécies de Culicidae, valores absolutos (N) capturados com uso de armadilha luminosa de CDC com CO₂ no sítio Boa Esperança em Tinguá, Município de Nova Iguaçu, estado do Rio de Janeiro, Brasil, no período de abril de 2018 a março de 2019. 95

Tabela 4.3: Correlação de Spearman considerando a temperatura (Temp.), umidade relativa (U.R.A.), ponto do orvalho (P.O) e precipitação (Prec.) das espécies capturadas em armadilha luminosa de CDC com CO₂ na área do sítio Boa Esperança em Tinguá, Município de Nova Iguaçu, estado do Rio de Janeiro, Brasil, no período de abril de 2018 a março de 2019. 97

CAPÍTULO V

Tabela 5.1: Detecção viral de Febre Amarela e Zika vírus em *Ae. albopictus* e *Hg. leucocelaenus* em florestas primárias no estado do Rio de Janeiro, Brasil. 111

1. INTRODUÇÃO

Os culicídeos são insetos pequenos, possuem o corpo delgado, e são conhecidos vulgarmente por mosquitos e pernilongos, muriçocas ou carapanãs (Forattini, 1996). Pertencem à Ordem Diptera, Subordem Nematocera, família Culicidae, com duas subfamílias de importância médica: Culicinae Meigen, 1818 e Anophelinae Grassi, 1900. Apresentam distribuição praticamente cosmopolita, só não ocorrendo na Antártida (Consoli & Lourenço-de-Oliveira, 1994). Segundo Rueda (2008), a maior diversidade de culicídeos encontra-se em florestas tropicais com maior riqueza na região Neotropical. O conhecimento ecológico assim como o taxonômico das principais ordens de Insecta, como Diptera, tem sido restrito ou direcionado para espécies de importância econômica ou médica (Lewinsohn *et al.*, 2005).

São reconhecidas atualmente em Culicidae 3.588 espécies e 113 gêneros (Harbach, 2021). Anophelinae com três gêneros: *Anopheles* Meigen, 1818, *Chagasia* Cruz, 1906 e *Bironella* Theobald, 1905; Culicinae com 110 gêneros agrupados 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, 2021).

Guedes (2012) afirmou que a capacidade de adaptação dos Culicidae ao ambiente antrópico é o fator pelo qual essa família tem um grande sucesso evolutivo, permitindo a esses insetos vetores viverem em uma grande diversidade de ambientes. Dessa forma, os patógenos veiculados por esses insetos podem apresentar diversas adaptações. Assim, é importante relacionar a distribuição dos Culicidae no Brasil com as mudanças nos ambientes naturais juntamente com a epidemiologia de algumas doenças (Guedes, 2012).

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).

De acordo com Guedes (2012), dentre os Culicidae, aproximadamente 150 espécies, dos gêneros *Anopheles*; *Aedes*; *Haemagogus* Williston, 1896 e *Culex* Linnaeus 1758, estão envolvidas indiretamente com a enfermidade e mortalidade entre humanos. Porém as que acumulam maiores estudos são as que ocorrem com maior frequência no ambiente antrópico tais como espécies dos gêneros mencionados, com exceção de *Haemagogus* (Forattini, 2002).

O estudo dos fatores ecológicos, à medida que auxilia na compreensão de como os insetos vetores tornaram-se capazes de transmitir parasitas ao ser humano, é ideal para

implementar estratégias para a prevenção de doenças vetoriais com base nas informações sobre as mudanças comportamentais dos agentes transmissores (Codeço *et al.*, 2010).

Os estudos relacionados aos mosquitos da Mata Atlântica tornam-se fundamentais para avaliar possíveis mudanças no comportamento e adaptações desses insetos de acordo com as condições ambientais de regiões que sofreram ou estão sofrendo modificações provocadas pelo homem, especialmente das espécies que apresentam valor epidemiológico (Alencar *et al.*, 2016).

1.1 Caracterização dos Culicidae

Os adultos medem aproximadamente 3-6 mm de comprimento; possuem o corpo delgado, com patas longas e finas, corpo com escamas mais ou menos abundantes (Consoli & Lourenço-de-Oliveira, 1994). A cabeça é esférica, com olhos reniformes e dicópticos, compostos por 350 a 500 omatídeos, e sem ocelos (Almeida, 2011). Possuem uma probóscide longa e flexível, adaptado, nas fêmeas, à perfuração dos tegumentos, e palpos constituídos por cinco segmentos, antenas com um flagelo longo, de 13 artículos, apresentando dimorfismo sexual, plumosas nos machos e pilosas nas fêmeas (Harbach, 2021). O tórax apresenta três pares de pernas, dois orifícios respiratórios ou espiráculos, somente um par de asas mesotóricas membranosas compridas e estreitas, com nervuras cobertas de escamas (Almeida, 2011), e no metatórax, como é característico dos dípteros em geral, um par de balancins (ou halteres).

1.2 As fases imaturas dos Culicidae

Os ovos variam entre 0,6 a 0,8 mm de comprimento, de acordo com a espécie (Forattini, 2002). Eles podem ser depositados isoladamente na superfície da água ou perto dela, possuem flutuadores (*e.g. Anopheles* spp.) ou não. São postos separadamente em locais úmidos, fora do meio líquido como no caso dos *Aedes* spp. ou em conjunto, por exemplo, em *Culex* spp. (Almeida, 2011). O número de ovos por postura varia de acordo com o gênero, geralmente entre 100 e 200 ovos, passando por um período de repouso de 2-3 dias antes de eclodirem, o qual, em algumas espécies, pode durar semanas, ou até resistirem à dessecação durante meses, mas eclodindo em poucos minutos em contato com a água (Almeida, 2011).

As larvas dos mosquitos possuem o corpo dividido em cabeça, tórax e abdome com oito segmentos, desprovidas de apêndices locomotores (Harbach, 2021). Em Culicinae

possuem um sifão respiratório na qual os espiráculos se abrem em sua extremidade, estando o mesmo ausente em Anophelinae (Forattini, 1996).

As pupas possuem formato de vírgula, têm um cefalotórax grande e o abdome longo e encurvado, terminando em paletas natatórias (Consoli & Lourenço-de-Oliveira 1994; Almeida, 2011).

1.3 Ciclo de vida e Bioecologia dos Culicidae

Os mosquitos são insetos holometabólicos, ou seja, com metamorfose dita completa, cujas formas imaturas compreendem ovo, larva (que evolui passando por quatro estádios larvares) e pupa, os dois últimos não se assemelhando ao adulto (Forattini, 2002; Almeida, 2011).

O ciclo de vida dos mosquitos passa-se em dois meios separados: adultos vivendo no meio terrestre e as formas imaturas no aquático (Forattini, 2002). A duração completa do ciclo de vida desde o ovo ao adulto pode variar aproximadamente entre sete dias a 31°C a 20 dias a 20°C. Contudo, cada uma das fases e estádios é variável, dependendo das condições atmosféricas e da disponibilidade de alimento (Almeida, 2011). A vida média de uma fêmea em condições climáticas favoráveis é de quatro a cinco semanas e raramente vários meses, enquanto os machos vivem menos tempo (Almeida, 2011).

Algumas espécies de culicídeos apresentam um retardo no desenvolvimento do ovo chamado diapausa, que ocorre mediante situações ambientais adversas sendo considerada uma estratégia reprodutiva (Alencar *et al.*, 2014). Geralmente as larvas da maioria das espécies de mosquitos podem tolerar condições ácidas ou alcalinas na natureza, com valores de pH entre 3-11 (Clements, 1992).

A vegetação pode atuar como fonte de nutrientes que incrementam o crescimento microbiano, fornecendo alimento para o desenvolvimento das larvas de mosquitos, atuando como proteção para os ovos contra temperaturas extremas e aumentando a disponibilidade de abrigo contra predadores em potencial (Fischer *et al.*, 2002; Campos & Sy, 2006). As larvas possuem dois tipos de hábitos podendo ser necrófagas ou predadoras, alimentar-se no fundo em detritos ou serem filtradoras de fitoplâncton ou zooplâncton, sob a superfície ou não (Almeida, 2011). As pupas não se alimentam, usando reservas nutritivas acumuladas no estágio larval. Mesmo assim são bastante ativas movendo-se em zigue zague ou cambalhota (Forattini, 1996). Os mosquitos adultos machos se alimentam exclusivamente de sucos vegetais e néctares, ao passo que a maioria das fêmeas são hematófagas, embora também se

alimentem de substâncias açucaradas extraídas de vegetais. Após a refeição sanguínea, as fêmeas passam por um período de inatividade no qual se dá a digestão e maturação dos ovos (Almeida, 2011).

Os imaturos de culicídeos se desenvolvem em uma grande variedade de habitats aquáticos ou locais onde as fêmeas põem ovos, as larvas crescem e surgem os mosquitos adultos que são chamados de imago (Clements, 1992). Neste caso, tanto os ovos como as larvas e pupas ocupam o mesmo ecótopo, o que eleva o interesse do conhecimento para estudos epidemiológicos (Forattini, 2002).

As coleções de água que servem de habitat às larvas dos mosquitos podem ser temporárias ou permanentes, naturais ou artificiais. Esses habitats estão relacionados com os fatores envolvidos na seleção do local de oviposição pela fêmea, já que possuem quimiorreceptores tarsais que detectam e medem os níveis de salinidade e poluição das águas (Almeida, 2011). 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).

O desenvolvimento e sobrevivência dos estágios imaturos são influenciados por características ambientais e fatores físico-químicos do habitat como: disponibilidade de recursos alimentares, microrganismos, pH, temperatura, salinidade, teor de matéria orgânica e também pela ocorrência de interações de espécies como intra ou inter-específica pela competição, predação e mutualismo (Juliano, 2009; Yee *et al.*, 2010).

1.4 Ecologia de culicídeos

Segundo Couret & Benedict (2014), a temperatura do ambiente altera a dinâmica da população de mosquitos, dessa forma afetando o desenvolvimento dos estágios imaturos (ovos, larvas e pupas), bem como a reprodução. Embora a temperatura tenha um efeito importante na dinâmica da população, as chuvas e a seca também afetam a densidade e a dispersão dos mosquitos nas regiões temperadas e tropicais (Elbers *et al.*, 2015).

Dentre os fatores abióticos a temperatura ambiental é o fator mais importante que influencia a fisiologia, comportamento, ecologia e a sobrevivência dos insetos (Denlinger, 1998). Os insetos podem ser ativos dentro de uma faixa de temperatura; aquém ou além dos pontos mínimos e máximos críticos, respectivamente, o risco de morte aumenta. Fatores

endógenos podem afetar a faixa de desempenho, incluindo o estado fisiológico e a idade do inseto (Reinhold *et al.*, 2018).

As variações térmicas locais, diárias e sazonais, incluindo dessecação, alterações no metabolismo e até perda da capacidade de locomoção fizeram que através dos tempos evolutivos, os insetos desenvolvessem várias estratégias para lidar com essas variações térmicas e evitar o estresse térmico (Reinhold *et al.*, 2018). Essas estratégias permitiram que os insetos colonizassem uma ampla variedade de habitats. Em consequência, os mosquitos podem ser encontrados em todo o mundo (com exceção da Antártica) e podem viver em grande variedade de ecossistemas, desde florestas tropicais até áreas urbanas e tundra (Reinhold *et al.*, 2018).

Os mosquitos ao se deslocarem de dentro para fora (e vice-versa) dos abrigos estão expostos a flutuações térmicas diárias e sazonais, sendo assim essas variações podem afetar seu comportamento, incluindo a procura de hospedeiros (Reinhold *et al.*, 2018).

De acordo com Mogi (1996), as temperaturas mais elevadas podera afetar as estratégias de hibernação e a transmissão de patógenos, modificando a atividade e distribuição de picadas de mosquitos, assim como o desenvolvimento de patógenos. Além de responder às variações nas alterações térmicas, a atividade dos mosquitos é afetada por vários fatores, como o fotoperíodo (ocorre que, nos dias curtos há uma indução da diapausa). A duração do dia poderá afetar a eclosão de ovos de *Aedes albopictus* (Skuse, 1895), sendo que em condições mais amenas (tropicais), o inverno não é tão rigoroso para as populações como em áreas temperadas (Tsunoda *et al.*, 2015).

Os ovos de *Ae. albopictus* são resistentes à dessecação, permitindo que sobrevivam a condições desfavoráveis e contribuindo para sua capacidade de se espalhar para novas áreas através do transporte nacional e internacional de objetos (como pneus, vasos de plantas e copos descartáveis entre outros) contendo ovos viáveis, mas inativos (Soper, 1967).

Aedes albopictus é um mosquito que embora tenha atividade endofílica, é considerado exofágico, como também é eclético quando se trata de hospedeiros, sugando animais de sangue frio e quente (Delatte *et al.*, 2010). Essa espécie possui uma vantagem ao se alimentar em relação a outras espécies de *Aedes*, já que o faz rapidamente e não pára de se alimentar, mesmo na presença de um predador, selecionando recipientes livres de predadores para oviposição (Kauffman & Kramer, 2017). *Aedes albopictus* é uma espécie Asiática que foi introduzida no Brasil, podendo se desenvolver e sobreviver numa ampla faixa de temperatura, que seria a mais baixa 10, 4° C, e a melhor em torno de 29,7°C e a temperatura mais alta em torno de 35°C (Delatte *et al.*, 2009).

O gênero *Anopheles* é cosmopolita e várias de suas espécies são responsáveis pela transmissão da malária (Consoli & Lourenço-de-Oliveira, 1994). É no Bioma Amazônico que a maioria dos casos autóctones de malária ocorre no Brasil. Nessa região encontramos estudos avançados sobre espécies de *Anopheles* e é onde está registrada a maior riqueza de Culicidae do Brasil (Julião *et al.*, 2010; Marcondes & Marchi, 2010b).

Anopheles albitarsis Lynch-Arribálzaga, 1878 é considerado vetor secundário da malária em alguns locais no Bioma da Mata Atlântica, sendo integrante da fauna local, apresentando-se em baixa abundância (Guedes, 2012). Porém, a antropização do ambiente, com a utilização de técnicas agrícolas de irrigação artificial propiciou condições favoráveis à proliferação e ao aumento significativo da abundância dessa espécie (Guedes, 2012).

Aedes scapularis (Rondani, 1848) é antropofílico e possui grande capacidade à sinantropia, habitando ambientes naturais, rurais e urbanos, o que causa preocupação, no caso do ciclo epidemiológico de algumas arboviroses (Forattini *et al.*, 2000).

Culex quinquefasciatus Say, 1823 é uma espécie que possui competência e capacidade vetorial para transmitir arboviroses, Dirofilariose e Filariose bancroftiana (Forattini, 2002). As espécies pertencentes ao subgênero *Culex* (*Melanoconion*) Theobald, 1903 tem seus criadouros preferenciais em bromélias, alagados e coleções de água no solo, com algumas espécies deste subgênero associadas à veiculação de agentes patogênicos no Brasil (Consoli & Lourenço-de-Oliveira, 1994).

Como afirmado por Consoli & Lourenço-de-Oliveira (1994), o subgênero *Cx.* (*Microculex*) Theobald, 1907 não possui importância médica, e as fêmeas preferem ovipor em tanques de bromélias e em outros recipientes naturais e preferem picar animais de sangue frio como os anfíbios.

Toxorhynchites Theobald, 1901 compreende espécies de mosquitos grandes, coloridos, nenhuma das quais hematófagas. Assim, por não transmitirem doenças, são destituídas de importância epidemiológica (Lane, 1953).

1.5 Mata Atlântica

O Brasil é um país que possui a maior biodiversidade do mundo, sendo considerado megadiverso pela exuberância da flora e fauna do seu território (MMA, 2017). O país é considerado o que possui o maior número de espécies de plantas, metade delas endêmicas, de anfíbios e primatas em todo o mundo (Forzza *et al.*, 2012). O Brasil é o 2º em mamíferos e répteis; e o 3º em aves (MMA, 2017). Sendo também o 6º país em endemismos para vertebrados, sendo mais alto para os anfíbios, com 57% e para os répteis com 37%. Dados

estimam que o Brasil abrigue aproximadamente 20% da biodiversidade do planeta (MMA, 2017).

O bioma Mata Atlântica abrange cerca de 15% do território nacional, em 17 estados, embora hoje restem apenas 12,4% da floresta que existia originalmente (SOS Mata Atlântica, 2020). O Estado do Rio de Janeiro (RJ) insere-se totalmente nesse bioma. O território do RJ limita-se, a norte e nordeste, com o Estado do Espírito Santo; a norte e noroeste, com o Estado de Minas Gerais; e, a oeste, com o Estado de São Paulo. A leste, sudeste e sul, confrontam-se com o Oceano Atlântico, por uma extensão de 636 km (MMA, 2020).

A Mata Atlântica é composta por florestas nativas (Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Mista, denominada de Mata de Araucárias; Floresta Ombrófila Aberta; Floresta Estacional Semidecidual; e Floresta Estacional Decidual), e ecossistemas associados (manguezais, vegetações de restingas, campos de altitude, brejos interioranos e encaves florestais do Nordeste) (SOS Mata Atlântica, 2020).

A Mata Atlântica é considerada a segunda maior área florestal tropical da América do Sul, perdendo apenas para a Floresta Amazônica, englobando áreas da Argentina, Paraguai e as regiões Sudeste e Sul do Brasil (INPE, 2018; SOS Mata Atlântica, 2020).

As florestas e demais ecossistemas que compõem a Mata Atlântica são responsáveis pela produção, regulação e abastecimento de água; regulação e equilíbrio climáticos; proteção do solo; produção de alimentos, madeiras, fibras, óleos e remédios e proporcionam um patrimônio histórico e cultural imenso (MMA, 2020).

1.6 Fragmentações de Habitats

A fragmentação do habitat que ocorre nos Biomas brasileiros causa a perda de diversidade (Fahrig, 2003; Tilman, 2004). A redução do habitat original causa a perda do tamanho e o isolamento das manchas de vegetação, que coopera para o declínio do número de espécies (Ehrlich, 1988; Andrén, 1994). Dessa forma ocorre um aumento na quantidade de margens, criando diferentes microambientes na borda do fragmento e no interior da floresta, gerando uma área de transição entre o interior da floresta e o habitat ao redor, reduzindo o habitat disponível (Ferraz, 2011).

As consequências da fragmentação de habitat acontecem tanto no interior dos fragmentos, que englobam questões como isolamento, efeito de borda, efeito do tamanho do fragmento, como entre diferentes fragmentos, relacionando os mecanismos de dispersão e tolerância a diferentes tipos de matrizes (Davies *et al.*, 2001). A maior parte da fragmentação

de habitats deve-se ao processo de urbanização que produz alterações nos ambientes naturais, modificando a paisagem e levando à consequente formação de mosaicos de ilhas de diferentes formas e tamanhos, neste caso a vegetação nativa é geralmente substituída por espécies oportunistas ou exóticas (Gimenes & Anjos, 2003).

Vários fatores naturais ou antrópicos podem alterar a dinâmica da vegetação florestal e desencadear o processo de sucessão secundária, como abertura de clareiras naturais pela queda de árvores, deslizamentos de terra, ataques de insetos, incêndios florestais, remoção intencional da vegetação, entre outros (PMRebioTinguá, 2006). Vários autores relatam a importância do fogo, por afetar o funcionamento dos ecossistemas, influenciando a sucessão vegetal, a composição e estrutura florestal, o acúmulo de serrapilheira, a ciclagem de nutrientes, e as populações de insetos, o banco de sementes no solo e a rebrota de espécies arbustivo-arbóreas (UHL *et al.*, 1981; Kauffman, 1991; Cochrane & Schulze, 1999).

Dentre as consequências da fragmentação podemos citar a modificação dos habitats: alterações nas condições físicas na estrutura da vegetação, microclima e cobertura do solo, afetando diferentes espécies de formas diferentes (PMRebioTinguá, 2006), o que se observa nas bordas de fragmentos florestais. Como consequências ocorrem alterações nos padrões de distribuições das espécies animais, e na estrutura das populações e comunidades. O efeito de borda ocorre devido à influência da matriz degradada sobre o fragmento ao longo de seu limite, sendo assim questões como tamanho e forma são fundamentais para determinação dos processos que irão ocorrer; sendo de suma importância a razão entre perímetro e área do fragmento (Meffe & Carroll, 1994).

Os padrões de dispersão das espécies são alterados pela degradação e pela fragmentação de habitats o que acaba reduzindo as taxas de colonização por novas espécies ou por indivíduos provenientes de outras populações, devido a isso a variabilidade genética e a diversidade de espécies acabam por sofrer reduções (Davies *et al.*, 2001). Sendo assim a perda da riqueza de espécies em habitats fragmentados ocorre dentre os insetos, incluindo os Culicidae (Chaves *et al.*, 2011), porém poucos estudos correlacionam a fragmentação de habitats (Biomass) com as alterações nos hábitos dos vetores biológicos, principalmente no que concerne a mosquitos (Guedes, 2012).

1.7 Arboviroses

Arbovírus é o nome usado para vírus que são transmitidos por artrópodes hematófagos (“arthropod borne vírus”) levando à disseminação de zoonoses. Relewa ressaltar que esse

nome não constitui uma categoria taxonômica, representando apenas o fato de que necessitam de vetores hematófagos para sua transmissão (Gubler *et al.*, 2001). Os principais vetores são os mosquitos, mas também podem ser transmitidos por carrapatos e outros artrópodes. Os Arbovírus têm pelo menos dois hospedeiros principais: um vertebrado, em geral primatas não humanos e um artrópodo vetor. Entre os mais de 500 vírus registrados no Catálogo Internacional de Arbovírus (CDC, 2021), os que causam Dengue, Chikungunya e Zika se destacam (Silva *et al.*, 2021). O continente sul americano tem sido afetado intensamente por esses arbovírus, que promovem impactos na economia e saúde pública dos países afetados (Silva *et al.*, 2021). De acordo com Ruckert & Ebel (2018) a história recente de emergência de vírus transmitido por mosquitos juntamente com os dados sobre as interações moleculares e ecológicas que facilitam sua transmissão, indicam que novos surtos explosivos de arboviroses podem ocorrer no futuro.

Segundo Kramer & Ebel (2003), um artrópode para ser considerado um vetor competente de um arbovírus ou de outros patógenos precisa adquirir naturalmente, ser infectado e transmitir o patógeno. Sendo assim, *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) e *Ae. albopictus* atendem a esses critérios para vários arbovírus (Figura 1). Os patógenos transmitidos por essas espécies se sobrepõem, permitindo que algumas doenças se espalhem através do contato de ambos os vetores (Forattini, 2002). De acordo com Chaves (2017), a temperatura afeta o desenvolvimento do mosquito e o tempo entre a infecção pelo patógeno e sua transmissão (período de incubação extrínseco).

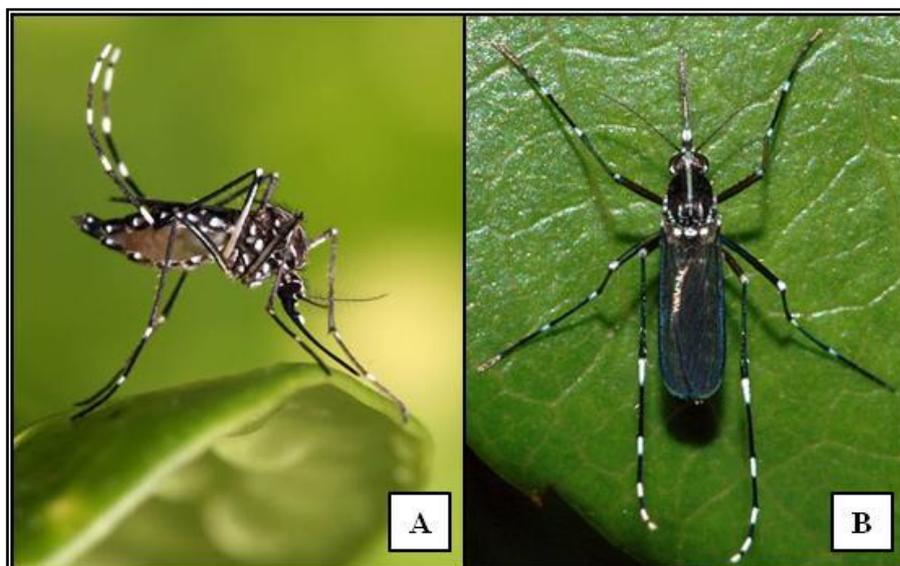


Figura 1: **A-** *Aedes aegypti* considerado vetor da Dengue, Zika e Chikungunya (Google imagens); **B-** *Aedes albopictus* (Foto: Richard Lord, 2014).

Nos últimos anos, os arbovírus causaram pandemias globais. Estima-se que os quatro sorotipos do vírus da Dengue (DENV; família Flaviviridae, gênero *Flavivirus*) são responsáveis por 390 milhões de infecções por ano, incluindo 96 milhões de casos sintomáticos (Bhatt *et al.*, 2013). O vírus Chikungunya (CHIKV; família Togaviridae, gênero *Alphavirus*) surgiu fora da África em 2005, produzindo surtos em todos os continentes (Zouache & Failloux, 2015). O vírus da Febre Amarela (FA; família Flaviviridae, gênero *Flavivirus*), para o qual, apesar de existir uma vacina eficiente 17D, continua causando mortes humanas na América do Sul e na África Subsaariana (Amraoui *et al.*, 2019). O vírus da Zika (VZIK; família Flaviviridae, gênero *Flavivirus*) chegou ao Brasil em 2015, causando milhões de casos (Gatherer & Kohl, 2016), acompanhado por sinais, sintomas ou sequelas incomuns e graves, como a microcefalia congênita e a síndrome de Guillain-Barré.

Os quatro sorotipos que causam a Dengue ocasionam uma grande preocupação mundial devido à sua rápida disseminação e aumento em áreas endêmicas (WHO, 2018a). O vetor principal da Dengue é *Ae. aegypti*, embora *Ae. albopictus* possa atuar como vetor, principalmente em regiões onde *Ae. aegypti* não está presente (Gratz, 2004). Nas Américas a erradicação de *Ae. aegypti* ocorreu nas décadas de 1950 e 1960, na tentativa de reduzir surtos de Febre Amarela urbana, porém na década de 1970, *Ae. aegypti* ressurgiu, levando a surtos endêmicos de Dengue (Jansen & Beebe, 2010). Desde 1970, a presença da Dengue passou de nove países para endêmica em mais de 100 (CDC, 2018). *Aedes albopictus* possui capacidade para sobreviver em climas frios, transportar patógenos durante o inverno graças à diapausa e suas tendências exofágicas, possuindo habilidades que *Ae. aegypti* não possui (Gratz, 2004; Weaver & Reisen, 2010). Acredita-se que *Ae. albopictus* seja um vetor secundário para manter a Dengue em áreas rurais (O'meara *et al.*, 1995).

O vírus Chikungunya é um *Alphavirus* que é mais facilmente encontrado na África e na Ásia, embora tenha se expandido e causado surtos em mais de 60 países nos últimos anos (WHO, 2017). *Aedes albopictus* é um vetor secundário para Chikungunya e Dengue, sendo assim ambos os vírus ocorrem em áreas onde *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* estão presentes (WHO, 2017). Acredita-se que a maior parte da propagação das regiões endêmicas originais na Ásia e na África tenha sido causada por *Ae. albopictus*. Em La Réunion, uma ilha na costa de Madagascar, ocorreu um grande surto de Chikungunya em 2005 e 2006, no qual o número de casos excedeu 47.000 em uma população de cerca de 776.000 (Renault *et al.*, 2007).

Em 2007, na Itália, ocorreu o primeiro caso de Chikungunya na Europa, após a invasão de *Ae. albopictus* (Becker, 2008), o surto de 2007 revelou uma nova cepa do vírus Chikungunya adaptado ao vetor *Ae. albopictus*. Ocorre que essa mutação (E1-A226 V)

oferece ao vírus uma vantagem para replicação e transmissão em *Ae. albopictus* (Paupy *et al.*, 2009). O primeiro relato de Chikungunya nas Américas ocorreu em 2013 na Ilha Caribenha de St. Martin e a partir daí o vírus se espalhou para a América Central e do Sul e o sul dos EUA em 2014 (Cauchemez *et al.*, 2014).

A Febre Amarela (FA) é uma arbovirose de grande importância no Continente Americano, causada por um vírus pertencente ao gênero *Flavivirus* da família Flaviviridae, e foi introduzida nas Américas em meados do século XVII, graças ao transporte marítimo impulsionado pelo tráfico negreiro (Bryan *et al.*, 2004). A doença é antiga e bem conhecida, causadora de grandes epidemias nas Américas e na África desde o século XVII (Benchimol, 1994). Estudos utilizando técnicas de biologia molecular possibilitaram estabelecer relações filogenéticas entre as cepas circulantes nos dois continentes, confirmando a origem Africana do vírus (Mutebi *et al.*, 2001).

A Febre Amarela transmitida por *Ae. aegypti* (Linnaeus, 1762) causou grande mortalidade em numerosas cidades, desde Filadélfia (EUA) até Buenos Aires (Argentina) (Spielman & D'Antonio, 2001). O Brasil sofreu muito com a doença, em termos sanitários e econômicos, e a sua eliminação das zonas urbanas, no início do século XX, foi um grande feito. No entanto, na década de 1920, surgiu a suspeita de transmissão em áreas florestais da Colômbia, e foi comprovada no vale de Canaã, no Estado do Espírito Santo, ficando evidente que o vírus havia se adaptado a mosquitos silvestres (Soper *et al.*, 1933).

Os reservatórios mais evidentes são da ordem primata, família Cebidae *Alouatta fusca* (bugios) e os *Sapajus apella* (macacos-prego), que, por também se infectarem com o vírus da FA, tem importante participação como sentinelas e *Didelphis marsupialis* (Gambás) podem ser reservatórios, mas raramente têm sido analisados (Mondet *et al.*, 2002).

A capacidade de transmissão transovariana do vírus da FA em *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*, permite a persistência do vírus na natureza, o que é relevante para o papel epidemiológico em surtos de doenças transmitidas por vetores (Grunnill & Boots, 2016; Li *et al.*, 2017).

Os principais gêneros de mosquitos capazes de se infectarem e transmitirem o vírus da Febre Amarela silvestre são *Haemagogus* Williston, 1896 e *Sabethes* Robineau-Desvoidy, 1827 (Figura 2), considerados vetores biológicos e responsáveis pela manutenção do ciclo natural dessa zoonose nas áreas florestadas das Américas (Marcondes & Alencar, 2010a).

Sabe-se que a propagação da Febre Amarela requer que o vírus seja transmitido localmente, ou seja, os mosquitos vetores precisam sobreviver ao período extrínseco de incubação depois de adquirir o vírus de hospedeiros não humanos infectados (Childs *et al.*,

2019). Esse vírus é endêmico em vários países da África e da América do Sul, porém causou epidemias generalizadas quando chegou às Américas e à Europa no final do século XVII (Reinhold *et al.*, 2018).

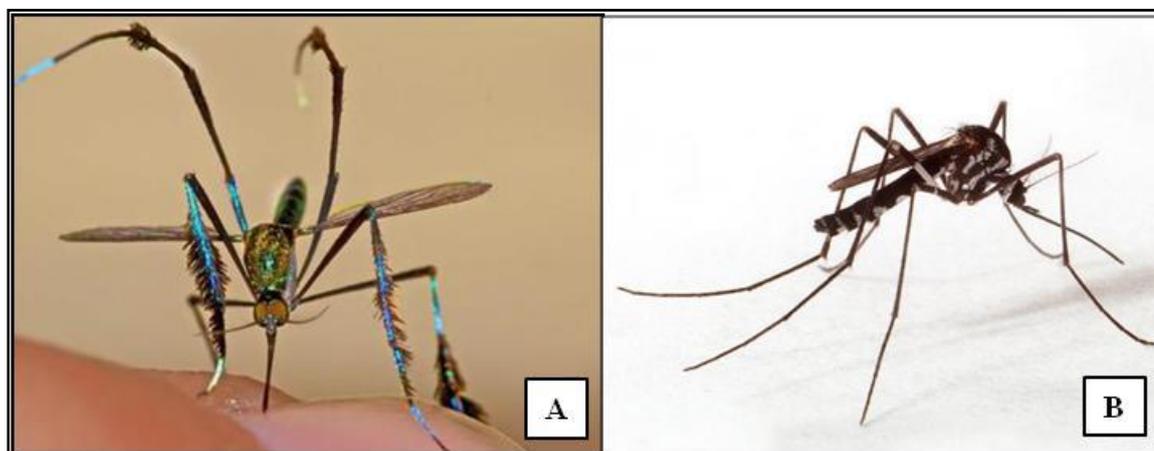


Figura 2: A- Mosquito do gênero *Sabethes* considerado vetor da Febre Amarela Silvestre (Fonte: www.bugguide.net, 2020); B- *Haemagogus leucocelaenus* uma das espécies vetoras da Febre Amarela (Fonte: Fiocruz imagens).

O vírus da Febre Amarela é o mais grave transmitido por vetores nas Américas, com uma taxa de mortalidade estimada de 47% (Johansson *et al.*, 2014; Paules & Fauci, 2017). Este vírus foi quase erradicado em meados da década de 1920, mas a doença ressurgiu do ciclo silvático (Gubler, 2004; Valderrama *et al.*, 2017), embora no Brasil não ocorra desde 1942, porém nas Américas não existem relatos de transmissão urbana desde 1997. No Brasil uma epidemia começou em dezembro de 2016 em Minas Gerais e em junho de 2018 havia causado 2154 casos confirmados e 745 mortes (WHO, 2019).

Estudos moleculares e epidemiológicos sugerem que os casos humanos foram causados por transbordamentos do ciclo silvestre, e não pela transmissão urbana (Faria *et al.*, 2018). A doença é mantida fora do ciclo urbano, e vetores de ponte como *Ae. albopictus* pode levar a doença de volta ao ciclo urbano, o que pode ocasionar surtos epidemiológicos (Reinhold *et al.*, 2018).

1.8 Zika vírus

O vírus Zika, um arbovírus da família Flaviviridae, possui material genético composto de ácido ribonucléico. Este arbovírus é vetorizado principalmente por *Ae. aegypti* nas Américas, bem como outras espécies de *Aedes* (Barba-Spaeth *et al.*, 2016), mas pode ser

transmitido por meio de relações sexuais e de forma congênita (Benelli & Romano, 2017). A doença repercutiu nos últimos anos, devido ao aparecimento da microcefalia e outras complicações em bebês nascidos de mães que foram infectadas pelo Zika durante a gravidez (WHO, 2018b).

O ciclo infeccioso inicia-se quando espécies de *Aedes* ingerem sangue infectado pelo VZIK, dando início a um processo de replicação nas células epiteliais do intestino médio alcançando as glândulas salivares do mosquito, que dura em torno de 5 a 10 dias, a partir desse momento passam a ser capazes de transmitir para indivíduos saudáveis (Atif *et al.*, 2016; Aziz *et al.*, 2017).

O isolamento do vírus ocorreu pela primeira vez em 1947, de um macaco *Rhesus* que estava enjaulado em uma plataforma no dossel de uma árvore servindo como sentinela para detectar o vírus da Febre Amarela na floresta do Zika, em Uganda (Dick *et al.*, 1952). O primeiro relato do Zika em seres humanos ocorreu em Uganda em 1952 e até 2007 era principalmente endêmico em países da África e Ásia.

No laboratório em 1956, os primeiros estudos indicaram a transmissão bem sucedida do Zika vírus por *Ae. aegypti* infectado através de camundongos e macacos, provando que o vírus pode ser transmitido em um ciclo urbano e silvestre (Boorman & Porterfield, 1956). O período de incubação no laboratório foi estimado de aproximadamente 10 dias, ainda que os títulos dos vírus tenham permanecido altos no mosquito por 60 dias (Kauffman & Kramer, 2017).

Foi descrito que o vírus Zika saiu de um ciclo silvestre para um habitat fora da área endêmica em 2007, quando a doença foi reconhecida na Ilha Yap, Estados Federados da Micronésia (Kauffman & Kramer, 2017). Essa cepa continuou a se expandir para a Polinésia Francesa, causando um grande surto em 2013, e chegou ao Brasil em 2015 (Haddow *et al.*, 2012). Desde então, se espalhou pela América do Sul, e os casos de transmissão foram relatados em mais de 80 países em todo o mundo (Monaghan *et al.*, 2016).

No ano de 2007, o Zika vírus foi detectado pela primeira vez em *Ae. albopictus*, no Gabão, na África, no ambiente urbano (Paupy *et al.*, 2012). Cabe ressaltar que esta espécie foi introduzida na África em 1991. Ocorre que no mesmo ano o vírus Chikungunya e o vírus da Dengue foram detectados no país. Na época foi uma descoberta preocupante devido à natureza invasiva da espécie, como evidenciado por sua expansão geográfica global na África, Europa e Américas (Kauffman & Kramer, 2017).

O primeiro relato autóctone de transmissão no Brasil ocorreu em maio de 2015 (Aziz *et al.*, 2017; Younger, 2016). O Brasil foi o país da América Latina mais afetado pelo VZIK,

com aproximadamente 1.500.000 casos entre 2015 e 2016 (Atif *et al.*, 2016) as mudanças climáticas e o aquecimento global podem ter contribuído para acelerar a propagação do vírus.

Após o Zika se espalhar pelo Brasil, foram detectados grandes aumentos nos casos de microcefalia em recém-nascidos e da síndrome de Guillain-Barré em adultos, sendo associados ao Zika (WHO, 2018b).

Não existem evidências sobre como o Zika progride em diferentes temperaturas, sendo assim a principal maneira de rastrear seu possível impacto e sua propagação é através de estudos sobre os seus vetores (Mordecai *et al.*, 2017). Não existem estudos suficientes sobre a competência vetorial de outras espécies além de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*, o que poderia alterar a possível faixa de propagação do Zika, caso outras espécies de mosquitos também sejam vetoras da doença (Ayres, 2016; Gardner *et al.*, 2016).

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Analisar alguns aspectos bioecológicos e verificar a presença de *Flavivirus* (Febre Amarela, Dengue e Zika) em populações de mosquitos encontrados em dois fragmentos de Mata Atlântica do estado do Rio de Janeiro.

2.2 Objetivos Específicos

Levantamento faunístico das espécies de mosquitos nas diferentes áreas estudadas;

Analisar a influência das variáveis climáticas locais: temperatura, umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica sobre a abundância dos mosquitos;

Caracterizar a fauna de mosquitos, ao que se refere a riqueza e abundância em ambiente peridomiciliar e mata, verificar se alguma espécie de Culicidae é associada a algum tipo de ambiente em uma paisagem predominantemente silvestre;

Avaliar a frequência de espécies de culicídeos na área de estudo de acordo com a qualidade do criadouro onde foram desenvolvidas;

Identificar os tipos de criadouros, a dominância dos tipos e localizações de criadouros, e a similaridade das espécies entre as estações de coleta na área estudada;

Detectar a infecção natural de mosquitos por *Flavivirus* (Febre Amarela, Dengue e Zika).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização das área do entorno aos locais de coleta

O Município de Nova Iguaçu (22°45'35''S; 43°27'6'' O), localizado a 31 m de altitude em média, possui uma área de unidade territorial de 520,581 km e clima tropical úmido com temperatura média anual de 21,8°C e precipitação média anual de 2.105,1 mm (IBGE, 2021). As áreas verdes de Nova Iguaçu estão distribuídas, basicamente, em três unidades de relevo: ao norte, está a serra do Tinguá com altitude média de 688 metros e a sudeste a serra de Madureira com altitude de 887 metros (Montezuma *et al.*, 2010). Entre estas serras encontra-se uma planície em que a paisagem pré-urbanização era composta basicamente por brejos (PMRebioTinguá, 2006). Está situado em uma área constituída por duas principais bacias hidrográficas: a do Rio Iguaçu e a do Rio Sarapuí que tem sua drenagem na Baía de Guanabara (Montezuma *et al.*, 2010). Um dos grandes problemas ecológicos de Nova Iguaçu é a ocupação em áreas de preservação permanente (APPs) das margens dos rios, córregos e canais; além de encostas de morros. Em relação às unidades de conservação (UCs), a REBIO Tinguá, situada ao norte, apresenta um razoável estado de conservação próximo às áreas rural/urbana, ao sul está o maciço do Mendanha/Gericinó (PMRebioTinguá, 2006). A menor distância em linha reta entre a REBIO e o Mendanha/ Gericinó é de cerca de 5 km (Montezuma *et al.*, 2010). A REBIO Tinguá ocupa uma grande parte do município e o Mendanha/ Gericinó tem sua maior e mais preservada parte no Rio de Janeiro. Atualmente, segundo a Prefeitura Municipal de Nova Iguaçu, mais de um terço do município é coberto por floresta atlântica e 67% são áreas de proteção ambiental (PMRebioTinguá, 2006). O território original do município de Nova Iguaçu era coberto quase que inteiramente por Mata Atlântica, porém atualmente apenas cerca de 40% de sua área total é coberta por formações vegetais significativas (vegetações primárias, secundárias e pioneiras), sendo 32,9% correspondentes a Floresta Ombrófila Densa (MMA, 2020). Esses dados levam o município a ocupar o 10º lugar do Estado do Rio de Janeiro em relação à cobertura vegetal de Mata Atlântica preservada.

O clima, de acordo com a classificação de Köppen é tropical (Aw), caracterizado por verão chuvoso e inverno seco.

3.1.2 Caracterização do Ponto de coleta na ATA (Associação dos Taifeiros da Armada)

As coletas foram realizadas mensalmente durante o período de um ano, de agosto de 2017 a julho de 2018, no Município de Nova Iguaçu no bairro Vila de Cava dentro da

Associação dos Taifeiros da Armada (ATA), (22°62'52.05" S; 43°45'49.14" O) (Figura 3). O ponto 1 era cercado por bambus (*Bambusa* sp.) e as árvores de aproximadamente 25 metros e cachoeiras. No local foi estabelecido um ponto de coleta de imaturos.

Neste ponto de coleta as formações florestais existentes incluem-se no domínio da Mata Atlântica, tipo de formação Densa Submontana com faixa altitudinal de 50 a 500 metros. O ponto de coleta é caracterizado por apresentar um estrato dominante com espécies das famílias: pertencem às famílias Palmae (palmito, guaricanga, tucum), Bromeliaceae, além de grande quantidade de Pteridophyta (samambaia e xaxim), e de outras epífitas e lianas (Amador, 1997).

3.1.3 Caracterização dos pontos de coleta no sítio Boa Esperança em Tinguá

O sítio Boa Esperança (22°35'16.2" S; 43°24'28.9" O) localizado na paisagem do entorno da ReBIO do Tinguá é formado principalmente por vegetação secundária, apresentando grandes variações quanto a sua composição florística e estrutura, sendo relativamente antropizado conforme as cotas altimétricas e a proximidade do centro urbano (PMRBIO-Tinguá, 2006) (Figura 3). As coletas foram realizadas por um ano, entre abril de 2018 e março de 2019. No local foram estabelecidos seis pontos de coleta, com coleta de ovos, imaturos em recipientes plásticos e adultos. E um ponto de coleta de imaturos em internódios de bambu e em bromélias.

A média de altura do extrato arbóreo é de 30 metros, embora lianas e epífitas estejam presentes em quantidade significativa (PMRebioTinguá, 2006). As espécies mais encontradas na área são: vinhático (*Plathymenia* sp), o angico (*Piptadenia macrocarpa*), o jacaratirão (*Miconia* sp.), algumas espécies de canelas (*Nectranda* sp. e *Ocotea* sp.), os jequitibás (*Cariniana legalis*), os jatobás (*Hymenaea altíssima*), as sapucaias (*Lecythis pisonis*), o pau-pereira (*Geissospermium leave*), a maminha de porca (*Zanthoxylum rhoifolium*) e densas moitas de bambu (*Bambusa* sp.) (Souza, 2003).

As espécies mais comuns nas áreas caracterizadas pela ação antrópica são: garapas (*Apuleia leiocarpa*), embaúbas (*Cecropia spp.*), jabuticabeiras (*Myrciaria cauliflora*), jameleiros (*Syzygium jambolana*), cambucazeiros (*Marlierea edullis*), fruta-pão (*Artocarpus altilis*) e jaqueiras (*Artocarpus heterphyllus*).

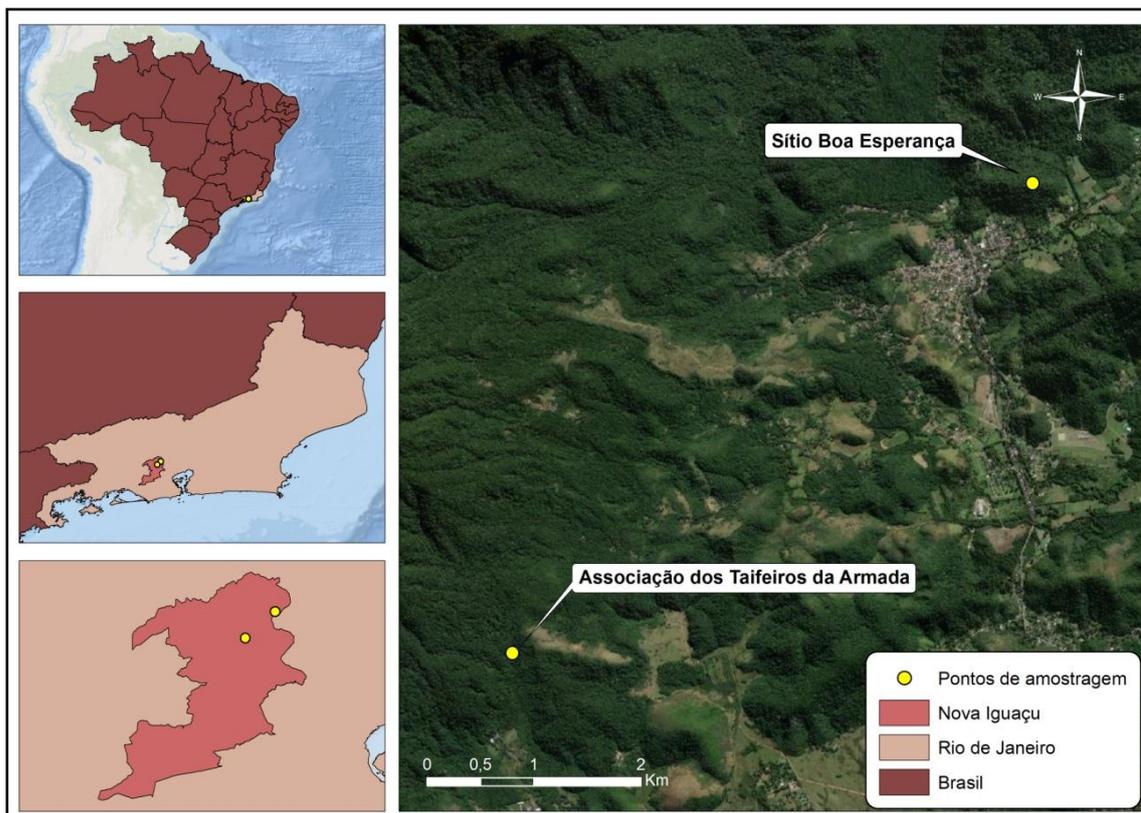


Figura 3: Localização dos locais de coleta dos espécimes na Associação dos Taifeiros da Armada (ATA) e no sítio Boa Esperança, município de Nova Iguaçu, estado do Rio de Janeiro, Brasil (Google Earth®; ArGisPRO).

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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.
- ALENCAR, J.; GLEISER, R.M.; MORONE, F.; MELLO, C.F.D.; SILVA, J. dos S.; SERRA-FREIRE, N.M.; GUIMARÃES, A.É. A comparative study of the effect of multiple immersions on Aedini (Diptera: Culicidae) mosquito eggs with emphasis on sylvan vectors of yellow fever virus. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, v. 109, n.1, p. 114–117, 2014.
- ALENCAR, J.; MELLO, C.F.D.; GIL-SANTANA, H.R.; GUIMARÃES, A.É.; DE ALMEIDA, S.A.S.; GLEISER, R.M. Vertical oviposition activity of mosquitoes in the Atlantic Forest of Brazil with emphasis on the sylvan vector, *Haemagogus leucocelaenus* (Diptera: Culicidae). *Journal of Vector Ecology*, v. 41, n. 1, p.18–26, 2016.
- AMADOR, E.S. *Baía de Guanabara e ecossistemas periféricos: homem e natureza*. Rio de Janeiro: E. S. Amador, p. 539, 1997.
- ANDRÉN, H. Effects of habitat fragmentation on bird and mammals in landscapes with different proportions of suitable habitat: a review. *Oikos*, v. 71, p. 355–366, 1994.
- ATIF, M.; AZEEM, M.; SARWAR, M.R.; et al. Zika virus disease: a current review of the literature. *Infection*, v. 44, p. 695-705, 2016.
- AYRES, C.F. Identification of Zika virus vectors and implications for control. *Lancet. Infect. Dis.*, v. 16, p. 278–279, 2016.
- AZIZ, H.; ZIA, A.; ANWER, A.; et al. Zika virus: global health challenge, threat and current situation. *J. Med. Virol.*, v. 89, p. 943-951, 2017.
- BARBA-SPAETH, G.; DEJNIRATTISAI, W.; ROUVINSKI, A.; VANEY, M.C.; MEDITS, I.; SHARMA, A.; SIMON-LORIÈRE, E.; SAKUNTABHAI, A.; CAO-LORMEAU, V.M.; HAOUZ, A.; ENGLAND, P.; STIASNY, K.; MONGKOLSAPAYA, J.; HEINZ, F.X.; SCREATON, G.R.; REY, F.A. Structural basis of potent Zika–dengue virus antibody cross-neutralization. *Nature*, v. 536, p. 48–53, 2016.

- BECKER, N. Influence of climate change on mosquito development and mosquito-borne diseases in Europe, *Parasitol Res*, v. 1, n. 103, p. 19–18, 2008.
- BENCHIMOL, J.L. História da febre amarela no Brasil. *Hist. cien. Saúde*, v.1, n. 1, p. 121–124, 1994.
- BENELLI, G.; ROMANO, D. Mosquito vectors of Zika vírus, *Entomologia Generalis*, v. 36, n.4, p. 309–318, 2017.
- BHATT, S.; GETHING, P.W.; BRADY, O.J.; MESSINA J.P.; FARLOW, A.W.; MOYES, C.L.; DRAKE, J.M.; BROWNSTEIN, J.S.; HOEN, A.G.; SANKOH, Ó, MYERS, M.F.; GEORGE, D.B.; JAENISCH, WINT, G.R.; SIMMONS, C.P.; SCOTT, T.W.; FARRAR, J.J.; HAY, S.L. The global distribution and burden of dengue. *Nature*, v. 496, n. 7446, p. 504–507, 2013.
- BOORMAN, J.P.T.; PORTERFIELD, J.S. A simple technique for infection of mosquitoes with viruses; transmission of Zika virus. *Transactions of The Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, v. 50, n. 3, p. 238–242, 1956.
- BRYAN, C.S.; MOSS, S.W.; KAHN, R.J.; Yellow fever in the Americas. *Infect Dis. Clin. North Am.*, v. 18, n. 2, p. 275–292, 2004.
- CAMARGO-NEVES V.L.; POLETTO D.W.; RODAS L.A.C; PACHIOLI M.L.; CARDOSO R.P.; SCANDAR S.A.S.; SAMPAIO, S.M.P.; KOYANAGUI, P.H.; BOTTI, M.V.; MUCCI, L.F.; GOMES, A. DE C. Entomological investigation of a sylvatic yellow fever área in São Paulo State, Brazil. *Caderno de Saúde Pública*, v.21, n. 4, p. 1278–1286, 2005.
- CAMPOS, R.E.; SY, V.E. Variation in the hatching response of *Ochlerotatus albifasciatus* egg batches (Diptera: Culicidae) in the temperate Argentina. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz*, v. 101, p. 47–53, 2006.
- CAUCHEMEZ, S.; LEDRANS, M.; POLETTO, C.; QUENEL, P.D.; DE VALK, H.; COLIZZA, V.; BOELLE, P.Y. Local and regional spread of chikungunya fever in the Americas. *Euro Surveill*, v. 19, n. 28, p. 1-9, 2014.

- CDC. (2021). Arbovirus Catalog – Virus Selection. Disponível em: <https://wwwn.cdc.gov/arbocat/VirusBrowser.aspx>. Acesso em: 2021.
- CENTER FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION. ChikungunyaVirus Home: Geographic Distribution [Internet]; [acesso em 29.05.18]. Disponível em: <https://www.cdc.gov/chikungunya/geo/index.html>. Acesso em: 2018.
- CHAVES, L.F.; HAMER, G.L.; WALKER, E.D.; BROWM, V.M.; RUIZ, M.O.; KITRON, U.D. Climatic variability and landscape heterogeneity impact urban mosquito diversity and vector abundance and infection. *Ecosphere*, v. 2, n. 6, p. 1-21, 2011.
- CHAVES, L.F. Climate change and the biology of insect vectors of human pathogens. *Glob. Clim. Chang. Terr. Invertebr*, p. 126-147, 2017.
- CHILDS, M.L.; NOVA, N.; COLVIN, J. MORDECAI, E.A. Mosquito and primate ecology predict human risk of yellow fever virus spillover in Brazil. *Phil. Trans. R. Soc. B*, v. 374, 2019.
- CLEMENTS, A.N. *The biology of mosquitoes Development, nutrition and reproduction*, London: Chapman & Hall, v.1, 1992.
- COCHRANE, M.; SCHULZE M. D. Fire as a recurrent event in tropical forests of the eastern Amazon: effects on forest structure, biomass, and species composition. *Biotropica*, v. 31, n.1, p. 2-16, 1999.
- CODEÇO, C.; RIBEIRO, K.; FIGUEIRÓ, R.; HONÓRIO, N. Interações ecológicas e doenças transmissíveis. *Oecologia Australis*, v. 14, n. 3, p. 588-590, 2010.
- CONSOLI, R.A.G.B.; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, R. *Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil*. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 1994.
- COURET, J.; BENEDICT, M.Q. A meta-analysis of the factors influencing development rate variation in *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *BMC Ecology*, v.14, n.3, 2014.
- DAVIES, K.; GASCON C.; MARGULES, C. R. Habitat fragmentation: consequences, management, and future research priorities. In: Conservation Biology: Research Priorities for the Next Decade. *Society for Conservation Biology*, p. 81-98, 2001.

- DELATTE, H.; GIMONNEAU, G.; TRIBOIRE, A.; FONTENILLE, D. Influence of temperature on immature development, survival, longevity, fecundity, and gonotrophic cycles of *Aedes albopictus*, vector of chikungunya and dengue in the Indian Ocean. *J. Med. Entomol.*, v. 46, p. 33-41, 2009.
- DELATTE, H.; DESVARS, A.; BOUÉTARD, A.; BORD, S.; GIMONNEAU, G.; VOURC'H, G.; FONTENILLE, D. Blood-feeding behavior of *Aedes albopictus*, a vector of Chikungunya on La Réunion. *Vector-Borne Zoonotic*, v. 10, p. 249-258, 2010.
- DENLINGER, D.L.; YOCUM, G.D. *Physiology of heat sensitivity. In Temperature Sensitivity in Insects and Application in Integrated Pest Management*; Hallman, G.J., Denlinger, D.L., Eds.; Westview Press: Boulder, CO, USA; Oxford, UK, 1998; p. 7–53, 1998.
- DICK, G.W.; KITCHEN S.F.; HADDOW, A.J. Zika virus. I. Isolations and serological specificity. *Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg.* v. 46, n. 5, p. 509–520, 1952.
- EHRlich, P.R. The loss of diversity: causes and consequences. *In: E.O. Wilson (ed.). Biodiversity*. National Academy Press, Washington, p. 21-37, 1988.
- ELBERS, A.R.W.; KOENRAADT, C.J.; MEISWINKEL, R. Mosquitoes and Culicoides biting midges: Vector range and the influence of climate change. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epizoot.* v. 34, p.123-137, 2015.
- FAHRIG, L. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology and Systematics*, v. 34, p. 487-515, 2003.
- FARIA, N.R.; KRAEMER, M.U.G.; HILL, S.C.; GOES, D.J.J.; AGUIAR, R.S.; IANI, F.C.M.; XAVIER, J.; QUICK, J.; DU, P.L.; DELLICOUR, S. et al. Genomic and epidemiological monitoring of yellow fever virus transmission potential. *Science*, v. 361, n. 6405, p. 894-899, 2018.
- FERRAZ, A.C.P. Efeitos de borda em floresta tropicais sobre artrópodes, com ênfase nos dipterous ciclórrafos. *Oecologia Australis*, v. 15, n. 2, p. 189-198, 2011.

- FISCHER, S. MARINONE, M.C.; SCHWEIGMANN, N. *Ochlerotatus albifasciatus* in rain pools of Buenos Aires: seasonal dynamics and relation to environmental variables. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz*, v.97, n. 6, p. 767-773, 2002.
- FORATTINI O.P. *Culicidologia médica*. São Paulo: Princípios gerais, morfologia, glossário taxonômico Editora Universidade de São Paulo, v.1, p. 548, 1996.
- FORATTINI, O.P.; KAKITANI, I.; DOS SANTOS, R.L.; KOBAYASHI, K.M.; UENO, H.M. & FERNANDEZ, Z. Adults *Aedes albopictus* and *Ae. scapularis* behavior (Diptera: Culidae) in southeastern Brazil. *Revista de Saúde Pública*, v. 5, n. 34, p. 461-467, 2000.
- FORATTINI, O.P. *Culicidologia médica*. São Paulo: Editora Universidade de São Paulo. v. 2, p. 864, 2002.
- FORZZA, R.C.; BAUMGRATZ, J.F.A.; BICUDO, C.E.M.; CANHOS, D.; CARVALHO, JR.A.A.; NADRUZ-COELHO, M.A.; COSTA, A.F.; COSTA, D.P.; HOPKINS, M.; LEITMAN, P.M.; LOHMANN, L.G.; LUGHADHA, E.N.; MAIA, L.C.; MARTINELLI, G.; MENEZES, M.; MORIM, M.P.; PEIXOTO, A.L.; PIRANI, J.R.; PRADO, J.; QUEIROZ, L.P.; SOUZA, S.; SOUZA, V.C.; STEHMANN, J.R.; SYLVESTRE, L.S.; WALTER, B.M.T.; ZAPPI, D.C. New Brazilian floristic list high lights conservation challenges. *BioScience*, v. 1, n. 62, p.3 9-45, 2012.
- GARDNER, L.M.; CHEN, N.; SARKAR, S. Global risk of Zika virus depends critically on vector status of *Aedes albopictus*. *Lancet Infect. Dis.* v. 16, n. 5, p. 522–523, 2016.
- GATHERER, D.; KOHL, A. Zika virus: a previously slow pandemic spreads rapidly through the Americas. *J.Gen. Virol.* v. 97, n.2, p. 269-273, 2016.
- GIMENES, R. M.; ANJOS, L. Efeitos da fragmentação florestal sobre as comunidades de aves. *Acta Scientiarum, Biological Sciences*, v. 25, n. 2, p. 391-402, 2003.
- GRATZ, N.G. Critical review of the vector status of *Aedes albopictus*. *Med. Vet. Entomol.* v. 18, n. 3, p. 215–227, 2004.
- GRUNNILL, M.; BOOTS, M.J. How Important is Vertical Transmission of Dengue Viruses by Mosquitoes (Diptera: Culicidae)? *J. Med. Entomol.* v. 53, n. 1, p. 1-9, 2016.

- GUBLER, D.J.; REITER, P. EBI, K.L.; YAP, W.; NASCI, R.; PATZ, J.A. Climate variability and change in the United States: potential impacts on vector-and rodent-borne diseases. *Environ. Health Perspect*, v. 109, n. 2, p. 223-233, 2001.
- GUBLER, D.J. The changing epidemiology of yellow fever and dengue, 1900 to 2003: Full circle? *Comp. Immunol. Microb. Infect. Dis.* v. 27, p. 319-330, 2004.
- GUEDES, M. P. Culicidae (Diptera) no Brasil: relações entre diversidade, distribuição e enfermidades. *Oecologia Australis*, v. 16, n. 2, p. 283-296, 2012.
- HADDOW, A.D.; SCHUH, A.J.; YASUDA, C.Y.; KASPER, M.R.; HEANG, V.; HUY, R.; GUZMAN, H.; TESH, R.B.; WEAVER, S.C. Genetic characterization of Zika virus strains: Geographic expansion of the Asian lineage. *PLoS Negl. Trop. Dis.* v. 2, n. 6, p. 1-7, 2012.
- HARBACH, R.E. *Mosquito Taxonomic Inventory. Culicidae Classification*. Natural History Museum, London, UK. Disponível em: <http://mosquito-taxonomic-inventory.info/simpletaxonomy/term/6045>. Acesso em: 2021.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidadesat/painel>. Acesso em: 2021.
- INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). [acesso em 18.12.2018]. Disponível em: <https://www.obt.inpe.br/probes>. Acesso em: 2018.
- JANSEN, C.C.; BEEBE, N.W. The dengue vector *Aedes aegypti*: What comes next. *Microbes and Infection*, v. 12, n. 4, p. 272–279, 2010.
- JOHANSSON, M.A.; VASCONCELOS, P.F.C.; STAPLES, J.E. The whole iceberg: estimating the incidence of yellow fever virus infection from the number of severe cases. *Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg.* v. 108, p. 482–487, 2014.
- JULIANO, S.A. Species interactions among larval mosquitoes: context dependence across habitat gradients. *Annu. Rev. Entomol.* v. 54, n. 1, p. 37-59, 2009.

- JULIÃO, G.R.; ABAD-FRANCH, F.; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, R.; LUZ, S.L.B. Measuring mosquito diversity patterns in an amazonian terra firme Rain Forest. *Journal of Medical Entomology*, v. 47, p.121-128, 2010.
- KAUFFMAN, J. B. Survival by sprouting following fire in tropical forests of the eastern Amazon. *Biotropica*, v. 3, n. 23, p. 219-224, 1991.
- KAUFFMAN, E. B.; KRAMER, L.D. Zika Virus Mosquito Vectors: Competence, Biology, and Vector Control. *The Journal of Infectious Diseases*, n. 216, p. 976-990, 2017.
- KRAMER, L.D.; EBEL, G.D. Dynamics of flavivirus infection in mosquitoes. *Adv. Virus Res.* n. 60, p. 187–232, 2003.
- LANE, J. *Neotropical Culicidae*. Editora Universidade de São Paulo, São Paulo. v. 1, 1953a.
- LANE, J. *Neotropical Culicidae*. Univ. São Paulo, v. 2, p.1112, 1953b.
- 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.
- LI, C.X; GUO, X.X.; DENG, Y.Q.; XING, D.; SUN, A.J.; LIU, Q.M, et al. Vector competence and transovarial transmission of two *Aedes aegypti* strains to Zika virus. *Emerg. Microbes. Infect*, v. 6, n. 4, 2017.
- MARCONDES, C.B.; ALENCAR, J. Revisão de mosquitos *Haemagogus* Williston (Diptera: Culicidae) do Brasil. *Revista Biomed*, v. 21, p. 221-238, 2010a.
- MARCONDES, C.B.; MARCHI, M.J. Estão os médicos de fora da Amazônia preparados para diagnosticar e tratar malária? *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, v.43, n. 477, 2010b.
- MEFFE, G. K.; CARROL, C.R. 1994. *Principles of Conservation Biology*. Sinauer Associates. p. 600, 1994.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Publicações [Internet]. [acesso em 21.12.17]. Disponível em:<https://www.mma.gov.br/publicacoes/mma>. Acesso em: 2017.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Mata atlântica [Internet]. [acesso em 20.02.20]. Disponível em: https://www.mma.gov.br/biomas/mata-atlantica_emdesenvolvimento. Acesso em: 2020.

MOGI, M. Overwintering strategies of mosquitoes (Diptera: Culicidae) on warmer islands may predict impact of global warming on Kyushu, Japan. *J. Med. Entomol.* v. 33, n. 3, p. 438-444, 1996.

MONAGHAN, A.J.; MORIN, C.W.; STEINHOFF, D.F.; WIHELMI, O.; HAYDEN, M.; QUATTROCHI, D.A.; REISKIND, M. et al. On the seasonal occurrence and abundance of the Zika virus vector mosquito *Aedes aegypti* in the contiguous United States. *PLoS Currents*, v. 8, p. 1-30, 2016.

MONDET, B.; VASCONCELOS, P.F.C.; TRAVASSOS DA ROSA, A.P.A.; TRAVASSOS DA ROSA, E.S.; RODRIGUES, S.G.; TRAVASSOS DA ROSA, J.F.S.; BICOUT, D.J. Isolation of yellow fever virus from nulliparous *Haemagogus (Haemagogus) janthinomys* in eastern Amazonia. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases*, v.2, p.47-50, 2002.

MONTEZUMA, R.C.M.; SESANA, E.; TOGASHI, H.F.; CAMPOS, M.; CARLILE, J.; REGO, L.F.G. *Educação Ambiental formação de valores ético-ambientais para o exercício da cidadania no município de Nova Iguaçu*, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Petrobras, Rio de Janeiro, p. 103-123, 2010.

MOORE, C.G.; MITCHELL, C.J. *Aedes albopictus* in the United States: ten-year presence and public health implications. *Emerg. Infect. Dis.*, v. 3, n. 3, p. 329-334, 1997.

MORDECAI, E.A.; COHEN, J.M.; EVANS, M.V.; GUDAPATI, P.; JOHNSON, L.R.; LIPPI, C.A.; MIAZGOWICZ, Z.; MURDOCK, C.C.; ROHR, J.R.; RYAN, S.J. et al. Detecting the impact of temperature on transmission of Zika, dengue, and chikungunya using mechanistic models. *PLoS Negl Trop Dis*, v. 11, n. 4, p. 1-18, 2017.

MUTEBI, J.P.; WANG, H.; LI, LI.; BRYANT, J.E.; BARRETT, A.D.T. Phylogenetic and Evolutionary Relationships among Yellow Fever Virus isolates in Africa. *Journal of Virology*, v. 75, n. 15, p. 6999-7008, 2001.

- O'MEARA, G.F.; EVANS, L.F., Jr.; GETTMAN, A.D.; CUDA, J.P. Spread of *Aedes albopictus* and decline of *Ae. Aegypti* (Diptera: Culicidae) in Florida. *J. Med. Entomol.* v. 32, n. 4, p. 554-562, 1995.
- PAULES, C.L.; FAUCI, A.S. Yellow fever-once again on the radar screen in the Americas. *N. Engl. J. Med.* v. 376, n. 15, p. 1397-1399, 2017.
- PAUPY, C.; DELATTE, H.; BAGNY, L.; COEBEL, V.; FONTENILLE, D. *Aedes albopictus*, an arbovirus vector: from the darkness to the light. *Microbes and infection*, v. 11, p. 1177-1185, 2009.
- PAUPY, C.; KASSA KASSA, F.; CARON, M.; NKOUGHÉ, D.; LEROY, E.M. A chikungunya outbreak associated with the vector *Aedes albopictus* in remote villages of Gabon. *Vector Borne Zoonotic Dis.* v. 12, n. 2, p.167–169, 2012.
- PLANO DE MANEJO REBIO TINGUA, 2006. [Internet]. [acesso em 10.01.20]. Disponível em: <http://rebiotingua.eco.br/planodemanejo.php>. Acesso em: 2020.
- REINHOLD, J.M.; LAZZARI, C.R.; LAHONDÈRE, C. Effects of the Environmental Temperature on *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* Mosquitoes: A Review. *Insects*, v. 9, n. 4, p. 1-18, 2018.
- RENAULT, P.; SOLET, J-L.; SISSOKO, D.; BALLEYDIER, E.; LARRIEU, S.; FILLEUL, C.L.; THIRIA, J. et al. A Major Epidemic of Chikungunya Virus Infection on Réunion Island, France 2005–2006. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* v. 77, n. 4, p. 727-731, 2007.
- RUCKERT, C.; EBEL, G.D. How do virus-mosquito interactions lead to viral emergence? *Trends in Parasitology*, v. 34, n.4, 2018.
- RUEDA, L. M. Global diversity of mosquitoes (Insecta: Diptera: Culicidae) in freshwater. *Hydrobiologia*, v. 595, p. 477-487, 2008.
- SILVA, R.B.; ARAÚJO, M.I.F.; BARBOSA, P.P.S. Dengue, Zika Fever and Chikungunya: Biological aspects and situation in south America between 2015 and 2020. *Research, Society and Development*, v. 10, n.6, p. 1-16, 2021.

- SOPER, F.L.; PENNA, H.; CARDOSO, E. Yellow fever without *Aedes aegypti*. Study of a rural epidemic in the Valle do Chanaan, Espírito Santo, 1932. *American Journal of Hygiene*, v. 18, p. 555-587, 1933.
- SOPER, F.L. Dynamics of *Aedes aegypti* distribution and density. Seasonal fluctuations in the Americas. *Bull. World Health Organ.* v. 36, n. 4, p. 536-538, 1967.
- SOS MATA ATLÂNTICA. [Internet]. [acesso em 14.02.20]. Disponível em: <http://www.sosma.org.br/causas/mata-atlantica>. Acesso em: 2020.
- SOUZA, R. F. *Uma experiência em Educação Ambiental: Formação de valores sócio-ambientais*. Brasil. 2003. 125 f. (Dissertação de Mestrado) - Departamento de Serviço Social da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, PUC-Rio, 2003.
- SPIELMAN, A.; D'ANTÔNIO, M. *Mosquito: A natural history of our most persistent and deadly foe*. Nova York; Hyperion, v. 45, p. 247, 2001.
- TILMAN, D. Niche tradeoffs, neutrality, and community structure: a stochastic theory of resource competition, invasion, and community assembly. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, v. 101, n. 30, p. 10854-10861, 2004.
- TSUNODA, T.; CHAVES, L.F.; NGUYEN, G.T.T.; NGUYEN, Y.T.; TAKAGI, M. Winter Activity and Diapause of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in Hanoi, Northern Vietnam. *J. Med. Entomol.*v. 52, p. 1203-1212, 2015.
- UHL, C., CLARK, K.; CLARK, H.; MURPHY, P. Early plant succession after cutting and burning in the upper rio Negro region of the Amazonbas in. *Journal of Ecology*, v. 69, n. 2, p. 631-649, 1981.
- VALDERRAMA, A.; DÍAZ, Y.; LÓPEZ-VERGÈS, S. Interaction of Flavivirus with their mosquito vectors and their impact on the human health in the Americas. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* v. 492, n. 4, p. 541-547, 2017.
- WEAVER, S.C.; REISEN, W.K. Present and future arboviral threats. *Antiviral Research*, v. 85, n. 2, p. 328-345, 2010.

- WORLD HEALTH ORGANIZATION. Chikungunya. [Internet]. [acesso em 12.04.17]. Disponível em: <http://www.who.int/news-room/fact-sheets/>. Acesso em: 2017.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. Dengue and Severe Dengue. [Internet]. [acesso em 13.09.18a]. Disponível em: <http://www.who.int/newsroom/>. Acesso em: 2018.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. Zika Virus [Internet]. [acesso em 20.07.18b]. Disponível em: <http://www.who.int/news-room/fact-sheets/>. Acesso em: 2018.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. Febre amarela- Brasil [Internet]. [acesso em 18.04.19]. Disponível em: <http://www.who.int/csr/don/>. Acesso em: 2019
- YEE, D.A.; KNEITEL, J.M.; JULIANO, S.A. Environmental correlates of abundances of mosquito species and stages in discarded vehicle tires. *J. Med. Entomol.* v. 47, p. 53-62, 2010.
- YOUNGER, D.S. Epidemiology of Zika virus. *Neurol. Clin.* v. 34, p. 1049-1056, 2016.
- ZOUACHE, K.; FAILLOUX, A.B. Insect-pathogen interactions: contribution of viral adaptation to the emergence of vector-borne diseases, the example of chikungunya. *Current Opinion in Insect Science*, v. 10, p. 14-21, 2015.

CAPÍTULO I
BIONOMIA DOS MOSQUITOS (DIPTERA: CULICIDAE) EM INTERNÓDIOS DE
BAMBU EM REMANESCENTES DE MATA ATLÂNTICA DO ESTADO DO RIO DE
JANEIRO, BRASIL

Manuscrito aceito em 21/09/2021 pelo periódico Journal of the American Mosquito Control Association

Resumo

Os colmos vivos de bambu são um dos mais especializados habitats para oviposição de mosquitos e desenvolvimento dos imaturos. A maioria das espécies de mosquitos que procriam nesses habitats pode ser considerada silvestre, e algumas possuem importância sanitária por serem transmissoras de agentes patogênicos. Os internódios perfurados constituem um ambiente muito especializado, por seu acesso restrito. A diversidade de espécies de mosquitos e a influência de variáveis abióticas (pH e temperatura) na distribuição dos mosquitos que se reproduzem neste habitat foram analisadas na Associação dos Taifeiros da Armada, situado no Município de Nova Iguaçu, estado do Rio de Janeiro. As amostragens foram realizadas com auxílio de sugador manual no período amostral de agosto de 2017 a julho de 2018, com coleta de 3170 larvas nos bambus perfurados em oito colmos de cinco plantas, das quais 688 alcançaram o estágio adulto, representando 10 gêneros e 16 espécies. Entre estas, as com maior dominância foram *Culex neglectus* (43%), *Trichoprosopon digitatum* (22%), *Culex iridescens* (8%), *Sabethes identicus* (7%) e *Orthopodomyia albicosta* (7%). A riqueza dos imaturos coletados na ATA foi de 16 espécies, sendo a diversidade de 1,10 e a equitabilidade de Shannon 0,57. A composição de culicídeos encontrados nos colmos de bambu se mostrou diversa embora a dominância fosse baixa.

Palavras- Chave: ecologia, larvas, internódios de bambu, criadouro natural

1. INTRODUÇÃO

Os culicídeos procriam em grande variedade de criadouros incluindo tanques de bromélias, entrenós de bambu, buracos de árvores, os quais podem apresentar significativa variedade de dimensões e volumes de água (Lopes, 1997; Lozovei, 2001). Certas espécies têm considerável plasticidade de adaptação aos locais utilizados e ocorrem em diferentes tipos de habitats, e outras, ao contrário, são mais restritas na escolha de seus criadouros (Service, 1976). Espécies de mosquitos silvícolas dendrotelmatas têm seu desenvolvimento restringido a certos tipos de criadouros naturais formados por habitats de pequeno porte como internódios de taquara, planta típica dos trópicos e subtropicais (Lozovei, 2001). Várias espécies de bambu nativo ou introduzido, principalmente os do gênero *Bambusa*, têm sido encontrados no sul do Brasil nos fragmentos florestais da Mata Atlântica (Filgueiras & Gonçalves 2004). Esses bambus, quando perfurados, podem servir de microhabitat se invadidos pela fauna silvestre, sendo considerados um dos mais especializados habitats para o desenvolvimento das formas imaturas de mosquitos (MacDonald & Traub 1960).

No Japão, Moriya (1974) pesquisou a distribuição das espécies dendrícolas de acordo com as estações do ano, utilizando ovitrampas feitas em internódios cortados de bambu. Na América do Norte, Walker *et al.* (1991) trabalharam com fatores físico-químicos da água em ocos de árvores, observando a interação com os processos bióticos. No Brasil, Lozovei & Luz (1976), Gomes *et al.* (1992), Lopes (1997), Lozovei (1998) e Silva & Lozovei (1999), Lozovei (2001), Zequi & Lopes (2001), Silva *et al.* (2004), Zequi *et al.* (2005), Marcondes *et al.* (2009), Muller *et al.* (2009), Ceretti-Junior *et al.* (2014), Maia *et al.* (2020), Medeiros-Sousa *et al.* (2020) e Ceretti-Júnior *et al.* (2020) que durante o estudo em quatro parques na cidade de São Paulo, Brazil coletaram água dos orifícios laterais do bambu feitos naturalmente por insetos.

No estudo de Campos (2013) no nordeste da Argentina ele relatou que os entrenós de bambu possuem estabilidade maior do que os buracos de árvores ou tocos de bambu por causa da área de abertura por onde a água da chuva entra que consiste em orifício lateral nos entrenós, e a não dependência do seu comprimento, mas na altura onde está o orifício lateral.

Zequi & Lopes (2001) relataram que o acúmulo de água nos entrenós é decorrente da chuva que escorre pelo caule do bambu e penetra pelos orifícios feitos pelos insetos. Os bambuzais e taquara nativa estão sob as ações de cortes sucessivos por parte dos seres humanos, com permanência da base do colmo, aberto em sua parte superior, permitindo o acúmulo de água da chuva (Silva *et al.*, 2004). A água leva consigo partículas orgânicas que

servirão de alimento para as larvas ou propiciarão o desenvolvimento de microrganismos que também serão fonte de nutrientes para larvas filtradoras. De acordo com Marques & Forattini (2008), num estudo conduzido no município de Ilhabela na Costa Norte do estado de São Paulo, as larvas por viverem em meio aquático estão sujeitas às variações do macro-habitat, principalmente da pluviosidade. As populações de imaturos ocorrerão em internódios de colmos verdes se os mesmos tiverem água em seu interior e um ou mais furos laterais para permitir a oviposição das fêmeas (Lozovei, 1998).

O desenvolvimento e a sobrevivência dos estágios imaturos são influenciados por características ambientais e fatores físico-químicos do habitat como: disponibilidade de recursos alimentares, microrganismos, pH, temperatura, salinidade, teor de matéria orgânica e também pela ocorrência de interações tanto intra como interespecíficas incluindo competição, predação e mutualismo (Juliano, 2009; Yee *et al.*, 2010).

O objetivo do presente estudo foi o de contribuir para o conhecimento da fauna de culicídeos que procriam em entrenós de bambu em um remanescente de Mata Atlântica no município de Nova Iguaçu, estado do Rio de Janeiro, Brasil, identificando e comparando a diversidade de imaturos e avaliar a influência dos fatores abióticos sobre a distribuição populacional de mosquitos ao longo do período amostral.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Estudo da Área

As coletas foram realizadas na Associação dos Taifeiros da Armada (ATA), município de Nova Iguaçu, região metropolitana do Rio de Janeiro, Brasil, localizando-se a noroeste da capital do estado, a aproximadamente 28 Km da Cidade do Rio de Janeiro, possuindo área coberta em grande parte por vegetação típica da Mata Atlântica.

Nova Iguaçu tem uma área de 524,04 km², com mais de um terço coberto por florestas, vegetação de mata atlântica, e 67% de seu território formado por reservas ambientais, abrigando uma larga bacia hidrográfica, tendo como principais rios Iguaçu e Guandu. (IguaçuWeb/ O Portal da Cidade de Nova Iguaçu, 2021). O local apresenta temperatura média anual de 30,2° posicionando-se na zona tropical do país.

Apesar da intensa fragmentação e destruição da Mata Atlântica, que começou com a exploração de seus recursos no início do século XVI, ela ainda continua sendo uma das florestas mais ricas em biodiversidade, detendo recordes de diversidade de espécies por hectares jamais vistos em outros biomas (Lino & Simões, 2004).

As coletas foram realizadas na Associação dos Taifeiros da Armada (ATA), localizada no Município de Nova Iguaçu, no estado do Rio de Janeiro, Brasil (22°62'52.05"S; 043°45'49.14" W) (Figura 1.1). O clima local, de acordo com a classificação de Köppen-Geiger é tropical (Aw), caracterizado por verão chuvoso e inverno seco (PMRebioTinguá, 2006).

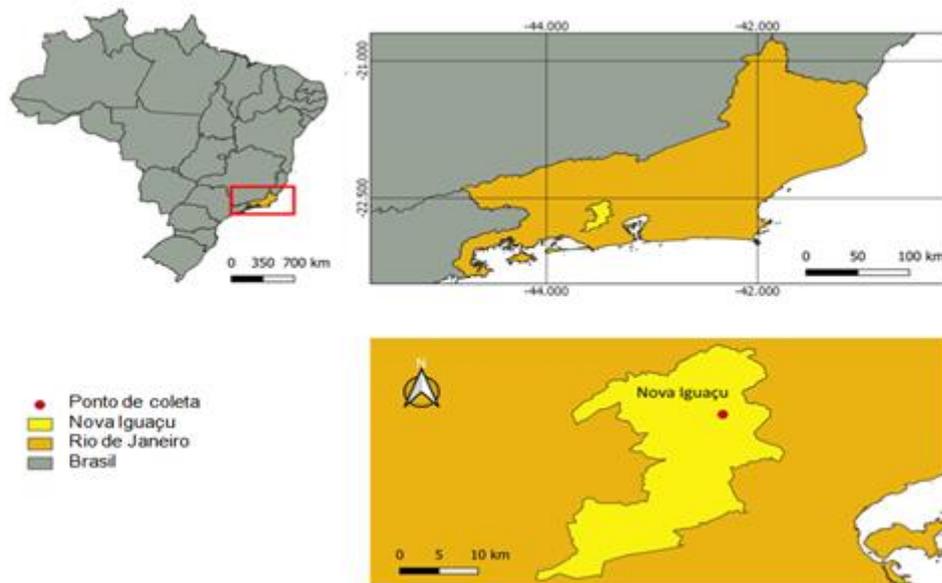


Figura 1.1: Localização do ponto de coleta dos imaturos no bambuzal, no sítio Boa Esperança, município de Nova Iguaçu, no estado do Rio de Janeiro, Brasil (Google Earth®, ArcGis PRO).

O ponto de coleta era cercado por bambu, com árvores de aproximadamente 30 metros de altura, lianas e epífitas de baixa altura e também uma cachoeira a cerca de 10 metros (PMRebioTinguá, 2006).

A presença dos imaturos foi investigada em bambu com auxílio de sugador manual. Cinco plantas de bambus foram furadas com oito furos de 5mm na porção $\frac{3}{4}$ do colmo de cada uma delas, totalizando 40 amostras por coleta, com objetivo de obter a maior quantidade de água do criadouro.

As coletas foram realizadas durante um ano, no período compreendido de agosto de 2017 a julho de 2018. E iniciaram-se 15 dias após a realização dos furos, repetidas mensalmente, durante as quais a água era vertida para bandejas de polietileno, com mensuração de temperatura e pH, com termômetro e pHmetro, respectivamente. Em seguida, as larvas e pupas encontradas eram pipetadas e acondicionadas em sacos plásticos de 250 ml (Whirl-Pak Bags®) para o transporte, identificando-se cada amostra quanto ao local, data e

tipo de criadouro. No laboratório realizou-se a triagem das larvas, as quais eram transferidas para pequenas cubas individuais, mantidas vivas com água do próprio criadouro, completada periodicamente com água desclorada, em ambiente experimental controlado (estufa com termoperíodo e fotoperíodo), regulada à temperatura de $28^{\circ}\pm 1^{\circ}\text{C}$, umidade relativa de 75 a 90% e fotoperíodo de 12 horas (dia/noite).

A identificação específica dos adultos obtidos da criação das larvas foi realizada pela observação direta dos caracteres morfológicos evidenciáveis ao Microscópio esteroscópico e baseada nas chaves dicotômicas e descrições elaboradas por Lane (1953a/b), Consoli & Lourenço-de-Oliveira (1994) e Forattini (2002). As abreviaturas dos nomes genéricos e subgenéricos seguem a proposta de Reinert (2009).

2.1 Análises estatísticas

Para avaliar e comparar diferenças na composição das populações de mosquitos foram utilizados os índices de diversidade de Shannon-Wiener (H) e Equitatividade de Shannon (J) (Shannon, 1948). O índice de diversidade (H) foi escolhido por ser apropriado para amostras aleatórias de espécies de uma comunidade ou subcomunidade. Já a Equitatividade (J) se refere à distribuição dos indivíduos entre as espécies, sendo proporcional à diversidade e inversamente proporcional à dominância. Objetivando-se também analisar a possível influência dos fatores climáticos (pH e temperatura da água do criadouro) na densidade populacional da fauna culicidéana de cada um dos meses coletados, analisou-se a significância dessas inter-relações por meio do coeficiente de correlação dentro do limite de confiança de 0,5.

A fim de avaliar se havia dominância de alguma espécie entre os culicídeos encontrados na ATA, foi realizado o teste de Kruskal-Wallis para comparar as médias do número de indivíduos de cada espécie coletados por mês. A influência dos fatores abióticos (temperatura e pH) sobre a abundância populacional dos mosquitos foi observada através de uma análise de correspondência canônica, e um teste de Regressão Linear simples feitos no software Past versão 4.05.

3. RESULTADOS

Dos espécimes coletados na área ATA 688 chegaram a adulto com dezesseis espécies e 10 gêneros representados por: *Culex (Mcx.) neglectus* Lutz, 1904 (43,2%), *Trichoprosopon digitatum* (Rondani, 1948) (22,2%), *Culex (Car.) iridescens* (Lutz, 1905) (8,1%), *Sabethes (Pey.) identicus* Dyar & Knab, 1907 (7,1%), *Orthopodomyia albicosta* (Lutz, 1904) (6,8%), *Trichoprosopon pallidiventer* (Lutz, 1905) (3,5%), *Wyeomyia (Mia.) codiocampa* Dyar & Knab, 1907 (2,9%), *Toxorhynchites* sp. (1,3%), *Wyeomyia (Wye.) arthrostigma* (Lutz, 1905) (1,2%), *Limatus durhamii* Theobald, 1901 (0,6%), *Wyeomyia* sp. (0,6%), *Haemagogus (Con.) leucocelaenus* (Dyar & Shannon, 1924) (0,4%), *Onirion personatum* (Lutz, 1904) (0,4%), *Wyeomyia (Mia.) oblita* (Lutz, 1904) (0,4%), *Aedes (Ste.) albopictus* (Skuse, 1895) (0,3%), *Culex (Culex)* sp. (0,3%), *Limatus pseudomethysticus* (Bonne-Wepster & Bonne, 1920) (0,3%), *Culex (Mcx.) imitator* Theobald, 1903 (0,1%), *Wyeomyia (Tri.) aporonoma* Dyar & Knab, 1906 (0,1%) (Tabela 1.1).

Foi observado que os meses com os maiores índices de diversidade de Shannon foram: novembro de 2017 (H= 1,75), junho de 2018 (H= 1,55), outubro de 2017 (H= 1,43), julho de 2018 (H= 1,22) e setembro de 2017 (H= 1,10). Enquanto os meses com as menores diversidades foram: março de 2018 (H= 0,47), agosto de 2017 (H= 0,64) e janeiro de 2018 (H= 0,74). Em contraste o mês de março de 2018 apresentou maior índice de dominância (D= 0,83) com prevalência da espécie *Cx. neglectus* (n= 59), representando 91% dos culicídeos coletados nesse mês. Em contrapartida, a maior riqueza foi constatada no mês de maio de 2018 (S=11), com alto índice de diversidade (H = 1,40) e equabilidade (J= 0,58) (Tabela 1.1).

Tabela 1.1: Distribuição mensal das espécies de Culicidae, valores absolutos (N) coletados, dominância (D%), riqueza específica (S), Índice de diversidade de Shannon (H') e equitabilidade (J) em bambu na ATA (Associação dos Taifeiros da Armada), município de Nova Iguaçu, estado do Rio de Janeiro, Brasil, no período de agosto de 2017 a julho de 2018.

Ano	2017					2018							Total	D%
	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul		
<i>Aedes (Ste.) albopictus</i> (Skuse,1895)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2	0,3%
<i>Culex (Car.) iridescens</i> (Lutz, 1905)	0	3	0	0	0	0	1	1	10	0	24	17	56	8,1%
<i>Cx. (Cux.)</i> sp.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	2	0,3%
<i>Cx (Mcx.) imitator</i> Theobald, 1903	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0,1%
<i>Cx. (Mcx.) neglectus</i> Lutz, 1904	0	0	2	9	0	6	34	59	71	41	26	49	297	43,2%
<i>Hg. (Con.) leucocelaenus</i> (Dyar & Shannon, 1924)	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	0,4%
<i>Limatus durhamii</i> Theobald, 1901	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	4	0,6%
<i>Li. pseudomethysticus</i> (Bonne-Wepster & Bonne, 1920)	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2	0,3%
<i>Onirion personatum</i> (Lutz, 1904)	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	3	0,4%
<i>Orthopodomyia albicosta</i> (Lutz, 1904)	4	2	1	1	0	0	1	0	0	8	17	13	47	6,8%
<i>Sabethes (Pey.) identicus</i> Dyar & Knab, 1907	12	26	2	5	0	1	1	0	0	2	0	0	49	7,1%
<i>Toxorhynchites</i> sp.	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	2	1	9	1,3%
<i>Trichoprosopon digitatum</i> (Rondani, 1948)	71	57	22	1	0	0	0	0	2	0	0	0	153	22,2%
<i>Trichoprosopon pallidiventer</i> (Lutz,1905)	0	1	8	5	0	0	0	1	0	4	4	1	24	3,5%
<i>Wyeomyia (Tri.) aporonoma</i> Dyar & Knab, 1906	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0,1%
<i>Wyeomyia (Wye.) arthrostigma</i> (Lutz, 1905)	0	5	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	8	1,2%
<i>Wyeomyia (Mia.) codiocampa</i> Dyar & Knab, 1907	0	0	2	7	0	0	4	1	3	1	2	0	20	2,9%
<i>Wyeomyia (Mia.) oblita</i> (Lutz, 1904)	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	3	0,4%
<i>Wyeomyia</i> sp.	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	2	4	0,6%
N	88	95	40	30	0	8	44	65	90	65	78	85	688	---
S	4	7	8	8	0	3	8	7	8	11	8	8	16	---
H	0.64	1.10	1.43	1.75	0	0.74	0.93	0.47	0.83	1.40	1.55	1.22	---	---
D	0.67	0.44	0.35	0.20	0	0.59	0.61	0.83	0.64	0.42	0.26	0.40	---	---
J	0.46	0.57	0.69	0.84	0	0.67	0.45	0.24	0.40	0.58	0.75	0.59	---	---

Através do teste Kruskal-Wallis foi possível constatar que havia uma diferença extremamente significativa entre as espécies ($p < 0,001$). A espécie com o maior número de indivíduos foi *Cx. neglectus* ($n=297$), representando 43% de todos os culicídeos coletados na ATA. Essa espécie foi significativamente mais abundante ($p < 0,05$) do que todas as demais espécies coletadas, com exceção de *Orthopodomyia albicosta* ($p = 0,177$).

O gráfico de correspondência canônica demonstra a distribuição das espécies em torno das variáveis abióticas, pH e temperatura, dos criadouros (bambu) nos quais elas foram coletadas. Foi constatado que quanto maior a proximidade das espécies de culicídeos com os vetores (linhas verdes) das variáveis bióticas analisadas, mais fortes é a interação entre elas.

As espécies mais associadas com a temperatura estão localizadas no lado esquerdo do gráfico incluindo espécies como: *Ae. albopictus*, *Li. durhamii*, *Wy. aporonoma*, *Cx. neglectus*, *Cx. iridescens*, *Wy. codiocampa*, *On. personatum* e *Or. albicosta*. No entanto, no lado direito estão localizadas as espécies que foram mais associadas com o pH, dentre elas estão: *Hg. leucocelaenus*, *Tr. pallidiventer*, *Tr. digitatum*, *Sa. identicus* e *Wy. arthrostigma* (Figura 1.2).

Através do Teste de Regressão Linear Simples, *Tr. pallidiventer* ($p=0.009$) mostrou ser significativamente correlacionada ($p \leq 0.001$) de forma positiva com a variável pH, assim como *Sa. identicus* a qual também demonstrou uma correlação positiva significativa ($p \leq 0.05$) com a variável pH ($p = 0.01$). No que se refere a temperatura *On. personatum* também demonstrou ter uma correlação positiva com essa variável. Cabe ressaltar, que as demais espécies ou não apresentaram uma correlação positiva ou não tiveram uma associação estatisticamente significativa com as variáveis aqui analisadas (Figura 1.2).

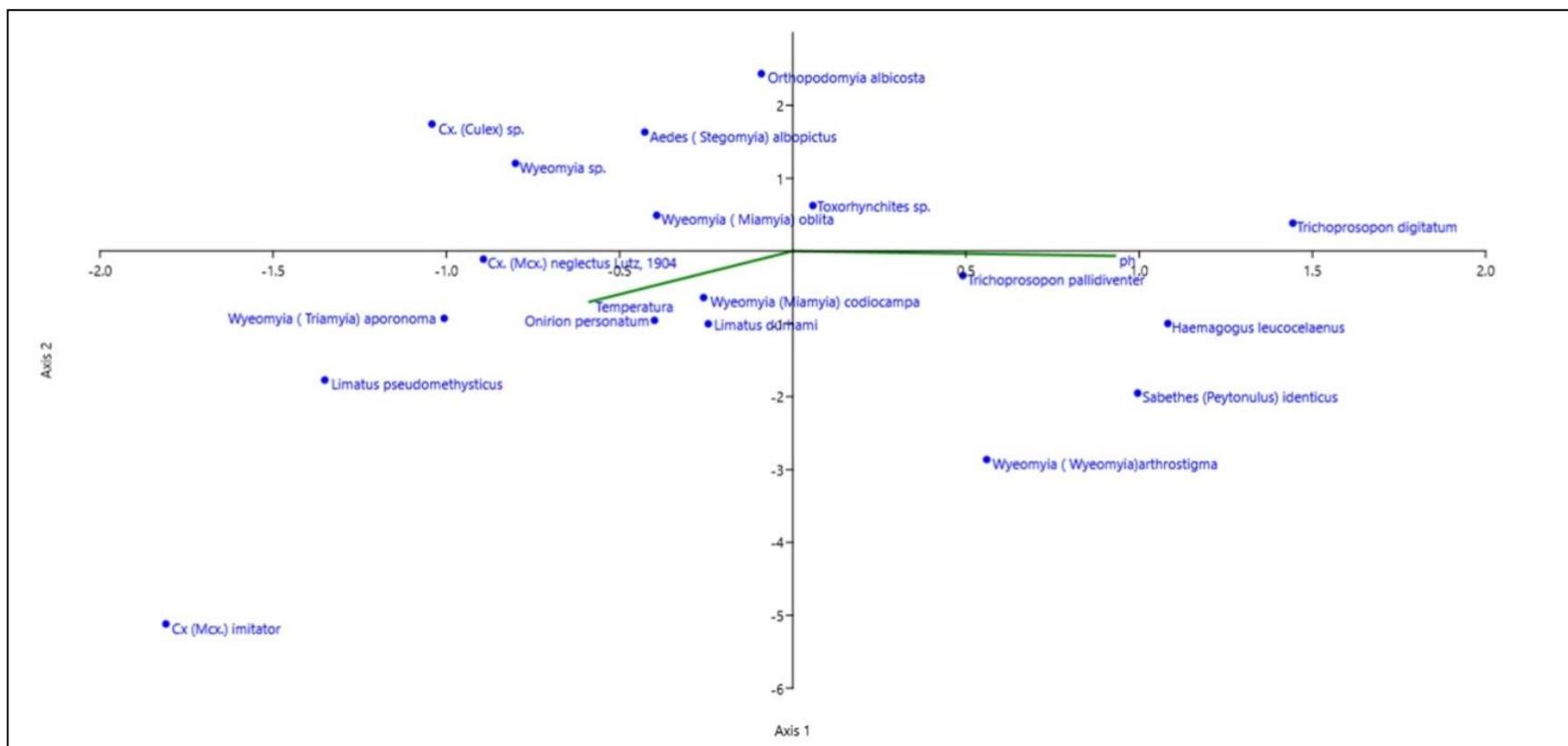


Figura 1.2: Gráfico de correspondência canônica dos imaturos coletados na ATA, no município de Nova Iguaçu no Rio de Janeiro no período de agosto de 2017 a julho de 2018. Os vetores verdes indicam a direção e proximidade das variáveis climáticas em relação a cada espécie estudada. Quanto maior a proximidade desses vetores com as espécies, mais forte é a interação entre as duas.

A partir do Matriz plot foi possível mostrar a relação de cada espécie de mosquito coletados por mês em cada planta de bambu, sendo as cores mais próximas ao vermelho (verde, amarelo, laranja e vermelho) representam um número maior de espécies coletados naquele período mensal, e as cores mais próximas ao azul (azul claro e azul escuro) correspondem a um número menor de espécies, o branco indica a ausência de espécies coletadas naquele mês (Figura 1.3). Cabe enfatizar, que das cinco plantas de bambus coletados mensalmente foi observado que o bambu 1 apresentou um alto número de imaturos de culicídeos coletados nos meses de agosto e setembro de 2017, enquanto que a partir do mês de outubro de 2017 a julho de 2018 a abundância de imaturos coletados apresentou um declínio (Tabela 1.2).

Acrescente-se que, o bambu 2 apresentou uma baixa abundância de espécimes nos meses de agosto de 2017 a março de 2018, com a exceção dos meses de setembro de 2017 e fevereiro de 2018, no entanto, a partir do mês de abril de 2018 esse criadouro apresentou um aumento no número de espécimes, sendo os maiores números observados nos meses de junho e julho de 2018.

Tabela 1.2: Abundância de imaturos de culicídeos coletados por mês na Associação dos Taifeiros da Armada, Nova Iguaçu, estado do Rio de Janeiro, no período de agosto de 2017 a julho de 2018.

Ano	2017				2018							
	Bambu/Mês	Ago	Set	Out	Nov	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul
1		34	32	10	8	0	5	2	10	9	6	10
2		10	25	10	13	1	24	12	25	24	29	32
3		29	18	18	2	6	4	45	42	20	15	30
4		9	3	2	6	1	4	2	4	6	5	10
5		6	17	0	1	0	6	5	9	7	23	2
Total		88	95	40	30	8	44	65	90	65	78	85

Por outro lado, no bambu 3 um grande número de imaturos foi coletado nos meses de março e abril de 2018, com um decaimento nos meses de novembro de 2017 a fevereiro de 2018. Em contrapartida os outros bambus amostrais mostraram números baixos de indivíduos, com a exceção do bambu 2 que igualmente ocorreu um leve acréscimo de imaturos durante os meses de junho e julho de 2018. Os bambus 4 e 5 apresentaram uma baixa abundância ao longo de todo período de coleta (Figura 1.3).

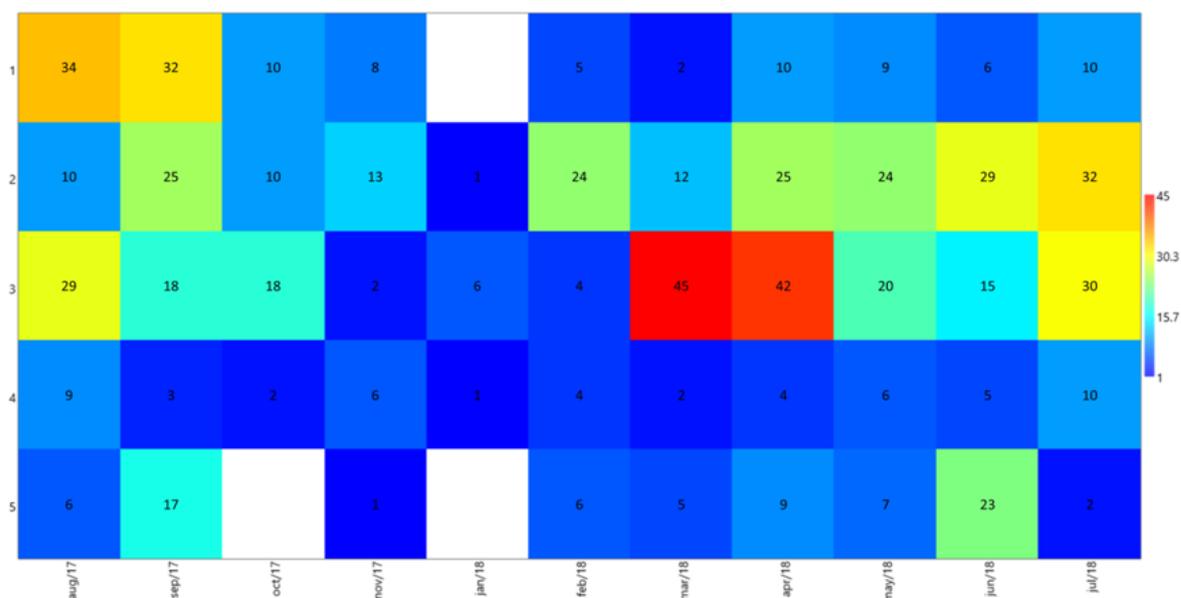


Figura 1.3: Gráfico Matriz plot de culicídeos coletados nos bambus de 1 a 5 nos meses de agosto a dezembro de 2017 e janeiro a julho de 2018 na Associação dos Taifeiros da Armada, Nova Iguaçu, estado do Rio de Janeiro, Brasil.

De acordo com os dados do dendrograma realizado de todas as plantas de bambus analisadas, foi observado que os bambus 2 e 3 apresentaram um maior grau de similaridade na composição das espécies quando comparados aos demais bambus amostrais. Paralelamente com os bambus 4 e 5 foram similarmente entre si. E por último o bambu de número 1 apresentou uma maior similaridade com os bambus de número 4 e 5 (Figura 1. 4).

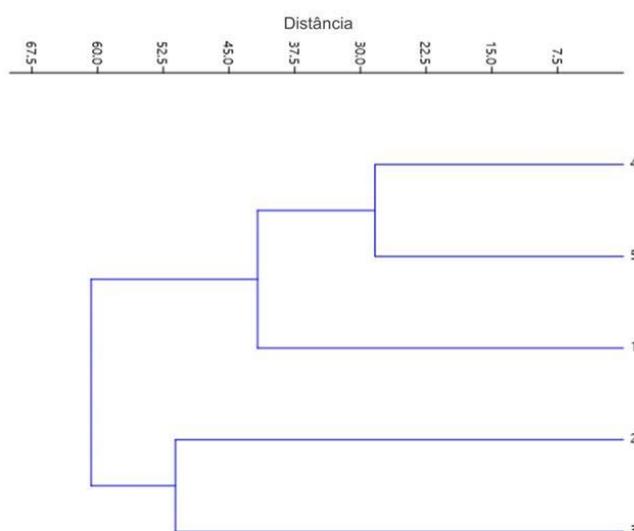


Figura 1.4: Dendrograma dos bambus nos quais os imaturos de culicídeos foram coletados na ATA, no período de agosto de 2017 a julho de 2018, Município de Nova Iguaçu, estado do Rio de Janeiro, Brasil.

4. DISCUSSÃO

O conhecimento da diversidade de mosquitos na Mata Atlântica é muito importante para avaliações das mudanças no padrão das atividades de suas populações. As informações das formas imaturas de mosquitos que colonizam internódios de bambu e ocos de árvores, biótopos similares quanto à natureza do substrato aquático e microhabitats de imaturos de mosquitos, ainda são escassas na literatura. Levando-se em consideração as características especiais de proteção que esses microhabitats fornecem em relação ao ambiente que os cerca, estudos da fauna culicidiana que se desenvolve nos mesmos contribuem com o conhecimento da sobrevivência e persistência desses insetos durante os períodos climaticamente desfavoráveis, especialmente durante o período seco.

Neste estudo, não constatou-se uma tendência regular das espécies durante as coletas. Estudando duas localidades no Parque Estadual Pico do Morumbi, Lozovei (1998) relatou que encontrou 17 espécies de mosquitos dendrícolas. Cabe ressaltar que foi registrada uma riqueza muita próxima na área estudada (ATA) com o registro de 16 espécies nos internódios de bambu.

Alencar *et al.* (2010) relataram que na área do parque estadual da Serra do Mar, localizado no estado de São Paulo, os internódios de bambu apresentaram uma maior frequência de imaturos quando comparado com outros criadouros. Campos (2016) discorreu que a riqueza de espécies de mosquitos foi maior em tocos do que em entrenós de bambu e a abundância foi maior em entrenós do que em tocos de bambu. Nosso estudo demonstrou uma maior riqueza do que abundância nos entrenós dos 5 bambus coletados. A combinação da fauna dendrícola e a retenção da água nos internódios de bambu favorecem a formação de criadouros de mosquitos isolados do meio ambiente nos colmos de bambu. O sucesso dessas espécies depende do espaço físico e de volumes de água adequados para que as larvas tenham condições de fugir dos predadores (Lozovei, 1998).

Constatamos que *Cx. neglectus* foi a espécie dominante representando 43% dos espécimes coletados. Marques & Forattini (2008) referiram-se que para uma espécie seja considerada dominante é necessário que ela exerça algum papel controlador, significando que a mesma possui maior frequência, indicando assim seu sucesso ecológico na comunidade. Em nosso estudo, *Cx. neglectus* foi a espécie com maior abundância, com 297 espécimes coletados, diferindo, assim, dos resultados de Silva *et al.* (2004), que encontraram maior abundância de *Li. durhamii* nos entrenós de bambu na floresta Atlântica no estado do Paraná, Brasil. Marques & Forattini (2008), coletando culicídeos em bromélias, encontraram duas

espécies dominantes: *Cx. pleuristriatus* (Theobald, 1903) e *Culex ocellatus* Theobald, 1903. Os representantes do subgênero *Microculex* geralmente são encontrados colonizando criadouros representados por recipientes naturais de caráter permanente como as bromélias, e buracos de árvores e entrenós de bambu (Forattini, 1965).

Trichoprosopon digitatum foi a segunda espécie mais abundante, com 153 espécimes coletados em entrenós de bambu. Na região norte do estado do Paraná, Brasil, Lopes (1997) coletou *Trichoprosopon compressum* Lutz, 1905 e *Tr. pallidiventer* apenas em entrenós de bambu cortado, embora com frequência e abundância baixa. Na cidade de Londrina no estado do Paraná, Zequi *et al.* (2005) relataram que *Tr. compressum* não colonizaram pneu apenas sendo encontrado em internódios de bambu, considerada por eles como a espécie com mais características silvestres relacionadas às exigências reprodutivas, mas com potencial para colonizar a área urbana. Nossos resultados diferem dos de Ceretti-Júnior *et al.* (2014) que relataram espécies de *Wyeomyia* como as mais prevalentes em entrenós de bambus perfurados e *Tr. pallidiventer* e *Tr. digitatum* em bambu cortado transversalmente.

Algumas espécies de *Haemagogus* se desenvolvem em ocos de árvore e bambus, ou podem ser encontradas também em internódios furados de bambus e bromélias (Forattini, 2002). No presente estudo a água dos colmos do bambu geralmente apresentou-se com aspecto turvo, de odor ligeiramente desagradável, provavelmente devido à decomposição da matéria orgânica e o pH apresentou uma grande variação, com valores entre 2,64 a 7,8 (média de 5,51). Por outro lado, Lozovei (1998) afirmou que as formas imaturas que coabitam em internódios verdes vivos, escolhem os tipos de furos de acordo com as exigências bionômicas, normalmente com água límpida, sem sedimento, de odor agradável, pH de bem ácido a neutro, entre 3,50 e 7,0.

Haemagogus leucocelaenus apresentou uma baixa abundância ao longo das amostragens. Ceretti-Júnior *et al.* (2014), avaliando imaturos que desenvolvem em internódios de bambu em áreas de preservação ambiental do estado de São Paulo, também registraram uma baixa abundância desta espécie, mas recomendaram a necessidade para uma vigilância contínua.

Baseado nos resultados de correspondência canônica, observamos que *Aedes albopictus* está associado com a variável abiótica temperatura, já Docile *et al.* (2017) observaram que essa espécie, quando encontrada em bromélias, apresentaram uma forte associação com as variáveis temperatura e pH.

No presente estudo coletou-se um baixo número de *Toxorhynchites*. Medeiros-Souza *et al.* (2013) afirmaram que algumas espécies de mosquitos coletados em áreas de parques

municipais apresentam comportamento predatório, como é o caso de *Toxorhynchites* que exercem o papel de controladores de imaturos em seus criadouros. Zequi & Lopes (2001) relataram que a predação é um dos fatores importantes na dinâmica populacional de insetos em criadouros. Lozovei (1998) observou um baixo número de espécimes de *Toxorhynchites* em internódios de bambu de Taquara da floresta Atlântica Serra do Mar no estado do Paraná. Campos (2013, 2016) num estudo no nordeste da Argentina constatou a presença de uma única larva de *Toxorhynchites* por recipiente, o que pode ser devido a relação ecológica de canibalismo intraespecífico. No presente trabalho também foram coletados poucos espécimes de *Toxorhynchites* em doze meses amostrais e em dois meses não foram detectados espécimes.

Limatus durhamii é considerado predador não obrigatório nos casos de ausência de alimento ou encontro casual com a presa (Medeiros-Sousa *et al.*, 2013). Em nosso trabalho observamos a ausência de *Toxorhynchites* em dois meses amostrais, nos quais encontrou-se *Li. durhamii*, sugerindo que essa espécie pode estar ocupando o nicho ecológico na ausência do predador principal. Ceretti-Júnior *et al.* (2014) relacionam que as larvas de *Tr. pallidiventer* e *Tr. digitatum* encontradas em bambu possuem hábito predatório e são canibais. Lopes (1997) afirmou que *Tr. pallidiventer* foi coletada apenas em entrenós de bambu cortado, fato que é útil para o registro de ocorrência dessa espécie visto que a mesma não aceitou outro recipiente.

Este estudo foi conduzido num ecossistema repleto de habitats para inúmeras espécies de macroinvertebrados, necessitando de aprofundamento para reconhecer as espécies que coabitam com os mosquitos no internódio do bambu. Foi observada uma diversidade de dezesseis espécies de mosquitos encontradas no microhabitat bambu. Gomes *et al.* (2007) relataram que a configuração da riqueza e abundância está relacionada ao valor adaptativo dos culicídeos e em processos de domiciliação. Sendo assim, a presença humana e de animais domésticos podem influenciar na predominância das espécies. As espécies encontradas que são potencialmente vetoras de agentes etiológicos, *Ae. albopictus*, *Hg. leucoclaenus* e *Sa. identicus* apresentaram uma baixa abundância (Forattini, 2002).

Os internódios de bambu analisados na área da ATA constituíram um microhabitat especializado para algumas espécies de mosquitos encontrados durante o período amostral. Visto serem um ambiente restrito e de fauna relativamente simples, consistem em um modelo útil para estudos bioecológicos, eventualmente aplicável a ambientes mais complexos.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALENCAR, J.; SERRA-FREIRE, N.M.; OLIVEIRA, R.F.N.; SILVA, S.J.; PACHECO, J.P.; GUIMARÃES, A.É. Immature mosquitoes of Serra do Mar Park, São Paulo State, Brazil. *Journal of the American Mosquito Control Association*, v. 26, n. 3, p. 249-256, 2010.
- CAMPOS, R.E. The aquatic communities inhabiting internodes of two sympatric bamboos in Argentinean subtropical Forest. *J Insect Sci*, v. 13, n. 93, p. 1-17, 2013.
- CAMPOS, R.E. Phytotelmata colonization in bamboo (*Guadua* sp.) culms in northeast Argentina. *Journal of Natural History*, v. 50, p. 923-941, 2016.
- CERETTI-JÚNIOR, W.; MEDEIROS-SOUSA, A.R.; MULTINI, L.C.; URBINATTI, P.R.; VENDRAMI, D.P.; NATAL, D.; MARQUES, S.; FERNANDES, A.; OGATA, H.; MARRELLI, M.T. Immature Mosquitoes in Bamboo Internodes in Municipal Parks, City of São Paulo, Brazil, *Journal of the American Mosquito Control Association*, v. 30, n. 4, p. 268-274, 2014.
- CERETTI-JÚNIOR, W.; OLIVEIRA-CHRISTE, R.; WILK-DA-SILVA, R.; MUCCI, L.F.; DUARTE, A.M.R.C.; FERNANDES, A.; BARRIO-NUEVO, K.M.; CARVALHO, M.P.; MARRELLI, M.T.; MEDEIROS-SOUSA, A.R. 2020. Diversity analysis and an updated list of mosquitoes (Diptera: Culicidae) found in Cantareira State Park, São Paulo, Brazil. *Acta Tropica*, v. 212, p. 1–10, 2020.
- CONSOLI, R.A.G.B.; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, R. *Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil*. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 1994.
- DOCILE, T.N.; FIGUEIRÓ, R.; HONÓRIO, N.A.; BAPTISTA, D.F.; PEREIRA, G.; DOS SANTOS, J.A.A.; CODEÇO, C.T. Frequency of *Aedes* sp. Linnaeus (Diptera: Culicidae) and Associated Entomofauna in Bromeliads from a Forest Patch within a densely Urbanized Area. *Neotrop. Entomol.*, v. 46, p. 613-621, 2017.
- 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.

- FORATTINI, O.P. *Entomologia médica. Culicini: Culex, Aedes e Psorophora*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, v. 2, p. 506, 1965.
- FORATTINI O.P. *Culicidologia médica*. São Paulo: Editora Universidade de São Paulo. v. 2, p. 864, 2002.
- GOMES, A.C.; FORATTINI, O.P.; KAKITANI, I.; MARQUES, G.R.A.M.; MARQUES, C.C.A.; MARUCCI, D.; BRITO, M. Microhabitats de *Aedes albopictus* (Skuse) na região do Vale do Paraíba, Estado de São Paulo, Brasil. *Rev. Saúde Pública*, v. 26, n. 2, p. 108-118, 1992.
- GOMES, A.C.; NATAL, D.; DE PAULA, M.B.; URBINATTI, P.R.; MUCCI, L.F.; BITENCOURT, M.D. Riqueza e abundância de Culicidae (Diptera) em área impactada, Mato Grosso do Sul, Brasil. *Rev. Saúde Pública*, v. 41, n. 4, p. 661-664, 2007.
- JULIANO, S.A. Species interactions among larval mosquitoes: context dependence across habitat gradients. *Annu. Rev. Entomol.* v. 54, p. 37-56, 2009.
- LANE, J. *Neotropical Culicidae*. Editora Universidade de São Paulo, Brazil, v. 1, 1953a.
- LANE, J. *Neotropical Culicidae*. Editora Universidade de São Paulo, São Paulo. v. 2, 1953b.
- LINO, C.F.; SIMÕES, L.L. *Sustentável Mata Atlântica- A Exploração de seus recursos florestais*, Senac editoras, ed. 1ª, 2004.
- 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*, v. 31, n. 4, p. 370-7, 1997.
- LOZOVEI, A.L.; LUZ, E. Diptera Culicidae em Curitiba e arredores. I. Ocorrência. *Arq. Biol. Technol.* v. 19, p. 25-42, 1976.
- LOZOVEI, A.L. Mosquitos Dendrícolas (Diptera, Culicidae) em Internódios de Taquara da Floresta Atlântica, Serra do Mar e do Primeiro Planalto, Paraná, Brasil. *Brazilian Arch. Biol. Technol.* v. 41, n. 4, p. 501-508, 1998.

- LOZOVEI, A.L. Microhabitats de mosquitos (Diptera, Culicidae) em internódios de taquara na mata atlântica, Paraná, Brasil. *Iheringia: Série Zoologia*. v. 90: p. 3–13, 2001.
- MACDONALD, W. W.; TRAUB, R. Malaysian parasites XXXVIII. An introduction to the ecology of the mosquitoes of the lowland dipterocarp forest of Selangor, Malaya. *Stud. Insl. Med. Res.* v. 29, p. 79- 110, 1960.
- MAIA, D.A.; BASTOS, A.Q.; LEITE, P.J.; GIL-SANTANA, H.R.; SILVA, J.S. ALENCAR, J. Comparative analysis between sampling methods for immature mosquitoes in na Atlantic Forest Fragment in Brazil. *Journal of the American Mosquito Control Association*, v. 36, p. 245–248, 2020.
- MARCONDES, C.B.; FERNANDES, A.; MULLER, G.A. Mosquitoes (Diptera: Culicidae) near a reservoir in the Western part of the Brazilian State of Santa Catarina. *Biota Neotropica*, v.6, p. 1–8, 2009.
- MARQUES, G.R.A.M.; FORATTINI, O. P. Culicídeos em bromélias: diversidade de fauna segundo influência antrópica, litoral de São Paulo. *Rev Saúde Pública*, v. 42, n. 6, p. 979-985, 2008.
- MEDEIROS-SOUZA, A.R.; CERETTI-JUNIOR, W.; URBINATTI, P.R; NATAL, D.; CARVALHO, G.C.; PAULA, M.B.; FERNANDES, A.; HOMEM DE MELLO, M.H.S.; OLIVEIRA, R.C.; ORICO, L.D.; GONÇALVES, E.F.B.; MARRELLI, M.T. Biodiversidade de mosquitos (Diptera: Culicidae) nos parques da cidade de São Paulo I. *Biota Neotrop.* v. 13, n. 1, p. 317-321, 2013.
- MEDEIROS-SOUSA, A.R.; OLIVEIRA-CHRISTE, R.; CAMARGO, A.A.; SCINACHI, C.A.; MILANE, G.M.; URBINATTI, P.R.; NATAL, D.; CERETTI-JUNIOR, W.; MARRELLI, M.T. Influence of water's physical and chemical parameters on mosquito (Diptera: Culicidae) assemblages in larval habitats in urban parks of São Paulo, Brazil. *Acta Tropica*, v. 205, p. 1–10, 2020.
- MORIYA, K. Seasonal trends of field population of mosquitoes with ovitraps in Kanagawa Prefecture I. Comparison of the populations of four residencial áreas in Kamakura City in 1971, Tokyo. *Jap. J. Sanit. Zool.* v. 25, p. 237-244, 1974.

- MULLER, G.A.; NAVARRO-SILVA, M.A.; MARCONDES, C.B. Developmental time of immature forms of *Sabethes aurescens* Lutz (Diptera, Culicidae) from artificially perforated bamboo in the rain forest of southern Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia*, v.53, p. 649–652, 2009.
- PLANO DE MANEJO REBIO TINGUA, 2006. [Internet]. [local desconhecido]; Disponível em: <http://rebiotingua.eco.br/planodemanejo.php>. Acesso em: 2020.
- PREFEITURA NOVA IGUAÇU (2017). Disponível em: <http://www.novaiguacu.rj.gov.br/2017/06/05prefeitura-realiza-atividades-de-conscientizacao-pelo-dia-do-meio-ambiente>. Acesso em: 2021.
- REINERT, J.F. List of abbreviations for currently valid generic-level taxa in family Culicidae (Diptera). *Journal of the European Mosquito Control Association*, v. 27, p. 68-76, 2009.
- SERVICE, M.W. *Mosquito Ecology. Field Sampling Methods*. London, Applied Science, p. 583, 1976.
- SILVA, M.A.N.; LOZOVEI, A.L. Ocorrência de *Haemagogus (Conopostegus) leucocelaenus* (Dyar & Shannon) e *Toxorhynchites (Lynchiella) theobaldi* (Dyar & Knab) em ocos de árvores em capão de mata, Curitiba, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, Curitiba, 16 (Supl. 1), p. 257-267, 1999.
- SILVA, A.M.; NUNES, V.; LOPES, J. Culicídeos associados a entrenós de bambu e bromélias, com ênfase em *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Diptera, Culicidae) na Mata Atlântica, Paraná, Brasil. *Iheringia, Sér. Zool.* v. 94, n. 1, p. 63-66, 2004.
- ZEQUI, J.A.C; LOPES, J. Culicideofauna (Diptera) encontrada em entrenós de taquara de uma mata residual na área urbana de Londrina, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 18, n. 2, p. 429-438, 2001.
- ZEQUI, J.A.C; LOPES, J.; MEDRI, I.M. Imaturos de Culicidae encontrados em recipientes instalados em uma mata residual no município de Londrina, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 22, n. 3, p. 656-661, 2005.

WALKER, E.D.; LAWSON, D.L.; MERRITT, R.W.; MORGAN, W.T.; KLUG, M.J.
Nutrient dynamics, bacterial populations, and mosquito productivity in tree hole
ecosystems and microcosms. *Ecology*, v. 72, n. 5, p. 1529-1546, 1991.

YEE, D.A.; KNEITEL, J.M.; JULIANO, S.A. Environmental correlates of abundances of
mosquito species and stages in discarded vehicle tires. *J. Med. Entomol.* v. 47, p. 53-62,
2010.

CAPÍTULO II

COMPORTAMENTO DE DESOVA DOS AEDINI (DIPTERA: CULICIDAE) EM REMANESCENTE DE MATA ATLÂNTICA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

Manuscrito aceito em 17/11/2021 pelo periódico Journal of the Parasites & Vectors

Resumo

As assembléias de mosquitos estão organizadas ao longo de um gradiente ecológico, isso inclui pequenos habitats onde predomina a competição interespecífica e grandes habitats permanentes onde predomina a predação. O presente trabalho teve como objetivo analisar o comportamento de oviposição de mosquitos quanto a preferência pelas armadilhas instaladas em duas alturas e a tendência de compartilhamento nos locais de desova em um fragmento de floresta Atlântica, no Município de Nova Iguaçu, estado do Rio de Janeiro, Brasil. O período de amostragem foi de abril de 2018 a março de 2019. Para coletas dos ovos foram utilizadas doze armadilhas do tipo ovitrampas, sendo distribuídas aleatoriamente doze armadilhas em árvores no solo e a 3,0 metros de altura em ambiente florestal com numeração sequencial, monitoradas e substituídas quinzenalmente. Dentre os 5818 ovos coletados 3941 eclodiram, e 3756 chegaram à fase de pupa e 2370 chegaram à fase adulta. As espécies provenientes dos ovos com maior abundância foram *Aedes albopictus* com 63% e *Haemagogus leucocelaenus* com 35% seguidos por *Aedes terreus* 2% e *Hg. janthynomys* 1%. Baseando-se nas análises realizadas verificou-se a existência de diferença significativa de 0,02 na abundância das espécies de mosquitos encontradas nas palhetas coletadas no solo e na altura de 3 metros. De acordo com a Análise de Cluster em relação à abundância das espécies foi demonstrado que as palhetas coletadas na altura do solo são mais abundantes em relação à altura de 3 metros. Observou-se que a co-ocorrência das espécies encontradas nas palhetas de oviposição, de acordo com o modelo nulo, demonstrou que a distribuição não foi aleatória. A exploração de locais de oviposição pelas espécies de mosquitos pode ser um evento forçado pela densidade populacional facilitado pela valência ecológica de indivíduos de uma das espécies. A distribuição agregada de larvas em resposta ao local de oviposição das fêmeas para os recursos do ambiente nos permite um estudo mais aprofundado de comportamentos de oviposição de fêmeas e conseqüências para a distribuição no habitat.

Palavras-chave: mosquitos, biologia; desova, coexistência, Mata Atlântica.

1. INTRODUÇÃO

Os mosquitos têm motivado uma atenção importante em decorrência ao seu papel na transmissão de importantes agentes etiológicos, como arbovírus (por exemplo, Zika, Dengue, Chikungunya e Febre Amarela) e malária (WHO, 2018), colaborando para graves problemas nos serviços de saúde do Brasil. Atualmente existem 3.588 espécies de mosquitos reconhecidas, distribuídas em aproximadamente 113 gêneros (Harbach, 2021) ou 42 gêneros de acordo com a classificação mais tradicional de Wilkerson *et al.* (2015). A região Neotropical detém o maior nível de endemidade, com 27% das espécies restritas a esta região biogeográfica (Alencar *et al.*, 2016).

Segundo Mondet (2002) & Araújo *et al.* (2011), o vírus da Febre Amarela vem sendo detectado de norte a sul do Brasil, com a ocorrência de epizootias cíclicas, casos humanos e isolamento do vírus nas seguintes espécies: *Haemagogus janthinomys* Dyar, 1921 e *Hg. leucocelaenus* (Dyar & Shannon, 1924). *Haemagogus janthinomys* é considerado o principal vetor do FAS (Abreu *et al.*, 2019). Entretanto, *Hg. leucocelaenus* é a espécie mais comum do gênero no Brasil e foi recentemente encontrada naturalmente infectada com vírus da FA no estado do Rio de Janeiro (Abreu *et al.*, 2019).

A seleção de recipientes como criadouro dos mosquitos está na dependência do ecletismo da espécie na utilização do tipo de recipiente e do local onde o mesmo esteja alocado, e alguns fatores podem influenciar na escolha da fêmea grávida ao local de oviposição, por exemplo, a cor, consistência e tamanho do recipiente (Lopes *et al.*, 1995). A maioria das espécies de mosquitos necessita ao menos dois repastos sanguíneos para que a primeira postura dos ovos se desenvolva e ocorra a oviposição no quarto ou quinto dia (Clements, 1992).

Fader (2016) relata uma hipótese de recursos diferencial sugerindo que os mosquitos podem ovipor em recipientes com recursos de alta qualidade. Alencar *et al.* (2014), os fatores ambientais expostos aos ovos de *Haemagogus* no campo podem influenciar a taxa de eclosão no laboratório, dessa forma alguns ovos podem ter a necessidade de mais de uma imersão para eclodir.

Serpa *et al.* (2008) discorre que existe uma seleção por parte de fêmeas grávidas de *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) por recipiente contendo água de criação larval co-específica e mista sugerindo uma preferência por criadouros pré-existent desta espécie, numa tentativa de reduzir os efeitos da competição intra-específica. A competição por recursos limitados é bem mais conhecida do que as diferenças específicas na aquisição e utilização dos recursos, a

competição interespecífica altamente assimétrica geralmente resultará na exclusão competitiva do competidor inferior (Fader, 2016).

Os mosquitos da tribo Aedini apresentam uma tendência por criadouros temporários vinculados a ambientes silvestres como *Haemagogus* que são encontrados colonizando bambus cortados, ocos de árvores e cascas de coco (Marcondes & Alencar, 2010). As interações como competição, predação e mutualismo entre as larvas de mosquitos podem fornecer modelos úteis para desenvolver teoria ecológica para efeitos dependentes do habitat, tamanho, intensidade de predação, disponibilidade de recursos ou complexidade estrutural (Juliano, 2009).

Serpa *et al.* (2008), relatam que o efeito de água onde larvas coespecíficas e hetero-específica tenham se desenvolvido em relação a oviposição de fêmeas grávidas, possam contribuir na compreensão das relações ecológicas das espécies, assim como avaliar o potencial reprodutivo das fêmeas emergentes em situação de coexistência no criadouro.

O objetivo deste estudo foi avaliar o comportamento de oviposição de mosquitos quanto à preferência pelas armadilhas instaladas em duas diferentes alturas em relação ao nível do solo e a tendência de compartilhamento nos locais de desova em um fragmento de floresta Atlântica do estado do Rio de Janeiro.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de Estudo e obtenção das amostras

As amostragens foram realizadas no sítio Boa Esperança (22°35'16.2"S; 043°24'28.9"W) localizado no Município de Nova Iguaçu, estado do Rio de Janeiro, Brasil. A região apresenta clima tropical úmido com temperatura média anual de 21,8°C e precipitação média anual de 2.105,1mm (PMRBIO-Tinguá, 2006) (Figura 2.1).

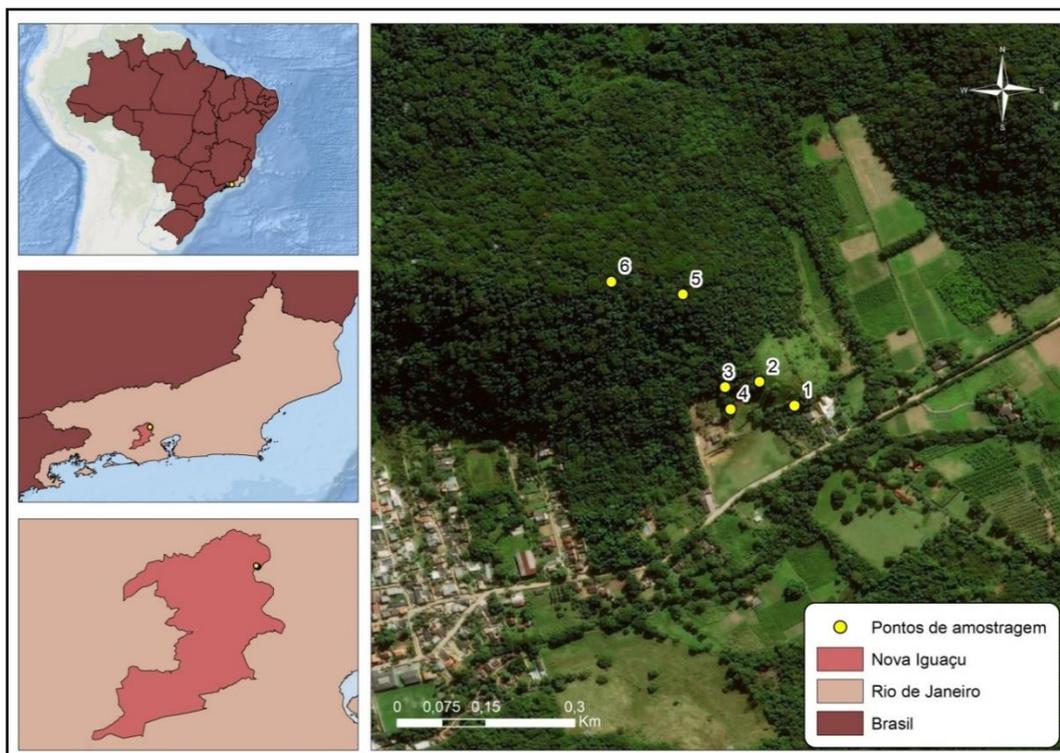


Figura 2.1: Pontos de coleta das palhetas no sítio Boa Esperança localizado no município de Nova Iguaçu, estado do Rio de Janeiro, Brasil (Google Earth®; ArGisPRO).

O Ponto de coleta 1 estava localizado a ($22^{\circ}35'15.3''S$; $043^{\circ}24'29.9''W$), apresenta uma mata secundária, com reflorestamento recente, poucas árvores e situado próximo a habitação humana e animais de criação. O Ponto de coleta 2 ($22^{\circ}35'14.0''S$; $043^{\circ}24'31.8''W$), é caracterizado por um descampado com vegetação rasteira e gramíneas, local utilizado para pastagem de animais. No Ponto de coleta 3 ($S22^{\circ}35'14.3''S$; $043^{\circ}24'33.7''W$), a vegetação rasteira fazendo divisa com o estrato arbóreo, local também utilizado para pastagem de animais. No Ponto de coleta 4 ($S22^{\circ}35'15.3''S$; $043^{\circ}24'33.4''W$), está localizado ao redor de várias plantas de bambu. O Ponto de coleta 5 ($S22^{\circ}35'09.2''S$; $043^{\circ}24'36.0''W$), está localizado dentro da mata fechada, onde a vegetação apresenta árvores que podem atingir até 30 metros de altura. O Ponto de coleta 6 ($22^{\circ}35'08.5''S$; $043^{\circ}24'39.9''W$), apresenta densa camada arbustiva com muitas árvores com maior porte e copa densa.

Para coletas dos ovos utilizaram-se as armadilhas do tipo ovitrampas constituídas por pote preto fosco, com capacidade para o volume de 500 mL, sem tampa com quatro palhetas de madeira compensada (placas de eucatex), presas verticalmente no interior da armadilha por “CLIPS” e foi adicionada água natural e serrapilheira (restos de folhas e material orgânico em decomposição do solo), visando reproduzir um microecossistema mais próximo do natural

(Alencar *et al.* 2016). As armadilhas foram instaladas nos seguintes pontos de amostragens sob as mesmas condições de altura alturas.

Foram instaladas doze armadilhas de ovitrampas em distância aleatória, duas armadilhas por árvore (uma armadilha no solo e uma armadilha a 3,00 metros de altura), monitoradas e substituídas quinzenalmente durante o período compreendido entre abril de 2018 a março de 2019. Após o recolhimento das palhetas, as mesmas eram acondicionadas em uma caixa de polietileno e enviadas ao laboratório. No laboratório procedeu-se a secagem das palhetas por dois dias à temperatura ambiente e após este procedimento os ovos foram contados em Microscópio estereoscópico.

As palhetas positivas foram separadas no laboratório, submetidas à contagem dos ovos e imersas individualmente em bandejas transparentes, com dimensões de 27cm x 19cm x 7cm e telados, contendo água desclorada.

Os ovos foram mantidos em ambiente experimental controlado (Estufa com termoperíodo e fotoperíodo), regulada a temperatura de $28^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$, umidade relativa de 75 a 90% e fotoperíodo de 12 horas (dia/noite). O tempo de permanência dos ovos na estufa foi de três dias, sendo realizadas observações diárias. Após esse período, as palhetas foram retiradas e as larvas eclodidas contadas. Em seguida, as palhetas ficavam expostas à secagem nas próprias bandejas e acondicionadas por um período de 3 dias fora da estufa para reimersão.

A identificação das espécies foi realizada a partir da observação direta dos caracteres morfológicos evidenciáveis ao microscópio óptico (Leica DMD108®) e consulta às descrições/diagnoses respectivas das espécies, utilizando chaves dicotômicas elaboradas por Lane (1953a, b), Arnell (1973), Forattini (2002) e Marcondes & Alencar (2010). Após a determinação específica, todos os espécimes foram incorporados à Coleção Entomológica do Instituto Oswaldo Cruz, Fiocruz, sob os títulos de “Coleção Mata Atlântica”.

2.2 Análises Estatísticas

Para avaliar e comparar a diversidade de mosquitos em cada ponto amostral foram utilizados os índices: Shannon-Wiener (H') (Shannon, 1948), riqueza, abundância, dominância e equitabilidade de Pielou (Elliott, 1977; Ludwig & Reynolds, 1988). Os dados foram testados quanto à normalidade (Shapiro & Wilk, 1965) e os que apresentaram distribuição normal foram submetidos a um teste t (Zar, 2009) para verificar a existência de diferença significativa entre os espécimes coletados no solo e na altura de 3 metros. Os dados não-paramétricos foram testados pelo teste U de Mann-Whitney (Siegel, 1975). Esses testes

foram realizados no programa Bioestat 5.0 (Ayres *et al.*, 2007; Bioestat 5.0, 2009). Todos os testes estatísticos foram realizados de acordo com Zar (2009).

Para avaliar e comparar diferenças na abundância de mosquitos nos diferentes pontos de amostragens e nas respectivas alturas coletadas foi realizado uma análise das distâncias ecológicas usando Análise de Agrupamento (Cluster Analysis), pelo método de associação média (UPGMA), usando o índice de similaridade Bray-Curtis (quantitativo) executado no programa estatístico PAST (Hammer *et al.*, 2001). Para a análise da co-ocorrência das desovas das espécies na mesma palheta foi utilizado um teste de modelo Nulo usando o software ECOSIM 7.0 (Gotelli & Entsminger, 2009), para testar a hipótese dos padrões observados de distribuição das espécies a serem devido ao acaso. Foi empregado o índice C-score (Stone & Roberts, 1990), o qual mensura as unidades “checkerboard” entre todos os pares possíveis de espécies. Em uma comunidade estruturada por competição, o índice C-score deveria ser significativamente menor do que o esperado pela hipótese nula. Nessa análise é utilizada uma matriz de dados em que se calcula a co-ocorrência média e essa matriz através de modelo nulo gera uma série de matrizes simuladas para identificar se o índice calculado difere significativamente do que se esperaria ao acaso.

Foram utilizados os seguintes parâmetros no modelo nulo: somas de linhas fixadas representando a abundância dos indivíduos das espécies, opção na qual os totais observados nas linhas são mantidos na simulação, de forma que o número de ocorrências de cada espécie nas comunidades nulas é o mesmo que nos dados originais; e somas de colunas equiprováveis, configuração na qual cada coluna (ou sítio), tem igual probabilidade de estar representada. Também foram calculados os valores dos índices de co-ocorrência entre cada par de espécies.

3. RESULTADOS

Durante o período de amostragem foram coletadas 1152 palhetas das armadilhas de ovitrampas que se encontravam na altura do solo e na altura de 3 metros. Deste total, 24% (272) estavam positivas, apresentando postura de 5818 ovos, dos quais 1877 não eclodiram. Do total 2370 chegaram a adulto, abrangendo as seguintes espécies: *Ae. albopictus* 1486 (63%), *Hg. leucocelaenus* 823 (35%), *Aedes terrens* (Walker, 1856), 46 (2%), *Hg. janthinomys* e 15 (1%) (Tabela 2.1). Considerando o somatório geral, todas as espécies encontradas ocorreram em maior abundância no solo exceto *Hg. janthinomys* que foi coletado com maior abundância na altura de 3 metros (Tabela 2.1).

Haemagogus leucocelaenus foi mais frequente nas armadilhas localizadas na altura de 3m quando comparado com *Ae. albopictus*, porém 79% dos espécimes preferiram desovar em armadilhas instaladas no solo (Tabela 2.1).

Tabela 2.1: Abundância absoluta de espécies da tribo Aedini, pontos coletados (1 a 6) no solo e na altura de 3 metros, no período de abril de 2018 a março de 2019 no sítio Boa Esperança em Tinguá, no município de Nova Iguaçu, estado do Rio de Janeiro.

Espécie	P1		P2		P3		P4		P5		P6		Total		Total Geral
	solo	3m	solo	3m	solo	3m	solo	3m	solo	3m	solo	3m	solo	3m	
<i>Ae. (Ste.) albopictus</i> (Skuse, 1895)	738	54	335	36	120	55	42	1	99	1	4	1	1338	148	1486
<i>Ae. (Pro.) terreus</i> (Walker, 1856)	15	0	1	0	16	0	0	0	13	0	1	0	46	0	46
<i>Hg. (Hag.) janthinomys</i> Dyar, 1921	0	4	0	3	0	0	0	0	4	2	1	1	5	10	15
<i>Hg. (Con.) leucocelaenus</i> (Dyar & Shannon, 1924)	7	1	71	4	183	105	6	4	229	47	152	14	648	175	823
Total	760	59	407	43	319	160	48	5	345	50	158	16	2037	333	2370
	820		450		495		60		414		181		2370		

Baseando-se no Teste Mann-Whitney= 1.92; p= 0.02 verificou-se a existência de diferença significativa na abundância das espécies de mosquitos encontradas nas palhetas coletadas no solo em relação àquelas da altura de 3 metros (Figura 2.2).

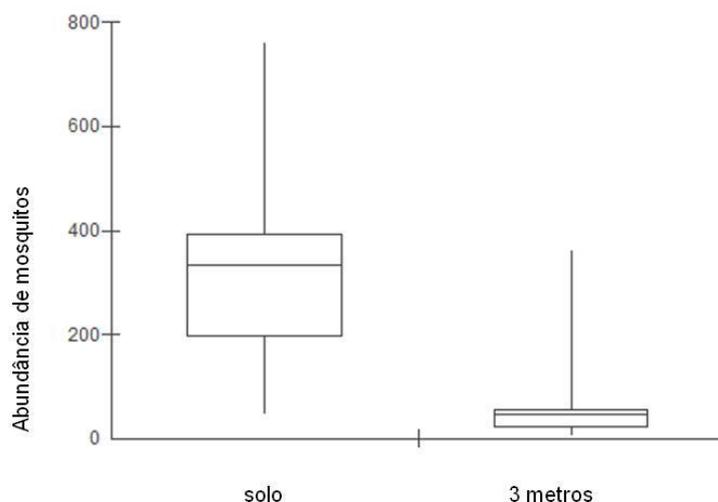


Figura 2.2: Boxplot expressando o resultado estatisticamente significativo do teste Mann-Whitney (Teste $U=1, 92$; $p=0,02^*$) para os valores das abundâncias de espécies de mosquitos nas palhetas no solo e na altura de 3 metros.

Nas palhetas coletadas no solo observa-se maior abundância de espécies de mosquitos. Entretanto, não houve diferença significativa nos outros parâmetros da comunidade que foram calculados (riqueza, diversidade, dominância e equitabilidade) entre os 6 pontos de coleta das espécies analisadas (Tabela 2.2). Analisando as maiores diversidades foram observadas nas armadilhas localizadas no nível do solo nos pontos P3 ($H' = 0,8367$) e P5 ($H' = 0,8055$), e as que apresentaram as maiores riquezas foram nos pontos amostrais 5 e 6 ($S=4$) (Tabela 2.2).

Tabela 2.2: Valores obtidos para Riqueza Taxonômica (R), Abundância, Dominância (D%), Índice de Diversidade de Shannon-Wiener (H') e Equitabilidade de Pielou (E) para cada uma das doze armadilhas por ponto de coleta (instaladas no solo e na altura de 3 metros) e os respectivos valores do teste t e p. (*) $p < 0.05$.

Armadilhas coletadas	Riqueza	Abundância	Dominância	α diversidade	Equitabilidade
P1S	3	760	0.9434	0.1492	0.1358
P2S	3	407	0.7079	0.4796	0.4366
P3S	3	319	0.4731	0.8367	0.7616
P4S	2	48	0.7813	0.3768	0.5436
P5S	4	345	0.5245	0.8055	0.5810
P6S	4	158	0.9262	0.1944	0.1402
P1M	3	59	0.8426	0.3326	0.3028
P2M	3	43	0.7144	0.5554	0.5056
P3M	3	359	0.6690	0.6028	0.5487
P4M	2	5	0.6800	0.5004	0.7219
P5M	3	50	0.8856	0.2652	0.2414
P6M	3	16	0.7734	0.4634	0.4218
T-test			-0.39	0.15	-0.19
Mann-Whitney's test	0.8	1.92			
p-value	0.21	0.02*	0.35	0.44	0.42

De acordo com a Análise de Cluster (índice de Bray-Curtis = 0.91) aplicada a abundância das espécies indicou que as palhetas coletadas na altura do solo apresentaram as maiores abundâncias de espécimes formando um grupo com os pontos de coleta (P1S, P2S, P3S, P5S, P6S), enquanto as palhetas coletadas na altura de 3 metros (P1M, P2M, P4M, P5M, P6M) formaram um outro grupo menos abundante (Figura 2.3). Apenas P4S do solo e P3M da altura de 3 metros que não se enquadraram na abundância esperada dos referidos grupos (Figura 2.3).

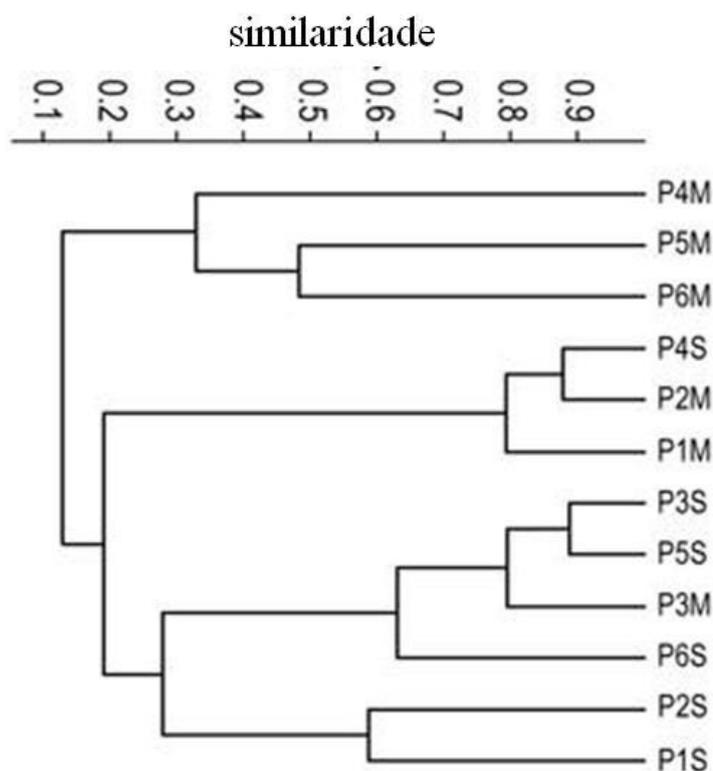


Figura 2.3: Análise de agrupamento (método UPGMA) baseada nos valores quantitativos de abundância de espécies de mosquitos nos 6 pontos de coleta (solo e altura de 3 metros) (índice de Bray-Curtis= 0.91).

Observou-se que a co-ocorrência e a distribuição de todas as espécies encontradas nos diferentes pontos amostrais, de acordo com o modelo nulo, não foi aleatória (Tabela 2.3). A distribuição mostrou-se estruturada [índice observado = 60.83, com média de índices simulados = 89.05, variância dos índices de simulados = 225.80, p (observado \leq esperado) = 0,02, p (observado \geq esperado) = 0,97] (Figura 2.4). Foi constatado que o valor do índice C-score indica ser significativamente menor do que o esperado pela hipótese nula (Tabela 2.3, Figura 2.4).

Tabela 2.3: Valores dos índices C-score de co-ocorrência entre cada par de espécies de mosquitos encontrados.

Espécies	<i>Ae. albopictus</i>	<i>Ae. terrens</i>	<i>Hg. janthinomys</i>	<i>Hg. leucocelaenus</i>
<i>Ae. albopictus</i>		35.00000	168.00000	0.00000
<i>Ae. terrens</i>			28.00000	30.00000
<i>Hg. janthinomys</i>				104.00000

No gráfico dessa análise a seta aponta para o valor do índice C-score que foi observado na realidade e esse valor se encontram na parte de uma das caudas da curva normal formada, indicando ser significativamente menor do que o esperado pela hipótese nula (Figura 2.4).

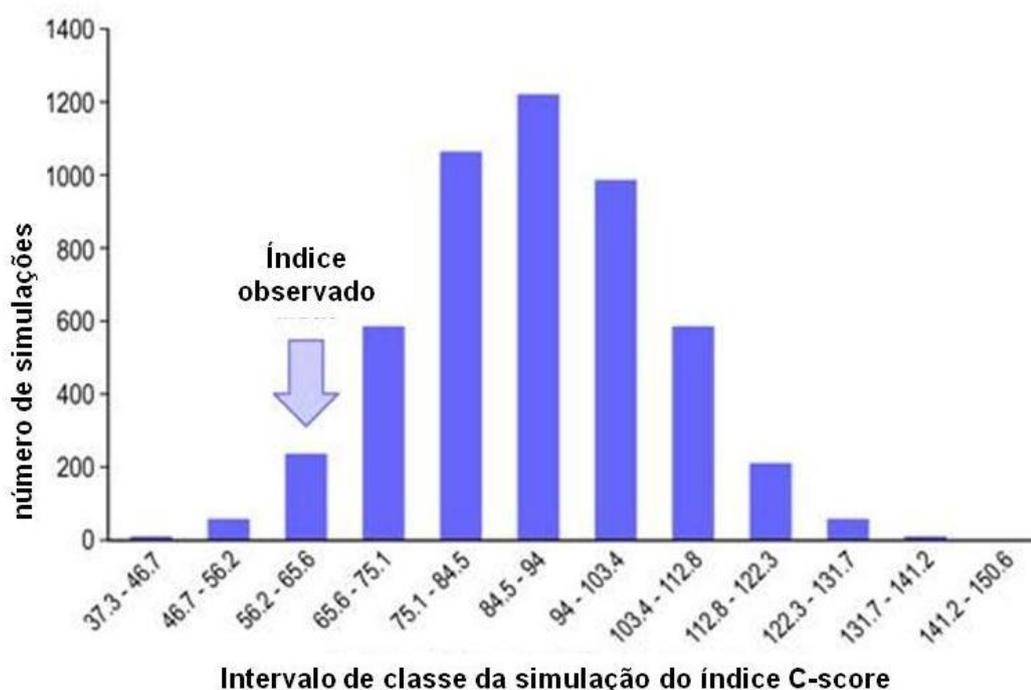


Figura 2.4: Modelo nulo para co-ocorrência de imaturos (índice observado= 60.83, média de índices simulados = 89,05, variância de índices simulados = 225.80, p (observado < esperado) = 0.02, p (observado > esperado= 0.97). A seta indica o valor do índice de co-ocorrência dos dados reais.

4. DISCUSSÃO

O presente estudo sugere uma valência ecológica no comportamento de oviposição de *Ae. albopictus*, podendo coabitar com outras espécies na mesma palheta e apresentando um sucesso na sobrevivência em relação as outras espécies encontradas no período da amostragem. Barbosa & Navarro da Silva (2002) relatam que *Ae. albopictus* demonstra uma plasticidade do comportamento de oviposição, constituindo-se uma característica relacionada ao poder de colonização, sendo um fator epidemiológico de extrema importância.

Analisando a abundância foi observado que *Ae. albopictus*, *Hg. leucocelaenus* e *Ae. terreus* obtiveram maiores frequências nas armadilhas localizada no solo, enquanto *Hg. janthinomys* ocorreu em maior número na altura de 3m. Silva *et al.* (2021) registraram resultados parcialmente diferenciados, dessa forma constataram a abundância mais alta na altura de 3 metros para *Hg. leucocelaenus*, *Hg. janthinomys* e *Ae. terreus* enquanto *Ae. albopictus* apresentou maior número de espécimes no nível do solo com 52% de exemplares coletados.

O sucesso reprodutivo de mosquitos está relacionado à seleção do local de oviposição. Esta seleção é um fator crítico para a sobrevivência e dinâmica de populações, o que influencia a distribuição larval no habitat, sendo resultado de interações complexas de fatores químicos e físicos, envolvendo respostas visuais, táticas e olfatórias (Bentley & Day, 1989).

Aedes albopictus apresentou maior dominância durante o período amostral. Nas observações de Zequi *et al.* (2005) que relataram a ampla ocupação de criadouros e a valência ecológica de *Ae. albopictus* ao colonizar ambientes silvestres e antrópicos fazendo postura tanto em criadouros naturais e artificiais.

Honório & Lourenço-de-Oliveira (2001) encontrou *Limatus durhamii* coexistindo com *Ae. albopictus* e *Ae. aegypti* sugerindo que o convívio e a presença de formas imaturas da mesma espécie num criadouro é um indicativo de que há no local condições para o desenvolvimento da espécie. É importante ressaltar que foi constatado na presente amostragem o compartilhamento das espécies em 38 palhetas das 272 positivas encontradas no período amostral, sendo 36 palhetas por duas espécies e duas palhetas por três espécies.

Beier *et al.* (1983), observaram que várias espécies podem coabitar, no entanto apenas uma ou duas predominam. Semelhantemente constatamos que nas palhetas com ovos *Hg. leucocelaenus* a coexistência de duas e três espécies em uma mesma palheta. Marques *et al.* (1993) relataram ovos de *Ae. terreus* encontrados concomitante com *Ae. albopictus*.

Acrescente-se que *Ae. albopictus* compartilhou palhetas com *Ae. terrens*, *Hg. leucocelaenus*, *Hg. janthionomys*. Diferindo dos resultados de Alencar *et al.* (2004) que encontrou os ovos de uma única espécie na palheta e de Chadee *et al.* (1990) que relataram que as fêmeas possuem uma tendência a não ovipor em locais onde já se encontram seus ovos ou de outras espécies.

O conhecimento sobre o comportamento de oviposição de mosquitos pode contribuir ao desenvolvimento de estratégias para atrair as fêmeas grávidas e também monitorar precocemente a presença das espécies nos ecossistemas antrópicos (Barbosa & Silva, 2002). Tendo em vista, a análise do modelo nulo para co-ocorrência foi observada uma menor quantidade de co-ocorrência do esperado pela hipótese nula, o valor do índice C-score seria superior caso a co-ocorrência fosse aleatoriamente. Os resultados observados evidenciam que existe um fenômeno ecológico estruturando a distribuição populacional e possivelmente a competição tenha desempenhado um papel nos padrões constatados que estrutura essa combinação de espécies. Docile *et al.* (2017), relataram que os imaturos coletados em bromélias apresentaram uma distribuição estruturada dos espécimes, não seguindo um padrão aleatório.

Schoener (1974) sugeriu que as sobreposições de nicho observadas na natureza deveriam ocorrer em menor grau do que o esperado que aconteça aleatoriamente: uma sobreposição observada significativamente pequena pode implicar em competição e particionamento de recursos (Gotelli & Graves, 1996). Assim, os resultados de nossas simulações são consistentes com a hipótese de que os padrões observados não são aleatórios e que a estrutura da comunidade pode ser parcialmente impulsionada pela competição e particionamento de um possível recurso limitante, neste caso o espaço disponível pela utilização do compartilhamento das palhetas dentro das armadilhas ovitrampas.

Price (1984) discorre que diariamente as fêmeas de mosquitos em fase de postura precisam encontrar um local adequado para a oviposição. Deve-se esperar das fêmeas de diferentes espécies uma preferência por locais de oviposição que esteja associada a comodidade da prole (Price, 1984). Preferências por um determinado tipo de criadouro para oviposição são exibidas por muitas espécies de mosquitos (Hwang *et al.*, 1980; Barker-Hudson *et al.*, 1988; Bentley & Day 1989), e essa escolha é o resultado de uma complexa interação entre fatores bióticos e abióticos, da qual dependerá a sobrevivência dos estágios aquáticos dos mosquitos.

Na busca por esses fatores, faz-se necessário o estudo do uso do habitat, no caso, a ovitampa, e a maneira como esse espaço e seus recursos são partilhados pelas espécies que

nele são encontradas (Begon, 2007). Assim sendo, o aumento inicial das populações dos mosquitos no criadouro deve estabilizar-se em resposta à redução da quantidade de recursos. Dessa forma, o habitat de oviposição pode influenciar o resultado das interações competitivas entre as espécies e conseqüentemente, a estrutura da comunidade de mosquitos nas palhetas.

Sucessões ecológicas realizadas por diferentes espécies podem ser responsáveis pelo maior tempo com alta densidade populacional, devido à colonização de diferentes espécies em diferentes épocas do ano (Lopes *et al.*, 1995).

Honório & Lourenço-de-Oliveira (2001), relatam que larvas de aedinos foram raras do período sazonal do inverno principalmente no mês de agosto e maior frequência em fevereiro coincidindo com o período de maior pluviosidade. Paralelamente corroborando com esses resultados foi observado neste estudo que os Aedinos apresentaram a menor abundância no período climático do inverno e maior frequência no período sazonal do verão.

Couto-Lima *et al.* (2020) relataram que algumas espécies da tribo Aedini que possuem os ovos resistentes à dessecação podem desaparecer na fase adulta ao longo de alguns meses durante a estação climática desfavorável, fato observado para *Hg. leucocelaenus*. Similarmente no presente estudo não foi coletado nenhum ovo de *Hg. leucocelaenus* no período climático do inverno.

Zequi *et al.* (2005), relatam que todas as espécies coletadas tiveram diminuição de suas densidades populacionais nos meses mais frios do ano, esta influência direta da temperatura sobre a atividade dos mosquitos é amplamente conhecida, assim como o aumento populacional nos períodos mais quentes e chuvosos do ano.

Os ovos de *Ae. terrens* foram encontrados exclusivamente nas palhetas no nível do solo. Alencar *et al.* (2004) da mesma forma constataram que nas palhetas coletadas da copa das árvores *Hg. janthinomys* foi predominante e *Ae. terrens* nas armadilhas instaladas no solo. *Aedes albopictus* foi dominante nas duas alturas que foram instaladas as armadilhas de ovitrampa, no entanto *Hg. leucocelaenus* apresentou maior abundância no ponto amostral com a mata densa.

Tátilla-Ferreira *et al.* (2017), sugere que a disponibilidade de recursos são os principais indicadores da abundância de *Hg. leucocelaenus* nos diferentes estratos, embora a maioria dos autores consideram que o local de oviposição é o principal fator que incide sobre a dispersão das fêmeas de mosquitos. Fader (2016) discorre que mecanismos que alteram a competição inter e intraespecífica possam explicar padrões de coexistência variável e prever a distribuição futura das espécies e compreender as conseqüências para as espécies residentes, que interagem com os mosquitos.

Camargo-Neves *et al.* (2005), discorrem que *Hg. leucocelaenus* apresenta maior capacidade de adaptação a ambientes modificados quando comparado com outras espécies do gênero. De maneira idêntica esse resultado observado para *Hg. leucocelaenus* corrobora com o presente estudo, mostrando-se bastante abundante no local amostral que apresentava a mesma característica de vegetação.

A partir da Análise de Cluster foi possível observar um agrupamento das maiores abundâncias de ovos de espécies coletadas nas palhetas presentes no solo e um outro grupo formado com ovos de espécies menos abundantes nas palhetas coletadas na altura de 3 metros. Cabe ressaltar, que esse evento se mantém evidente com os números absolutos dos espécimes procedentes do solo e dos espécimes da altura de 3 metros. Em síntese, Alencar *et al.* (2016) observaram que a diversidade de mosquitos foi mais elevada nas amostras coletadas nas ovitrampas localizadas no nível do solo e diminuindo a frequência conforme a altura da armadilha, este resultado pode ser justificado com baixa oferta de hospedeiros para os mosquitos realizarem o repasto sanguíneo.

Estudar mosquitos em ambiente natural é essencial para avaliar possíveis mudanças no comportamento e adaptações desses insetos de acordo com as condições ambientais das regiões que sofreram ou estão sofrendo modificações provocadas pelo homem, especialmente das espécies que apresentam importância epidemiológica (Alencar *et al.*, 2016). As populações de mosquitos estão organizadas ao longo de um gradiente ecológico, que inclui habitats efêmeros onde predomina a competição interespecífica e grandes predadores são incomuns até grandes habitats permanentes onde predomina a predação (Juliano, 2009).

Nosso estudo sugere que existe um padrão de distribuição das espécies relacionada a competição intra ou heteroespecífica e a altura com que a fêmea seleciona o local de oviposição. Acreditamos que fatores como os recursos alimentares deverão ser investigados para que possamos entender o padrão de distribuição populacional de espécies da tribo Aedini.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, F.V.S.; RIBEIRO, I.P.; FERREIRA-DE-BRITO, A.; SANTOS, A.A.C.D.; MIRANDA, R.M.; BONELY, I.S.; NEVES, M.S.A.S.; BERSOT, M.I., SANTOS, T.P.D.; GOMES, M.Q.; SILVA, J.L.D.; ROMANO, A.P.M.; CARVALHO, R.G.; DITO, R.F.D.C.; RIBEIRO, M.S.; LAPERRIÈRE, R.D.C.; FONSECA, E.O.L.; FALQUETO, A.; PAUPY, C.; FAILLOUX, A.B.; MOUTAILLER, S.; CASTRO, M.G.; GÓMEZ, M.M.; MOTTA, M.A.; BONALDO, M.C.; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, R. *Haemagogus leucocelaenus* and *Haemagogus janthinomys* are the primary vectors in the major yellow fever outbreak in Brazil, 2016-2018. *Emerging Microbes Infections*, v. 8, p. 218–231, 2019.
- ALENCAR, J.; GIL-SANTANA, H.R.; LOPES, C.M.; SANTOS, J.S.; GUIMARÃES, A.É. Utilização de armadilha “ovitrampa” para monitoramento de *Haemagogus janthinomys* (Diptera, Culicidae) em área de Mata Atlântica, *Entomología y Vectores*, v. 11, p. 369–374, 2004.
- ALENCAR, J.; GLEISER, R.M.; MORONE, F.; MELLO, C.F.D.; SILVA, J. dos S.; SERRA-FREIRE, N.M.; GUIMARÃES, A.É. A comparative study of the effect of multiple immersions on Aedini (Diptera: Culicidae) mosquito eggs with emphasis on sylvan vectors of yellow fever virus. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, v. 109, n.1, 114–117, 2014.
- ALENCAR, J.; MELLO, C.F.D.; GIL-SANTANA, H.R.; GUIMARÃES, A.É.; DE ALMEIDA, S.A.S.; GLEISER, R.M. Vertical oviposition activity of mosquitoes in the Atlantic Forest of Brazil with emphasis on the sylvan vector, *Haemagogus leucocelaenus* (Diptera: Culicidae). *Journal of Vector Ecology*, v. 41, n. 1, p.18–26, 2016.
- AYRES, M.; AYRES, Jr.M.; AYRES, D.L.; DOS SANTOS, A. de A.S. *BioEstat:aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e Bio-médicas*. Sociedade Civil Mamirauá: MCT-CNPq, Belém, BR, 2007.
- ARAÚJO, F.A.A.; RAMOS, D.G.; SANTOS, A.L.; PASSOS, P.H.O.; ELKHOURY, A.N.S.M, COSTA, Z.G.A.; LEAL, S.G.; ROMANO, A.P.M. Epizootias em primatas não humanos durante reemergência do vírus da febre amarela no Brasil, 2007 a 2009. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, v. 20, n. 4, p. 527–536, 2011.

- ARNELL, J. J. Mosquito Studies (Diptera, Culicidae) XXXII. A revision of the genus *Haemagogus*. *Contributions of the American Entomology Institute*, v. 10, p. 1–174, 1973.
- BARBOSA, A.A.; NAVARRO-SILVA, M.A. Preferência por local de oviposição de *Aedes albopictus* (Skuse) (Diptera, Culicidae), em relação à presença de imaturos da própria espécie, sob condições de laboratório. *Revista Brasileira de Zoologia*, v.19, n. 4, p. 1147–1152, 2002.
- BARKER-HUDSON, P.; JONES, R.; KAY, B.H. Categorization of domestic breeding habitats of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in Northern Queensland, Australia. *J. Med. Entomol.* v. 25, n. 3, p. 178-182, 1988.
- BEGON, M.; HARPER, J.L.; TOWNSEND, C.R. *Ecologia- de Indivíduos a Ecossistemas*. 4ª ed. Artmed, Porto Alegre, 2007.
- BEIER, J.C.; PATRICOSKI, C.; TRAVIS, M. Influence of water chemical and environment parameters on larval mosquito dynamics in tires. *Environmental Entomology*, v. 12, n. 2, p. 435-438, 1983.
- BENTLEY, M.D.; DAY, J.F. Chemical ecology and behavioral aspects of mosquito oviposition. *Annual Review of Entomology*, v. 34, p. 401-421, 1989.
- BIOESTAT 5.0. Download de Arquivos. Disponível em: <http://www.mamiraua.org.br/download/index.php?dirpath=./BioEstat%205%20Portugues&order=0>. Acesso em: 14 mar 2009.
- CAMARGO-NEVES V.L.; POLETTO D.W.; RODAS L.A.C; PACHIOLI M.L.; CARDOSO R.P.; SCANDAR S.A.S.; SAMPAIO, S.M.P.; KOYANAGUI, P.H.; BOTTI, M.V.; MUCCI, L.F.; GOMES, A. DE C. Entomological investigation of a sylvatic yellow fever área in São Paulo State, Brazil. *Caderno de Saúde Pública*, v.21, n. 4, p. 1278-1286, 2005.
- CHADEE, D.D.; CORBET, P.S.; GREENWOOD, J.J.D. Egg-laying Yellow Fever Mosquitoes avoid sites containing eggs laid by them selves or by conspecifics. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, v. 57, n. 3, p. 295-298, 1990.

- CLEMENTS, A.N. *The biology of mosquitoes Development, nutrition and reproduction*, London: Chapman & Hall, v.1, 1992.
- COUTO-LIMA, D.; ANDREAZZI, C.S.; LEITE, P.J.; BERSOT, M.I.L.; ALENCAR, J.; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, R. Seasonal population dynamics of the primary yellow fever vector *Haemagogus leucocelaenus* (Dyar & Shannon) (Diptera: Culicidae) is mainly influenced by temperature in the Atlantic Forest, southeast Brazil. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz*, v. 115, p. 1-13, 2020.
- DOCILE, T.N.; FIGUEIRÓ, R.; HONÓRIO, N.A.; BAPTISTA, D.F.; PEREIRA, G.; DOS SANTOS, J.A.A.; CODEÇO, C.T. Frequency of *Aedes* sp. Linnaeus (Diptera: Culicidae) and Associated Entomofauna in Bromeliads from a Forest Patch within a densely Urbanized Area. *Neotrop. Entomol.*, v. 46, p. 613-621, 2017.
- ELLIOTT, J.M. Statistical analysis of samples of benthic invertebrates, 2nd. Freshwat. biol. Ass. Publication, p. 25, 1977.
- FADER, J.E. The importance of interspecific interactions on the present range of the invasive mosquito *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) and persistence of resident container species in the United States, *J. Med. Entomol.*, v. 53, n. 5, p. 992-1001, 2016.
- FORATTINI, O.P. *Culicidologia médica*. São Paulo: Editora Universidade de São Paulo. v. 2, p. 864, 2002.
- GOTELLI, N.J.; GRAVES, G.R. *Null models in Ecology*, Smithsonian Institution Press, Washington DC, 368 pp, 1996.
- GOTELLI, N.J.; ENTSMINGER, G.L. (2009) *EcoSim: null models software for ecology*, v.7. Acquired Intelligence Inc and Kesey-Bear [software on the Internet]. Published by the authors. Disponível em: garyentsminger.com/ecosim. Acesso em: 2021.
- HAMMER, O.; HARPER, D.A.T.; RYAN, P.D. Past: paleontological statistic software package for education and data analysis. *Paleontologia Eletronica*, v. 4, n. 1, p. 1-9, 2001.
- HARBACH, R.E. *Mosquito Taxonomic Inventory. Culicidae Classification*. Natural History Museum, London, UK. Disponível em: <http://mosquito-taxonomic-inventory.info/simpletaxonomy/term/6045> [Acesso em: 2021].

- HONÓRIO, N.A.; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, R. Frequency of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* larvae and pupae in traps, Brazil. *Revista de Saúde Pública*. v. 35, n. 4, p. 385-391, 2001.
- HWANG, Y-S.; KRAMER, W.L.; MULLA, M.S. Oviposition attractants and repellents of mosquitoes. *Journal of Chemical Ecology*, v. 6, p. 71-80, 1980.
- JULIANO, S.A. Species interactions among larval mosquitoes: context dependence across habitat gradients. *Annu. Rev. Entomol.*, v. 54, n. 1, p. 37-59, 2009.
- LANE, J. *Neotropical Culicidae*. Editora Universidade de São Paulo, São Paulo. v. 1, 1953a.
- LANE, J. *Neotropical Culicidae*. Univ. São Paulo, v. 2, p.1112, 1953b.
- 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.
- LUDWIG, J.A.; REYNOLDS, J.F. *Statistical ecology. A primer on methods and computing*. Wiley, New York, p. 223-256, 1988.
- MARCONDES, C.B.; ALENCAR, J. Revisão de mosquitos *Haemagogus* Williston (Diptera: Culicidae) do Brasil. *Revista Biomed*, v. 21, p. 221-238, 2010.
- MARQUES, C.C.A.; MARQUES G.R.A.M.; BRITO M.; NETO L.G.S.; ISHIBASHI V.C.; GOMES F.A. Estudo comparativo de eficácia de larvitampas e ovitampas para vigilância de vetores de dengue e febre amarela. *Rev. Saúde Pública*. v. 27, n. 4, p. 237-241, 1993.
- MONDET, B.; VASCONCELOS, P.F.C.; TRAVASSOS DA ROSA, A.P.A.; TRAVASSOS DA ROSA, E.S.; RODRIGUES, S.G.; TRAVASSOS DA ROSA, J.F.S.; BICOUT, D.J. Isolation of yellow fever virus from nulliparous *Haemagogus (Haemagogus) janthinomys* in eastern Amazonia. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases*, v.2, p. 47-50, 2002.
- PLANO DE MANEJO REBIO TINGUA, 2006. [Internet]. [acesso em 10.01.20]. Disponível em: <http://rebiotingua.eco.br/planodemanejo.php>. Acesso em: 2020.

- PRICE, P. W. *Insect Ecology*. 2ª Ed. New York, John Wiley & Sons, 1984.
- SCHOENER, T.W. Resource partitioning in ecological communities. *Science*, v. 185, n. 4145, p. 27-39, 1974.
- SERPA, L.L.N.; KAKITANI, I.; VOLTOLINI, J.C. Competição entre larvas de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* em laboratório. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, v. 41, n. 5, p. 479-484, 2008.
- SHANNON, C.E. A mathematical theory of communication. *Bell System Technical Journal*, v. 3, n. 27, p. 379-656, 1948.
- SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. An analysis of variance test for normality: complete samples. *Biometrika*, London, 52(¾), p. 591-611, 1965.
- SIEGEL, S. *Estatística não-paramétrica: para a ciência do comportamento*, McGrawhilldo Brasil Ltda, São Paulo/Brazil, 1975.
- SILVA, S.O.F.; DE MELLO, C.F.; FIGUEIRÓ, R.; DOCILE, T.; SERDEIRO, M.; FUMIAN, F.F.; ALENCAR, J. Oviposition behavior of wild yellow fever vector mosquitoes (Diptera: Culicidae) in na Atlantic Forest fragment, Rio de Janeiro state, Brazil. *Sci. Rep.* v. 11, n. 6081, 2021.
- STONE, L.; ROBERTS, A. The checkerboard score and species distributions. *Oecologia*, v. 85, p.74–79, 1990.
- TÁTILA-FERREIRA, A.; MAIA, D.A.; ABREU, F.V.S.; RODRIGUES, W.C.; ALENCAR, J. Oviposition behavior of *Haemagogus leucocelaenus* (Diptera: culicidae), a vector of wild yellow fever in Brazil. *Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo*, v. 59, p. 1-6, 2017.
- WILKERSON, R.C.; LINTON, Y.M.; FONSECA, D.M.; SCHULTZ, T.R.; PRICE, D.C.; STRICKMAN, D.A. Making mosquito taxonomy useful: a stable classification of tribe Aedini that balances utility whith current know ledge of evolutionary relationships. *Plos ONE*, v. 10, 2015.

WORLD HEALTH ORGANIZATION 2018. World Health Statistics 2018: Monitoring Health for the SDGs, Sustainable Development Goals. World Health Organization, Geneva. Disponível em: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/272596>. License: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. Acesso em: 2020.

ZAR, J.H. 2009. *Biostatistical analysis*. Prentice-Hall, New Jersey, 2009.

ZEQUI, J.A.C.; LOPES, J.; MEDRI, I.M. Imaturos de Culicidae (Diptera) encontrados em recipientes instalados em mata residual no município de Londrina, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 22, n. 3, p. 656-661, 2005.

CAPÍTULO III
ALGUNS ASPECTOS DA ECOLOGIA DE MOSQUITOS (DIPTERA: CULICIDAE)
EM FRAGMENTO DE MATA ATLÂNTICA, ESTADO DO RIO DE JANEIRO,
BRASIL

Manuscrito em andamento

1. INTRODUÇÃO

Os culicídeos apresentam uma distribuição quase mundial, estando ausentes em algumas ilhas e na Antártica (Rueda, 2008). De acordo com Harbach (2021) 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 para uma saúde do ambiente.

Em estudos realizados de comunidades aquáticas na América do Sul os mosquitos são os principais habitantes, dentro dos quais a tribo Sabethini é a mais diversa e dominante (Campos, 2013). Os criadouros são locais ideais para o ciclo de vida dos mosquitos, que são utilizados como sítios de oviposição e desenvolvimento das formas imaturas até a emergência dos alados (Lima *et al.*, 2021).

Os imaturos possuem uma ampla diversidade de habitats como axilas de bromélias, buracos de árvores, recipientes plásticos, entrenós de bambu, latas, barris entre outros (Lopes, 1997; Juliano, 2009). Segundo Rao *et al.* (2011) a ausência ou presença de espécies de mosquitos dependem das características ecológicas e ambientais de um criadouro. A presença de abundância de estágios imaturos é controlada pelas características ambientais e físico-químicas do habitat como a disponibilidade de recursos alimentares, microrganismos, pH, temperatura e interações entre as espécies (Juliano, 2009; Yee *et al.*, 2010).

As armadilhas de oviposição para fêmeas de mosquitos vetores tem servido como ferramenta valiosa nos estudos taxonômicos direcionados à vigilância epidemiológica em regiões de ocorrência das arboviroses, pela praticidade e viabilidade de uso por longos períodos (Alencar *et al.*, 2004). Os recipientes plásticos que abrigam as palhetas também servem como uso de armadilhas para capturar imaturos que colocam seus ovos na superfície da água. Dessa forma temos em uma única armadilha duas formas de coleta de mosquitos, através das palhetas coletando os ovos ou da água do criadouro.

Lozovei (1998) relata que existem espécies de mosquitos que selecionam internódios de taquara de acordo com suas preferências, com água límpida ou turva, com furos diminutos

ou maiores, em maior ou menor altura, conforme suas exigências bionômicas. Os entrenós de bambu possuem maior estabilidade do que os buracos de árvores ou tocos de bambu, a área de abertura onde a chuva entra é geralmente pequena e na lateral dos entrenós, sendo o oposto dos tocos de bambu e alguns buracos de árvore que possuem uma abertura maior voltada para cima (Campos, 2013). Sendo assim os entrenós de bambu podem ser considerados um dos micro-habitats que mais favorecem a vida dos imaturos, com disponibilidade de recursos energéticos para sua manutenção e proteção contra as intempéries.

As bromélias constituem um micro-habitat complexo, o que torna difícil a comparação da diversidade de mosquitos encontrados (Marques & Forattini, 2008). Nas axilas das folhas de bromélias muitos organismos prosperam, sendo a fauna de imaturos de culicídeos a comunidade de invertebrados dominante neste ambiente (Richardson, 1999). Vários fatores podem afetar a presença de mosquitos nas bromélias como, por exemplo: a localização da planta, exposição à luz solar, meio ambiente onde a planta é fixa, volume de água retido pela axilas das folhas e a quantidade de detritos orgânicos acumulados nesses tanques de água (Frank *et al.*, 1976; Frank & O'Meara, 1985).

O conhecimento do habitat dos imaturos de mosquitos e as condições que favorecem a presença dos espécimes são essenciais para a compreensão da ecologia das populações de culicídeos, particularmente as espécies que atuam como vetores de doenças para os seres humanos (Forattini, 1998).

Rezende *et al.* (2011) relata que a utilização de criadouros artificiais por algumas espécies de culicídeos pode ser indício de mudança de hábito ou mero oportunismo. Larvas que são encontradas em criadouros artificiais podem indicar que essas espécies possuem a capacidade de colonizar ambientes antropogênicos (Lopes *et al.*, 1997).

Compreender a ecologia das larvas é algo fundamental para entender a ecologia da comunidade de mosquitos e será útil para o desenvolvimento de uma vigilância entomológica eficiente, onde mosquitos de importância sanitária como *Aedes albopictus* (Skuse, 1894), *Haemagogus leucocelaenus* (Dyar & Shannon, 1924). *Hg. janthinomys* Dyar, 1921 e *Sabethes identicus* Dyar & Knab, 1907 estão presentes, e a atividade arboviral foi relatada nas proximidades deste local. O surto de Febre Amarela silvestre ocorrida entre 2017-2018 atingiu o município de Nova Iguaçu, com registros de casos humanos autóctones além de numerosas epizootias de primatas não humanos e infecções naturais em mosquitos silvestres (SES, 2018; Abreu *et al.*, 2019). O presente trabalho teve como objetivo identificar as espécies e abundância larval nos criadouros naturais (bambu e bromélia) e artificiais

(recipientes plásticos) encontrados no sítio Boa Esperança no município de Nova Iguaçu, estado do Rio de Janeiro.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Estudo da Área

O Município de Nova Iguaçu (22°45'33" S; 43°27'04" O), localizado a 25 metros de altitude em média, possui uma área de unidade territorial de 520,807 km² e o clima local é classificado como AW (classificação Köppen-Geiger) com verão chuvoso (dezembro a março) e inverno seco (junho a setembro); a temperatura média de 23,4°C e a precipitação anual de 1.408 mm (Climate, 2020). Atualmente, segundo a prefeitura, mais de um terço do município é coberto por floresta Atlântica e 67% são áreas de proteção ambiental (PMRebioTinguá, 2006). O território original do município de Nova Iguaçu era coberto quase que inteiramente por Mata Atlântica, porém atualmente apenas cerca de 40% de sua área total é coberta por formações vegetais significativas (vegetações primárias, secundárias e pioneiras), sendo 32,9% correspondentes a Floresta Ombrófila Densa (MMA, 2020). Esses dados levam o município a ocupar o 10º lugar do Estado em relação à cobertura vegetal de Mata Atlântica preservada.

2.2 Coleta no Sítio Boa Esperança

As amostragens foram realizadas no sítio Boa Esperança, localizado no Município de Nova Iguaçu, estado do Rio de Janeiro, Brasil, entre as coordenadas (22°35'16.2" S; 043°24'28.9" W) as coletas foram realizadas quinzenalmente ao longo de 12 meses consecutivos, no período compreendido de abril de 2018 a março de 2019 (Figura 3.1).



Figura 3.1: Mapa de distribuição dos pontos de coleta dos imaturos no recipiente plástico, bromélia e bambu no sítio Boa Esperança, Município Nova Iguaçu, estado do Rio de Janeiro (Fonte: Google Earth®; ArGis PRO).

A presença das larvas de mosquitos foi investigada nos seguintes criadouros naturais (40 internódios de bambus furados artificialmente e 6 bromélias epífitas) e artificiais (12 recipientes plásticos). As amostragens foram realizadas com auxílio de conchas entomológicas e sugador manual, sendo água vertida para bandejas de polietileno, com a retirada das larvas encontradas com auxílio de uma pipeta polietileno e posteriormente foi mensurada as variáveis físico-químicas (pH e a temperatura da água dos colmos e das bromélias) (Figuras 3.2, 3.3). Em seguida, as larvas encontradas foram acondicionadas em sacos plásticos de 250 mL (Whirl-Pak Bags®) para o transporte e cada amostra foi identificada quanto ao local, data e tipo de criadouro.

No laboratório foi realizada a triagem das larvas e após foram transferidas para pequenas cubas individuais, mantidas com água do próprio criadouro e completadas periodicamente com água desclorada e transferidas para um ambiente experimental controlado (Estufa com termoperíodo e fotoperíodo), regulada a temperatura de $28^{\circ}\pm 1^{\circ}\text{C}$, umidade relativa 75 a 90% e fotoperíodo de 12 horas (dia/noite). As larvas foram mantidas vivas na tentativa de dar sequência ao ciclo vital, as exúvias e as larvas que morreram foram

preservadas em etanol 70° GL para posterior identificação. As pupas foram transferidas para pequenos borreiros, onde permaneceram até atingir a fase adulta. As exúvias obtidas foram montadas em preparações permanentes para microscopia, entre lâminas e lamínulas, com bálsamo do Canadá para identificação específica.



Figura 3.2: **A-** Coleta de imaturos com sugador manual em bambu, localizado no sítio Boa Esperança, Tinguá, Município de Nova Iguaçu, estado do Rio de Janeiro; **B-** Aferição de pH e temperatura na água do criadouro dos colmos do bambu (Foto: Romero Souza).



Figura 3.3: **A-** Coleta de imaturos com pipeta no tanque da bromélia com aferição de pH e temperatura, no sítio Boa Esperança, Tinguá, Município de Nova Iguaçu, estado do Rio de Janeiro; **B-** Coleta de imaturos com sugador manual no tanque da bromélia (Foto: Paulo Leite).

A identificação específica dos adultos obtidos da criação das larvas foi realizada pela observação direta dos caracteres morfológicos evidenciáveis ao Microscópio estereoscópico e baseada nas chaves dicotômicas e redescritões elaboradas por Lane (1953a/b), Consoli & Lourenço-de-Oliveira (1994) e Forattini (2002). As abreviaturas dos nomes genéricos e subgenéricos seguem a proposta de Reinert (2009). Em seguida os espécimes foram depositados na Coleção Entomológica do Instituto Oswaldo Cruz, sob título de “Coleção Mata Atlântica”.

2.1 Análises estatísticas

Para avaliar e comparar diferenças na composição da população dos mosquitos foram utilizados os índices de diversidade de Shannon-Wiener (H') e Equitatividade de Shannon (J) (SHANNON, 1948). O índice de diversidade (H') foi escolhido por ser apropriado para amostras aleatórias de espécies de uma comunidade ou subcomunidade. Já a Equitatividade (J) se refere à distribuição dos indivíduos entre as espécies, sendo proporcional à diversidade e inversamente proporcional à dominância. Foram calculados pelas fórmulas: $H' = -\sum p_i \ln p_i$, onde: p_i é a proporção da espécie em relação ao número total de espécimes encontrados nos levantamentos realizados; e $J = H' / H_{\text{máx}}$, e $H_{\text{máx}} = \ln s$, onde H' = índice de Shannon-Wiener; s = número de espécies amostradas.

A dominância das espécies foi definida de acordo com as categorias estabelecidas por FRIEBE (1983), sendo: eudominante > 10%, 5% ≤ dominante < 10%, 2% ≤ subdominante < 5%, 1% ≤ eventual < 2% e rara < 1%. $D\% = (i / t) * 100$, onde i é o total de indivíduos de determinada espécie; e t o total de espécimes coletados.

A influência dos fatores abióticos (temperatura e pH) sobre a densidade populacional dos mosquitos foi analisada pelo Coeficiente de Correlação de Spearman, com nível de confiança de 95% e 99%, com auxílio do software IBM® SPSS® Statistics Version 23.

3. RESULTADOS

Durante o período amostral na área do sítio Boa Esperança foram coletadas 5514 larvas dos quais 1322 chegaram a fase adulta, pertencentes a nove gêneros e 23 espécies, dos quais, os gêneros mais abundantes são: *Aedes* (19,8%), *Culex* (2,2%), *Haemagogus* (1,3%), *Limatus* (46%), *Onirion* (0,5%), *Sabethes* (3,0%), *Toxorhynchites* (0,5%), *Trichoprosopon* (11,4%) e *Wyeomyia* (15,6%). As espécies mais abundantes foram *Li. durhamii* (Theobald, 1901) com 438 espécimes, seguidos por *Ae. albopictus* (Skuse, 1895) com 259, *Li. pseudomethysticus* (Bonne-Wepster & Bonne, 1920) com 170 e *Tr. pallidiventer* (Lutz, 1905) com 97 espécimes.

A maior riqueza encontrada foi no recipiente plástico com 18 espécies, seguidos por 11 na bromélia e 9 no internódio de bambu.

Analisando a fauna total de mosquitos foi observado que a diversidade de Shannon (H') foi maior no criadouro natural bambu, assim como a equitabilidade de Shannon (J), ambos índices foram menores no recipiente de plástico (Tabela 3.1). O criadouro artificial pote de plástico foi caracterizado como o recipiente mais utilizado pelos culicídeos na área de estudo, apresentando a maior abundância com 949 espécimes (72%), em seguida bambu 293 (22%) e bromélia 80 (6%) totalizando 1322 espécimes coletados (Tabela 3.1).

Tabela 3.1: Valores absolutos (N), dominância (D%), riqueza específica (S), Índice de diversidade de Shannon (H'), e equitabilidade de Shannon (J) por criadouros (recipiente plástico, bromélia e bambu) coletados no período de abril de 2018 a março de 2019 no sítio Boa Esperança em Tinguá, Município de Nova Iguaçu, estado do Rio de Janeiro.

Espécies / Criadouros	Recipiente plástico		Bromélia		Bambu		Total	
	N	D%	N	D%	N	D%	N	D%
<i>Ae. (Ste.) albopictus</i> (Skuse, 1895)	255	26,9%	2	2,5%	2	0,7%	259	19,6%
<i>Ae. (Pro.) terrens</i> (Walker, 1856)	2	0,2%	0	0,0%	0	0,0%	2	0,2%
<i>Cx. (Car.) iridescens</i> (Lutz, 1905)	1	0,1%	0	0,0%	0	0,0%	1	0,1%
<i>Cx. (Cux.) mollis</i> Dyar & Knab, 1906	21	2,2%	0	0,0%	0	0,0%	21	1,6%
<i>Cx. (Mcx.) imitator</i> Theobald, 1903	0	0,0%	1	1,3%	0	0,0%	1	0,1%
<i>Cx. (Mcx.) neglectus</i> Lutz, 1904	2	0,2%	0	0,0%	0	0,0%	2	0,2%
<i>Cx. (Mcx.) retrosus</i> Lane & Whitman, 1951	1	0,1%	2	2,5%	0	0,0%	3	0,2%
<i>Hg. (Con.) leucocelaenus</i> (Dyar & Shannon, 1924)	15	1,6%	1	1,3%	0	0,0%	16	1,2%
<i>Hg. (Hag.) janthinomys</i> Dyar, 1921	1	0,1%	0	0,0%	0	0,0%	1	0,1%
<i>Li. durhamii</i> Theobald, 1901	436	45,9%	1	1,3%	1	0,3%	438	33,1%
<i>Li. pseudomethysticus</i> (Bonne-Wepster & Bonne, 1920)	169	17,8%	1	1,3%	0	0,0%	170	12,9%
<i>On. personatum</i> (Lutz, 1904)	3	0,3%	0	0,0%	3	1,0%	6	0,5%
<i>Sa. (Pey.) identicus</i> Dyar & Knab, 1907	1	0,1%	1	1,3%	38	13,0%	40	3,0%
<i>Toxorhynchites</i> sp.	5	0,5%	2	2,5%	0	0,0%	7	0,5%
<i>Tr. digitatum</i> (Rondani, 1948)	0	0,0%	0	0,0%	52	17,7%	52	3,9%
<i>Trichoprosopon</i> sp.	0	0,0%	0	0,0%	2	0,7%	2	0,2%
<i>Tri. pallidiventer</i> (Lutz, 1905)	1	0,1%	2	2,5%	94	32,1%	97	7,3%
<i>Wy. (Tri.) aporonoma</i> Dyar & Knab, 1906	24	2,5%	0	0,0%	6	2,0%	30	2,3%
<i>Wy. (Wye.) arthrostigma</i> (Lutz, 1905)	2	0,2%	0	0,0%	78	26,6%	80	6,1%
<i>Wy. (Spi.) bourrouli</i> (Lutz, 1905)	1	0,1%	0	0,0%	0	0,0%	1	0,1%
<i>Wy. (Mia.) codiocampa</i> Dyar & Knab, 1907	1	0,1%	0	0,0%	0	0,0%	1	0,1%

<i>Wy. (Mia.) oblita</i> (Lutz, 1904)	0	0,0%	0	0,0%	3	1,0%	3	0,2%
<i>Wy. (Cru.) dyari</i> Lane & Cerqueira, 1942	1	0,1%	48	60,0%	0	0,0%	49	3,7%
<i>Wy. (Pho.) edwardsi</i> (Lane & Cerqueira, 1942)	0	0,0%	2	2,5%	0	0,0%	2	0,2%
<i>Wyemyia (Pho.)</i> sp.	1	0,1%	12	15,0%	0	0,0%	13	1,0%
<i>Wy. (Pho.) longirostris</i> Theobald, 1901	0	0,0%	1	1,3%	0	0,0%	1	0,1%
<i>Wyeomyia</i> sp.	6	0,6%	4	5,0%	14	4,8%	24	1,8%
Total	949	100,0%	80	100,0%	293	100,0%	1322	100,0%
Riqueza (S)	18		11		9		23	
Diversidade (H')	1,442		1,531		1,695			
Equitabilidade de Shannon (J)	0,474		0,580		0,707			

Dentre os táxons analisados é possível observar que os espécimes de *Wyeomyia* sp. encontrados no criadouro natural bromélia mostrou correlação negativa para o pH. Assim sendo, com o aumento dessa variável ocorre a diminuição da densidade populacional dessa espécie (Tabela 3.2).

Os espécimes de *Trichoprosopon pallidiventer* coletados no criadouro bambu correlacionaram positivamente com o pH e apresentaram correlação negativa para temperatura.

Tabela 3.2: Correlação de Spearman considerando a temperatura (Temp.), potencial hidrogeniônico (pH), da água do criadouro obtida através do pHmetro e das espécies coletadas em tanque de bromélias no sítio Boa Esperança em Tinguá, Município de Nova Iguaçu, estado do Rio de Janeiro.

Espécies	Temp.		pH	
	r	p	r	p
<i>Ae. (Ste.) albopictus</i> (Skuse, 1895)	-0,311	0,416	-0,518	0,154
<i>Cx. (Mcx.) imitator</i> Theobald, 1903	0,274	0,476	-0,548	0,127
<i>Cx. (Mcx.) retusus</i> Lane & Whitman, 1951	0,137	0,725	-0,411	0,272
<i>Hg. (Con.) leucocelaenus</i> (Dyar & Shannon, 1924)	0,000	1,000	0,274	0,476
<i>Li. durhamii</i> Theobald, 1901	0,274	0,476	-0,548	0,127
<i>Li. pseudomethysticus</i> (Bonne-Wepster & Bonne, 1920)	0,000	1,000	0,274	0,476
<i>Sa. (Pey.) identicus</i> Dyar & Knab, 1907	0,548	0,127	0,137	0,725
<i>Toxorhynchites</i> sp.	0,207	0,593	0,207	0,593
<i>Tri. pallidiventer</i> (Lutz, 1905)	-0,104	0,791	0,518	0,154
<i>Wy. (Cru.) dyari</i> Lane & Cerqueira, 1942	0,546	0,128	-0,118	0,763
<i>Wyeomyia (Pho.)</i> sp.	0,000	1,000	0,407	0,277
<i>Wy. (Pho.) edwardsi</i> (Lane & Cerqueira, 1942)	0,411	0,272	-0,137	0,725
<i>Wy. (Pho.) longirostris</i> Theobald, 1901	-0,137	0,725	0,411	0,272
<i>Wyeomyia</i> sp.	0,260	0,500	-0,693*	0,039

* Correlation is significant at the 0.05 level.

** Correlation is significant at the 0.01 level.

Entretanto, *Wy. oblita* (Lutz, 1904) apresentou correlação negativa para o pH. Assim sendo, foi observado um declínio no número de espécimes quando essa variável aumentava (Tabela 3.3).

Tabela 3.3: Correlação de Spearman considerando a temperatura (Temp.), potencial hidrogeniônico (pH), da água do criadouro obtida através do pHmetro das espécies coletadas em internódio de bambu na área do sítio Boa Esperança em Tinguá, Município de Nova Iguaçu, estado do Rio de Janeiro.

Espécies	Temp.		pH	
	r	p	r	p
<i>Ae. (Ste.) albopictus</i> (Skuse, 1895)	-0,065	0,841	0,453	0,139
<i>Li. durhamii</i> Theobald, 1901	0,393	0,206	-0,306	0,334
<i>On. personatum</i> (Lutz, 1904)	-0,403	0,194	0,371	0,235
<i>Sa. (Pey.) identicus</i> Dyar & Knab, 1907	-0,341	0,278	0,517	0,085
<i>Tr. digitatum</i> (Rondani, 1948)	-0,303	0,339	0,431	0,161
<i>Tri. pallidiventer</i> (Lutz, 1905)	-0,582*	0,047	0,582*	0,047
<i>Trichoprosopon</i> sp.	0,389	0,212	-0,324	0,304
<i>Wy. (Tri.) aporonoma</i> Dyar & Knab, 1906	-0,459	0,133	0,532	0,075
<i>Wy. (Wye.) arthro stigma</i> (Lutz, 1905)	-0,351	0,263	-0,091	0,778
<i>Wy. (Mia.) oblita</i> (Lutz, 1904)	0,570	0,053	-0,640*	0,025
<i>Wyeomyia</i> sp.	0,071	0,827	-0,527	0,078

* Correlation is significant at the 0.05 level.

** Correlation is significant at the 0.01 level.

Das 23 espécies de mosquitos identificadas, seis foram coletadas somente no recipiente plástico, dois apenas no bambu e três exclusivamente na bromélia. Sendo três espécies compartilhadas entre o recipiente plástico e o bambu. E entre o recipiente plástico e a bromélia três espécies utilizaram exclusivamente esses criadouros. Sendo quatro espécies comuns no recipiente plástico, no bambu e na bromélia (Fig. 3.4).

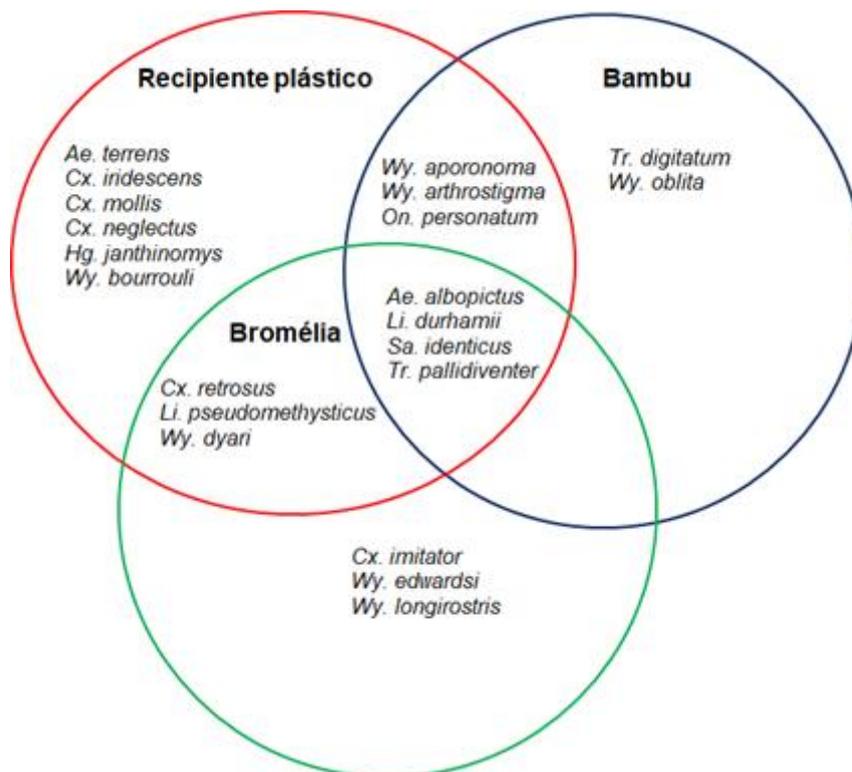


Figura 3.4: Espécies de culicídeos encontrados exclusivamente no recipiente plástico, internódio do bambu e tanque da bromélia; e as que compartilham ambos criadouros, na área do sítio Boa Esperança em Tinguá, Município de Nova Iguaçu, estado do Rio de Janeiro.

Analisando a dominância das espécies coletadas nos criadouros (recipiente plástico, bromélia e bambu) foi constatado que *Li. durhamii*, *Ae. albopictus* e *Li. pseudomethysticus*, mostraram-se eudominantes apresentando mais de 10% dos espécimes coletados. *Trichoprosopon pallidiventer* e *Wy. arthrotigma* (Lutz, 1905) mostraram-se dominantes apresentando menos de 10% de espécies coletadas (Figura 3.5).

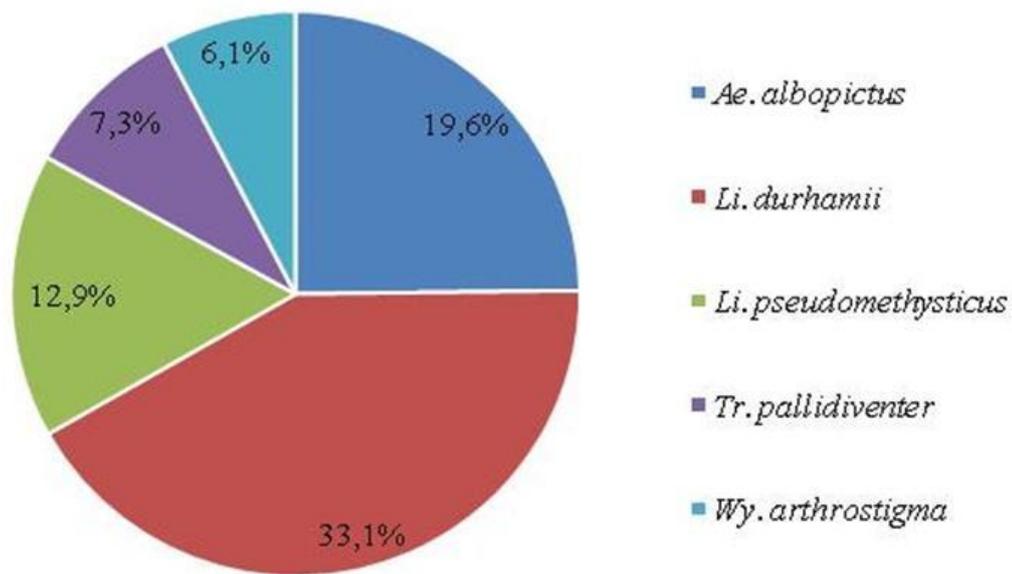


Figura 3.5: Espécies de mosquitos eudominantes e dominantes dos criadouros (recipiente plástico, tanque da bromélia e internódio do bambu) do sítio Boa Esperança em Tinguá, Município de Nova Iguaçu, estado do Rio de Janeiro.

4. DISCUSSÃO

Os criadouros naturais e artificiais são mantidos pela precipitação pluviométrica e disso resulta a positividade dos criadouros. A quantidade de chuvas influencia o número de criadouro, essa oscilação da população local pode influenciar a quantidade de fêmeas grávidas que possam ovipor nas armadilhas de oviposição (Lopes *et al.*, 1995).

A maior riqueza encontrada foi no recipiente plástico com 18 espécies, seguidos por 11 na bromélia e 9 no internódio de bambu, em relação a diversidade e equitabilidade foram maiores no entrenó de bambus, seguidos de bromélia e recipiente plástico. Diferindo dos resultados encontrados por Almeida *et al.* (2020) que no entrenó de bambu coletou o maior número de espécies (17), seguidos pelo recipiente plástico com 16 espécies e a maior diversidade e equitabilidade foi encontrada no recipiente plástico quando comparado ao entrenó de bambu.

Os resultados do presente estudo constataram que *Li. durhamii* apresentou 46% de dominância dos espécimes coletados em recipiente artificial. Alencar *et al.* (2016) relataram que essa espécie também foi encontrada em cascas de frutas, brácteas de *Heliconia*, tanques de bromélias, poças temporárias, no entanto, 78% dos espécimes foram encontrados em recipientes artificiais. Consoli & Lourenço-de-Oliveira (1994) afirmam que entre os

Sabetíneos, essa espécie é a mais bem adaptada ao convívio urbano, com potencial para colonizar diferentes tipos de criadouros. Guimarães *et al.* (1985) observaram que alguns representantes da tribo Sabethini como por exemplo, *Li. pseudomethysticus* e *Wyeomyia* spp., apresentaram uma tendência ao usar o nível do solo da floresta, depositando ovos tanto em substratos naturais (bambu, bromélias e cascas de frutas) como em recipientes artificiais.

O gênero *Wyeomyia* geralmente utiliza recipientes naturais para depositar os seus ovos, como por exemplo, bromélias, internódios de bambu, cascas de frutos, axilas de folhas de aráceas, entre outros (Marques & Forattini, 2008). O presente trabalho corrobora com Ceretti-Júnior *et al.* (2014) que relataram que as espécies de *Wyeomyia* foram as mais prevalentes em entrenós de bambus perfurados. Esses autores observaram *Tr. pallidiventer* e *Tr. digitatum* (Rondani, 1848) em bambu cortado transversalmente. Cabe ressaltar que a presente amostragem *Tr. pallidiventer* foi mais abundante nos internódios de bambus. Diferindo dos resultados acima, porém, *Wy. (Wyo.) arthrostigma* foi a segunda espécie mais abundante com 77 espécimes.

Cardoso *et al.* (2015), desenvolvendo estudo no Parque Nacional do Itatiaia, encontraram *Wyeomyia (Phoniomyia)* sp. em bromélias compartilhando o ambiente com outras espécies dos gêneros *Culex* e *Anopheles*. Em contrapartida observamos *Wy. edwardsi* (Lane & Cerqueira, 1942) apenas no tanque das bromélias. Semelhantemente Alencar *et al.* (2016) relataram o encontro deste táxon apenas nas bromélias, sugerindo que esta espécie não possui variabilidade na escolha dos locais de oviposição.

Várias espécies de anofelinos, principalmente do subgênero *Kerteszia*, tem bromélias fitotelmatas como locais de reprodução primários, tornando estas plantas importantes para a epidemiologia da malária (Marrelli *et al.*, 2007; de Pina-Costa *et al.*, 2014). De acordo com Alencar *et al.* (2016) períodos de chuvas prolongadas favorecem a proliferação de bromélias e, em períodos de seca, com chuvas mais raras e dispersas, essas plantas sustentam a proliferação de mosquitos já que são praticamente o único habitat larval conhecido desse subgênero.

Nebbak *et al.* (2018) em um estudo realizado em Marselha, França em criadouros urbanos como caixa d'água, piscina e córrego constataram que *Ae. albopictus* foi a espécie subdominante com distribuição esporádica. Entretanto, no presente estudo os imaturos coletados dessa espécie foram considerados eudominantes.

As formas imaturas de *Haemagogus* se desenvolvem em ocos de árvore e bambus e bromélias (Forattini, 2002). Nossos resultados demonstraram que foi possível coletar imaturos de *Hg. leucocelaenus* em bromélia, ainda que tendo-se observado apenas um espécime na

bromélia. Existem situações em que é necessário considerar a existência prévia do vetor, ocasionando fatores que incidem sobre a mudança de hábitos por parte das formas imaturas, ocorrendo alterações de ordem qualitativa, dos criadouros descritos para várias espécies de culicídeos de interesse epidemiológico (Forattini, 1998).

Marques *et al.* (2001) afirmaram que o conhecimento da ocupação de bromélias por *Ae. albopictus* pode revelar a possibilidade dessa espécie permanecer em ambientes onde eventualmente poderia haver pressão seletiva. Tal fato está relacionado a *Ae. albopictus* ser uma espécie generalista que tem demonstrado ampla valência ecológica ao colonizar vários tipos de criadouros. Esse comportamento também foi evidenciado no presente estudo, já que detectamos espécimes de *Ae. albopictus* em bromélia. Marques & Forattini (2008) ressaltam que embora o aumento na complexidade do habitat resulte no maior número de espécies encontradas em bromélias, acredita-se que no ambiente natural as bromélias estão menos sujeitas à evaporação e a ventos fortes.

As áreas florestais em meio a regiões densamente povoadas podem revestir-se de grande importância. Primeiro porque que estas áreas podem abrigar grande diversidade de espécies. Segundo que há uma escassez de informações sobre os imaturos de mosquitos nesses remanescentes de Mata Atlântica, que por seu turno apresenta evidências ativas da possibilidade de ser uma fonte para a transmissão de vírus.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, F.V.S.; RIBEIRO, I.P.; FERREIRA-DE-BRITO, A.; SANTOS, A.A.C.D.; MIRANDA, R.M.; BONELY, I.S.; NEVES, M.S.A.S.; BERSOT, M.I., SANTOS, T.P.D.; GOMES, M.Q.; SILVA, J.L.D.; ROMANO, A.P.M.; CARVALHO, R.G.; DITO, R.F.D.C.; RIBEIRO, M.S.; LAPERRIÈRE, R.D.C.; FONSECA, E.O.L.; FALQUETO, A.; PAUPY, C.; FAILLOUX, A.B.; MOUTAILLER, S.; CASTRO, M.G.; GÓMEZ, M.M.; MOTTA, M.A.; BONALDO, M.C.; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, R. *Haemagogus leucocelaenus* and *Haemagogus janthinomys* are the primary vectors in the major yellow fever outbreak in Brazil, 2016-2018. *Emerging Microbes Infections*, v. 8, p. 218–231, 2019.
- ALENCAR, J.; GIL-SANTANA, H.R.; LOPES, C.M.; SANTOS, J.S.; GUIMARÃES, A.É. Utilização de armadilha “ovitrampa” para monitoramento de *Haemagogus janthinomys* (Diptera, Culicidae) em área de Mata Atlântica, *Entomología y Vectores*, v. 11, p. 369–374, 2004.
- ALENCAR, J.; MELLO, C.F.D.; SERRA-FREIRE, N.M.; GUIMARÃES, A.É.; GIL-SANTANA, H.R.; GLEISER, R.M. Biodiversity and Temporal Distribution of Immature Culicidae in the Atlantic Forest, Rio de Janeiro State, Brazil. *PLoS ONE*. v. 11, n. 7, p. 1–15, 2016.
- ALMEIDA, J.F.; BELCHIOR, H.C.M.; RÍOS-VELÁSQUEZ, C.M.; PESSOA, F.A.C. Diversity of mosquitoes (Diptera: Culicidae) collected in different types of larvitrap in an Amazon rural settlement. *PLoS ONE*, v. 15, p. 1-15, 2020.
- CAMPOS, R.E. The aquatic communities inhabiting internodes of two sympatric bamboos in Argentinean subtropical Forest. *Journal of the American Mosquito Control Association* v. 13, n. 93, p. 1-17, 2013.
- CARDOSO, C.A.A.; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, R.; CODEÇO, C.T.; MOTTA, M.A. Mosquitoes in Bromeliads at Ground level of the Brazilian Atlantic Forest: the relationship between mosquito fauna, water volume, and plant type. *Ann. Entomol. Soc. Am.*, v. 108, n. 4, p. 449-458, 2015.

CERETTI-JÚNIOR, W.; MEDEIROS-SOUSA, A.R.; MULTINI, L.C.; URBINATTI, P.R.; VENDRAMI, D.P.; NATAL, D.; MARQUES, S.; FERNANDES, A.; OGATA, H.; MARRELLI, M.T. Immature Mosquitoes in Bamboo Internodes in Municipal Parks, City of São Paulo, Brazil, *Journal of the American Mosquito Control Association*, v. 30, n. 4, p. 268-274, 2014.

CLIMATE DATA. Clima Nova Iguaçu: temperatura, tempo e dados climatológicos Nova Iguaçu - Climate-Data.org [Internet]. 2020. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/rio-de-janeiro/nova-iguacu-4044/>. Acesso em: 2020.

CONSOLI, R.A.G.B.; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, R. *Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil*. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 1994.

De PINA-COSTA, A.; BRASIL, P.; DI SANTI, S.M.; de ARAUJO, M.P.; SUÁREZ-MUTIS, M.C.; SANTELLI, A.C.F.; OLIVEIRA-FERREIRA, J.; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, R.; DANIEL-RIBEIRO, C.T. Malaria in Brazil: what happens outside the Amazonian endemic region. *Mem Inst Oswaldo Cruz*, v. 109, n. 5, p. 618–633, 2014.

FRANK, J.H.; CURTIS, G.A.; EVANS, H.T. On the bionomics of bromeliad-inhabiting mosquitoes. I. Some factors influencing oviposition by *Wyeomyia vanduzeei*. *Mosq. News*, v. 36, p. 25-36, 1976.

FRANK, J.H.; O'MEARA, G.F. Influence of micro and macrohabitat on distribution of some bromeliad-inhabiting mosquitoes. *Entomol. Exp. Appl.* v. 37, p. 169-174, 1985.

FORATTINI, O.P. Culicidae mosquitoes as emerging vectors of diseases. *Revista de Saúde Pública*, v. 32, p. 497-502, 1998.

FORATTINI O.P. *Culicidologia médica*. São Paulo: Editora Universidade de São Paulo. v. 2, p. 864, 2002.

GUIMARÃES, A.E.; ARLÉ, M.; MACHADO, R.N.M. Mosquitoes in the National Park of Serra dos Orgãos, State of Rio de Janeiro, Brazil: II. Vertical distribution. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz*. v. 80, p. 171–185, 1985.

- HARBACH, R.E. *Mosquito Taxonomic Inventory. Culicidae Classification*. Natural History Museum, London, UK. Disponível em: <http://mosquito-taxonomic-inventory.info/simpletaxonomy/term/6045> [Acesso em: 2021].
- JULIANO, S.A. Species interactions among larval mosquitoes: context dependence across habitat gradients. *Annu. Rev. Entomol.* v. 54, p. 37-56, 2009.
- LANE, J. *Neotropical Culicidae*. Editora Universidade de São Paulo, São Paulo. v. 1, 1953a.
- LANE, J. *Neotropical Culicidae*. Editora Universidade de São Paulo, São Paulo. v. 2, 1953b.
- LIMA, G.R.; ARCOS, A.N.; SANTOS, E.V.; SIMÕES, R.C.; LIMA, C.A.P.; TADEI, W.P. Abundância Larval de Anopheles em criadouros artificiais na zona leste de Manaus, Amazonas. *South American Journal*, v. 8, n.1, p. 35-47, 2021.
- 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.
- 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*, v. 31, n. 4, p. 370-7, 1997.
- LOZOVEI, A.L. Mosquitos Dendrícolas (Diptera, Culicidae) em Internódios de Taquara da Floresta Atlântica, Serra do Mar e do Primeiro Planalto, Paraná, Brasil. *Brazilian Arch. Biol. Technol.* v. 41, n. 4, p. 501-508, 1998.
- MARQUES, G.R.A.; SANTOS, R.C.S.; FORATTINI, O.P. *Aedes albopictus* em bromélias de ambiente antrópico no Estado de São Paulo, Brasil. *Rev. Saúde Pública*, v. 35, n. 3, p. 243-248, 2001.
- MARQUES, G.R.A.M.; FORATTINI, O. P. Culicídeos em bromélias: diversidade de fauna segundo influência antrópica, litoral de São Paulo. *Rev. Saúde Pública*, v. 42, n. 6, p. 979-985, 2008.

- MARRELLI, M.T.; MALAFRONTTE, R.S.; SALLUM, M.A.; NATAL, D. *Kerteszia* subgenus of *Anopheles* associated with the Brazilian Atlantic rain forest: current knowledge and future challenges. *Malaria Journal*, v.6, p.127, 2007.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Mata atlântica [Internet]. [local desconhecido]; [acesso em 20.02.20]. Disponível em: https://www.mma.gov.br/biomas/mata-atlantica_emdesenvolvimento. Acesso em: 2020.
- NEBBAK, A.; WILLCOX, A.C.; KOUMARE, S.; BERENGER, J-M.; RAOULT, D.; PAROLA, P.; FONTAINE, A.; BRIOLANT, S.; ALMERAS, L. Longitudinal monitoring of environmental factors at Culicidae larval habitats in urban areas and their association with various mosquito species using an innovative strategy. *Pest. Manag Sci.* v. 75, p. 923-934, 2018.
- PLANO DE MANEJO REBIO TINGUA, 2006. [Internet]. [acesso em 10.01.20]. Disponível em: <http://rebiotingua.eco.br/planodemanejo.php>. Acesso em: 2020.
- RAO, B.B.; HARIKUMAR, P.S.; JAYAKRISHNAN, T.; GEORGE, B. Characteristics of *Aedes (Stegomyia) albopictus* Skuse (Diptera: Culicidae) breeding sites. *Southeast Asian J Trop. Med. Public Health*, v. 42, p. 1077–1082, 2011.
- REINERT, J.F. List of abbreviations for currently valid generic-level taxa in family Culicidae (Diptera). *Journal of the European Mosquito Control Association*, v. 27, p. 68-76, 2009.
- REZENDE, H.R.; VIRGENS, T.M.; LIBERATO, M.A.; VALENTE, F.I.; FERNANDES, A.; URBINATTI, P.R. Aspectos ecológicos de culicídeos imaturos em larvitrapas de floresta e ambiente antrópico adjacente no Município de Linhares, Espírito Santo, Brasil. *Epidemiol. Serv. Saúde*, v. 20, n. 3, p. 385-391, 2011.
- RICHARDSON, B.A. The bromeliad microcosm and the assesement of fauna diversity in a neotropical Forest. *Biotropica*, v. 31, p. 321-336, 1999.
- RUEDA, L. M. Global diversity of mosquitoes (Insecta: Diptera: Culicidae) in freshwater. *Hydrobiologia*, v. 595, p. 477-487, 2008.
- SES - Secretaria de Estado de Saúde do Rio de Janeiro. Informe epidemiológico 020/2018. Monitoramento das emergências em saúde pública - Febre Amarela. Disponível em:

<http://www.riocomsaude.rj.gov.br/Publico/MostrarArquivo.aspx?C=L4wqOoj4OVw%3D>.
Acesso em: 2020.

YEE, D.A.; KNEITEL, J.M.; JULIANO, S.A. Environmental correlates of abundances of mosquito species and stages in discarded vehicle tires. *J. Med. Entomol.* v. 47, p. 53-62, 2010.

CAPÍTULO IV

DINÂMICA POPULACIONAL DE MOSQUITOS (DIPTERA: CULICIDAE) EM FRAGMENTO DE MATA ATLÂNTICA, ESTADO DO RIO DE JANEIRO, BRASIL

Manuscrito em andamento

1. INTRODUÇÃO

Os Culicidae pertencem à ordem Diptera, subordem Nematocera, infraordem Culicomorpha, dividindo-se em duas subfamílias: Anophelinae e Culicinae, possuindo 3588 espécies e subespécies descritas, distribuídas em 113 gêneros (Harbach, 2021). Apresentam elevada importância epidemiológica, devido ao número de espécies envolvidas na veiculação de agentes patogênicos (Forattini, 2002). Algumas espécies dos gêneros *Aedes*, *Anopheles*, *Culex* e *Mansonia* são vetores primários ou secundários de doenças infecciosas como malária, Dengue, filarioses, encefalites virais entre outras (Rueda, 2008).

O levantamento da diversidade da fauna de culicídeos em ambiente de Mata Atlântica durante os processos de ação antrópica ou em possíveis períodos de recuperação da cobertura vegetal é de relevante importância para avaliações das possíveis mudanças de comportamentos e adaptações no padrão de atividades exercidas por populações de mosquitos, até então considerados como de hábito preferencialmente silvestre (Alencar *et al.*, 2012). O conhecimento da distribuição de vetores de doenças e da biodiversidade é essencial para identificar áreas potenciais de alto risco para transmissão de patógenos e avaliar as condutas em áreas protegidas e antropogenicamente perturbadas (Navarro *et al.*, 2015).

A maioria das espécies de mosquitos é ativa durante um período do dia. Seus ritmos circadianos desempenham um papel importante no controle da atividade dos mosquitos governados endogenamente por períodos de luz e escuridão (Abella-Medrano *et al.*, 2020). Os mosquitos são classificados como diurnos, noturnos e crepusculares, no que se refere ao seu período principal de atividade, porém a distribuição deles está relacionada a outros fatores como a temperatura e umidade relativa do ar (Guimarães & Victório, 1986).

Guedes (2012) relata que a capacidade de adaptação ao meio antrópico é a razão pela qual a família Culicidae tem um grande sucesso evolutivo e referiu a possibilidade de agentes etiológicos veiculados por mosquitos apresentarem contínuas adaptações. Desse modo, é importante conhecer sua distribuição no ambiente alterado com vistas a relacioná-las a mudanças não só nos ambientes, mas também na epidemiologia de algumas enfermidades. Forattini & Massad (1998) referem que um ambiente mais preservado não necessariamente

apresenta maior riqueza e diversidade de mosquitos, pois a modificação do habitat gera a substituição das espécies por outras mais bem adaptadas as novas pressões seletivas.

Rückert & Ebel (2018) consideram que as interações ocorridas entre mosquitos vetores e novos hospedeiros vertebrados podem impulsionar a evolução e a emergência de Arbovírus, devido a viagens intensas e distribuição de mosquitos do gênero *Aedes* spp., eventos de transbordamento podem facilmente levar à eclosão de novos patógenos globais.

Assim sendo, a inexistência de dados básicos aliada ao fato de ser uma área pouca estudada no âmbito da entomofauna o objetivo deste trabalho foi de avaliar a composição da fauna de mosquitos em fragmento de Mata Atlântica localizado no Município de Nova Iguaçu, estado do Rio de Janeiro.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização dos pontos de coleta no sítio Boa Esperança em Tinguá

O sítio Boa Esperança (22°35'16.2" S; 043°24'28.9" O) localizado na paisagem do entorno da Rebio do Tinguá é formada principalmente por vegetação secundária, apresentando grandes variações quanto a sua composição florística e estrutura, sendo relativamente antropizado conforme as cotas altimétricas e a proximidade do centro urbano (PMRBIO-Tinguá, 2006) (Figura 4.1).

O clima da região do Tinguá, de acordo com a classificação de Köppen é tropical (Aw), caracterizado por verão chuvoso e inverno seco. A temperatura média anual de toda a região varia entre 13°C e 23°C, com uma pluviosidade média entre 1500mm e 2600 mm. A média de altura do extrato arbóreo é de 30 metros, embora lianas e epífitas estejam presentes em quantidade significativa (PMRebioTinguá, 2006). As espécies mais encontradas na área são: vinhático (*Plathymenia* sp.), o angico (*Piptadenia macrocarpa*), o jacaratirão (*Miconia* sp.) e algumas espécies de canelas (*Nectranda* sp. e *Ocotea* sp.), os jequitibás (*Cariniana legalis*), os jatobás (*Hymenaea altíssima*), as sapucaias (*Lecythis pisonis*), o pau-pereira (*Geissospermium leave*), a maminha de porca (*Zanthoxylum rhoifolium*) e densas moitas de bambu (*Bambusa* spp.) (Souza, 2003).

A paisagem dos pontos de amostragens foram georreferenciados com auxílio de GPS da marca Garmin®. Inicialmente registrados com o sistema de coordenadas Latitude/Longitude, composto por leitura de medianos e paralelos, para facilitar as análises de processamento junto ao programa de software Google Earth® e ArGisPRO (Figura 4.1).

Os seis pontos de amostragem (1, 2, 3, 4, 5 e 6) foram selecionados com o objetivo de representar a diversidade da cobertura vegetal da área de estudo ao longo de um gradiente de perturbação.



Figura 4.1: Mapa de distribuição dos pontos de captura com a utilização de armadilha luminosa de CDC com CO₂ no sítio Boa Esperança, Município Nova Iguaçu, estado do Rio de Janeiro (Fonte: Google Earth®; ArGisPRO).

Ponto amostral 1: Localizado próximo à área habitada (22°35'15.3"S; 043°24'29.9"W) é caracterizado pela presença de vegetação baixa e rasteira típico de vegetação secundária, neste local localiza-se a residência dos moradores e abrigo dos animais (cães, pássaros, coelhos, cavalos, vacas, porcos e galinhas). Ponto amostral 2: Localizado na área de transição entre o fragmento florestal e a área antropizada (22°35'14.0"S; 043°24'31.8"W) é caracterizado por um descampado com vegetação rasteira e gramínea, local utilizado para pastagem de animais, esta região apresenta espécies típicas de áreas degradadas como o alecrim-do-campo (*Baccharis dracunculifolia*), associado a comunidades de capim-sapê (*Imperata brasiliensis*), este é comumente encontrado em solos secos e ácidos. Ponto amostral 3: Local de amostragem composto com predominância de monocultura de bambu (22°35'15.3"S; 043°24'33.4"W). Ponto amostral 4: possui uma cobertura vegetal ricamente composta por plantas endêmicas da região, com arbustos chegando a 20 metros (22°35'09.2"S; 043°24'36.0"W). Ponto amostral 5: apresenta uma densa camada arbustiva, com árvores altas chegando a 20 metros, muito próximas umas das outras (22°35'09.7"S; 043°24'41.8"W). Ponto amostral 6: apresenta as árvores com dossel não contínuo, entre 20 e

30 m. Os estratos arbustivos e herbáceos apresentam-se mais ou menos desenvolvidos, dependendo da situação, condicionando trechos nos quais a locomoção se torna difícil e outros nos quais esta é feita com facilidade (22°35'07.6"S; 043°24'40.0"W).

As amostragens foram realizadas entre abril de 2018 e março de 2019 durante 24 horas de amostragem, utilizando seis armadilhas luminosas de CDCs automáticas com CO₂ instaladas em uma altura de 1,5 metros do solo, sendo instalada uma armadilha em cada ponto amostral (Figura 4.2). As capturas foram realizadas quinzenalmente e se repetiram utilizando o mesmo método de captura e temporalidade para todos os pontos amostrais. O esforço amostral foi de doze meses totalizando 576 horas de capturas e 144 amostragens. Após a captura, transferiu-se os mosquitos para gaiolas padronizadas, sendo os mesmos transportados ao laboratório para triagem e identificação.

A identificação específica dos adultos obtidos da criação das larvas foi realizada pela observação direta dos caracteres morfológicos evidenciáveis ao Microscópio estereoscópico e baseada nas chaves dicotômicas e redescritões elaboradas por Lane (1953a/b), Consoli & Lourenço-de-Oliveira (1994) e Forattini (2002). As abreviaturas dos nomes genéricos e subgenéricos seguem a proposta de Reinert (2009). Posteriormente os espécimes foram incorporados à Coleção Entomológica do Instituto Oswaldo Cruz, sob o título de “Coleção da Mata Atlântica”.



Figura 4.2: **A-** Montagem da armadilha luminosa de CDC com CO₂ no sítio Boa Esperança, Tinguá, Município de Nova Iguaçu, estado do Rio de Janeiro; **B-** Triagem dos adultos do pulsar da armadilha luminosa CDC (Fotos: Paulo Leite).

2.2 Análises estatísticas

Para avaliar e comparar diferenças nas populações de mosquitos em cada ponto amostral foram utilizados os índices de diversidade de Shannon-Wiener (H') e Equitatividade de Shannon (J) (Shannon, 1948). O índice de diversidade (H') foi escolhido por ser apropriado para amostras aleatórias de espécies de uma população ou subcomunidade. Já a Equitatividade (J) se refere à distribuição dos indivíduos entre as espécies, sendo proporcional à diversidade e inversamente proporcional à dominância. Foram calculados pelas fórmulas: $H' = -\sum p_i \ln p_i$, onde: p_i é a proporção da espécie em relação ao número total de espécimes encontrados nos levantamentos realizados; e $J = H' / H_{\text{máx}}$, e $H_{\text{máx}} = \ln s$, onde H' = índice de Shannon-Wiener; s = número de espécies amostradas.

A dominância das espécies foi definida de acordo com as categorias estabelecidas por FRIEBE (1983), sendo: eudominante > 10%, 5% ≤ dominante < 10%, 2% ≤ subdominante < 5% = $(i / t) * 100$, onde i é o total de indivíduos de determinada espécie; e t o total de espécimes coletados. Visando analisar a influência dos fatores climáticos (temperatura, umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica) sobre a abundância a análise dos dados foi realizada pelo Coeficiente de Correlação de Spearman, com nível de confiança de 95% e 99%, com auxílio do software IBM® SPSS® Statistics Version 23.

3. RESULTADOS

Durante o período de estudo, identificaram-se 2621 espécimes abrangendo 22 espécies distribuídos em 12 gêneros (Tabela 4.1). Verificou-se tanto maior riqueza (S), diversidade e equitabilidade quanto maior abundância populacional de culicídeos no ponto amostral 5 que apresentou um total de 577 indivíduos, enquanto no ponto 1 apresentou o menor número de espécimes com 192. Em contrapartida, os pontos amostrais 1 e 2 apresentaram a menor riqueza, no entanto, a equitabilidade foi observada menor no ponto de amostragem 6 (Tabela 4.1).

A maior abundância de espécimes pertencia ao gênero *Culex* representando (85,2%) seguidos por outros menos abundantes como: *Wyeomyia* (5,3%), *Aedes* (3,5%), *Limatus* (3,1%), *Trichoprosopon* (1,1%), *Haemagogus* (0,5%), *Anopheles* (0,3%), *Coquillettidia* (0,3%), *Sabethes* (0,3%) e *Psorophora* (0,2%) (Tabela 4.1).

Tabela 4.1: Valores absolutos, dominância (D%), riqueza específica (S), Índice de diversidade de Shannon (H'), e equitabilidade de Shannon (J) referente aos adultos capturados em seis pontos de captura com o uso de armadilha luminosa CDC com CO₂ no período de abril de 2018 a março de 2019 no sítio Boa Esperança em Tinguá, Nova Iguaçu, estado do Rio de Janeiro.

Espécies/ Ponto	1		2		3		4		5		6		Total	
	N	D%	N	D%										
<i>Ad. (Ady.) squamipennis</i> (Lynch-Arribálzaga, 1878).	1	0,5%	0	0,0%	1	0,3%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	2	0,1%
<i>Ae. (Stg.) albopictus</i> (Skuse, 1895)	3	1,6%	11	3,6%	3	1,0%	3	0,5%	4	0,7%	2	0,3%	26	1,0%
<i>Ae. (Och.) scapularis</i> (Rondani, 1848)	6	3,1%	17	5,5%	9	2,9%	17	2,8%	14	2,4%	1	0,2%	64	2,4%
<i>Ae. (Och.) serratus</i> (Theobald, 1901)	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	1	0,2%	0	0,0%	1	0,0%
<i>An. (Nys.) evansae</i> (Brèthes, 1926)	0	0,0%	1	0,3%	2	0,6%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	3	0,1%
<i>An. (Nys.) oswaldoi</i> (Peryassú, 1922)	0	0,0%	1	0,3%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	1	0,0%
<i>Anopheles</i> sp.	1	0,5%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	1	0,0%
<i>An. (Nys.) triannulatus</i> (Neiva & Pinto, 1922)	0	0,0%	0	0,0%	2	0,6%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	2	0,1%
<i>Cq. (Rhy.) chrysonotum</i> (Theobald, 1912)	0	0,0%	1	0,3%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	1	0,0%
<i>Cq. (Rhy.) venezuelensis</i> (Theobald, 1912)	2	1,0%	2	0,6%	3	1,0%	1	0,2%	0	0,0%	0	0,0%	8	0,3%
<i>Culex (Culex)</i> sp.	168	87,5%	255	82,5%	269	87,3%	515	84,3%	445	77,1%	572	91,7%	2224	84,9%
<i>Cx. (Mcx.) pleuristriatus</i> Theobald, 1903	1	0,5%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	1	0,0%
<i>Cx. (Cux.) usquatus</i> Dyar, 1918	5	2,6%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	5	0,2%
<i>Cx. (Mcx.) retrosus</i> Lane & Whitman, 1951	1	0,5%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	1	0,0%
<i>Culex. (Melanoconion)</i> sp.	0	0,0%	2	0,6%	1	0,3%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	3	0,1%
<i>Hg. (Con.) leucocelaenus</i> (Dyar & Shannon, 1924)	0	0,0%	0	0,0%	2	0,6%	6	1,0%	5	0,9%	1	0,2%	14	0,5%
<i>Li.durhamii</i> Theobald, 1901	0	0,0%	3	1,0%	3	1,0%	19	3,1%	48	8,3%	8	1,3%	81	3,1%
<i>Ps. (Jan.) ferox</i> (Humboldt, 1820)	0	0,0%	0	0,0%	2	0,6%	0	0,0%	1	0,2%	3	0,5%	6	0,2%
<i>On. personatum</i> (Lutz, 1904)	0	0,0%	0	0,0%	1	0,3%	8	1,3%	2	0,3%	0	0,0%	11	0,4%
<i>Sa. (Pey.) identicus</i> Dyar & Knab, 1907	0	0,0%	2	0,6%	0	0,0%	1	0,2%	6	1,0%	0	0,0%	9	0,3%
<i>Tr. digitatum</i> (Rondani, 1948)	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	1	0,2%	1	0,2%	2	0,3%	4	0,2%
<i>Tr. pallidiventer</i> (Lutz, 1905)	0	0,0%	0	0,0%	4	1,3%	5	0,8%	10	1,7%	5	0,8%	24	0,9%

<i>Wyeomyia (Pho.)</i> sp.	2	1,0%	6	1,9%	6	1,9%	22	3,6%	22	3,8%	20	3,2%	78	3,0%
<i>Wy. (Wy.) arthrostigma</i> (Lutz, 1905)	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	2	0,3%	1	0,2%	3	0,1%
<i>Wyeomyia</i> sp.	1	0,5%	1	0,3%	0	0,0%	9	1,5%	14	2,4%	8	1,3%	33	1,3%
<i>Wy. (Pho.) edwardsi</i> (Lane & Cerqueira, 1942)	0	0,0%	7	2,3%	0	0,0%	4	0,7%	2	0,3%	1	0,2%	14	0,5%
<i>Wy. (Cru.) dyari</i> Lane & Cerqueira, 1942	1	0,5%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	1	0,0%
Total	192	100,0%	309	100,0%	308	100,0%	611	100,0%	577	100,0%	624	100,0%	2621	100,0%
Riqueza (S)	8		9		11		10		12		10		22	
Diversidade (H')	0,645		0,816		0,677		0,766		0,998		0,444			
Equitabilidade de Shannon (J)	0,259		0,318		0,256		0,298		0,368		0,179			

Durante os doze meses de coleta, a maior abundância se deu nos meses de abril e novembro de 2018, com 761 e 537 espécimes coletados, respectivamente. Em 2019, a maior abundância se deu no mês de março, com 477 espécimes coletados. Os meses de 2018 que apresentaram menor abundância foram agosto e setembro com 30 e 32 espécimes, respectivamente. Em 2019 o mês de janeiro apresentou menor abundância com 74 espécimes (Tabela 4.2).

Tabela 4.2: Distribuição mensal das espécies de Culicidae, valores absolutos (N) capturados com uso de armadilha luminosa de CDC com CO₂ no sítio Boa Esperança em Tinguá, Município de Nova Iguaçu, estado do Rio de Janeiro, Brasil, no período de abril de 2018 a março de 2019.

Ano	2018									2019			Total
	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	
<i>Ad. (Ady.) squamipennis</i> (Lynch-Arribálzaga, 1878)	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2
<i>Ae. (Stg) albopictus</i> (Skuse, 1895)	4	1	1	1	0	0	1	0	2	2	8	6	26
<i>Ae. (Och.) scapularis</i> (Rondani, 1848)	1	0	0	0	1	0	9	21	4	2	17	9	64
<i>Ae. (Och.) serratus</i> (Theobald, 1901)	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>An. (Nys.) evansae</i> (Brèthes, 1926)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3
<i>An. (Nys.) oswaldoi</i> (Peryassú, 1922)	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Anopheles</i> sp.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>An. (Nys.) triannulatus</i> (Neiva & Pinto, 1922)	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Cq. (Rhy.) chrysonotum</i> (Theobald, 1912)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Cq. (Rhy.) venezuelensis</i> (Theobald, 1912)	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	8
<i>Culex. (Culex)</i> sp.	754	183	56	36	19	5	92	391	97	61	86	444	2224
<i>Cx. (Mcx.) pleuristriatus</i> Theobald, 1903	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Cx. (Cux.) usquatus</i> Dyar, 1918	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
<i>Cx. (Mcx.) retrosus</i> Lane & Whitman, 1951	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Culex. (Mel.)</i> sp.	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	3
<i>Hg. (Con.) leucocelaenus</i> (Dyar & Shannon, 1924)	0	1	2	0	0	1	0	3	1	0	2	4	14
<i>Li. durhamii</i> Theobald, 1901	1	6	2	3	3	0	7	53	1	0	4	1	81
<i>Ps. (Jan.) ferox</i> (Humboldt, 1820)	1	1	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	6
<i>On. personatum</i> (Lutz, 1904)	0	8	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	11
<i>Sa. (Pey.) identicus</i> Dyar & Knab, 1907	0	0	0	2	0	0	0	6	0	0	1	0	9
<i>Tr. digitatum</i> (Rondani, 1948)	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	4
<i>Tr. pallidiventer</i> (Lutz, 1905)	0	6	0	3	0	3	2	10	0	0	0	0	24
<i>Wyeomyia. (Pho.)</i> sp.	0	5	10	4	1	16	10	27	0	0	1	4	78
<i>Wy. (Wy.) arthrostigma</i> (Lutz, 1905)	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Wyeomyia</i> sp.	0	0	2	5	3	2	0	18	0	1	2	0	33
<i>Wy. (Pho.) edwardsi</i> (Lane & Cerqueira, 1942)	0	0	0	0	0	0	0	6	1	0	5	0	14
<i>Wy. (Cru.) dyari</i> Lane & Cerqueira, 1942	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
TOTAL	761	222	74	57	30	32	127	537	106	74	124	477	2621

Os espécimes capturados na área de estudo foram correlacionados com as seguintes variáveis climáticas: temperatura, umidade relativa, ponto do orvalho e precipitação. Com base nos valores do ponto do orvalho foi constatado correlação positiva para seguintes espécies: *Cx. (Culex) sp.*, *Aedes albopictus* (Skuse, 1895) e *Ae. scapularis* (Rondani, 1848), sendo esta última correlacionada positivamente também com a precipitação pluviométrica maior abundância coletada dessa espécie foi em novembro e fevereiro (Tabela 4.3, Figura 4.3). Considerando os somatórios das espécies, *Coquillettidia venezuelensis* (Theobald, 1912) mostrou correlação positiva para umidade relativa do ar (Figura 4.4).

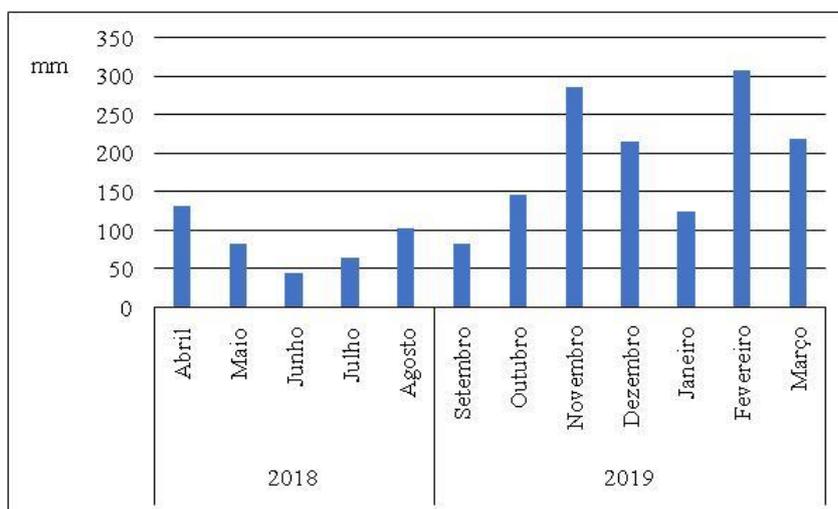


Figura 4.3: Índice pluviométrico mensal durante um ano de amostragem na área do sítio Boa Esperança em Tinguá, Município de Nova Iguaçu, estado do Rio de Janeiro, Brasil, no período de abril de 2018 a março de 2019.

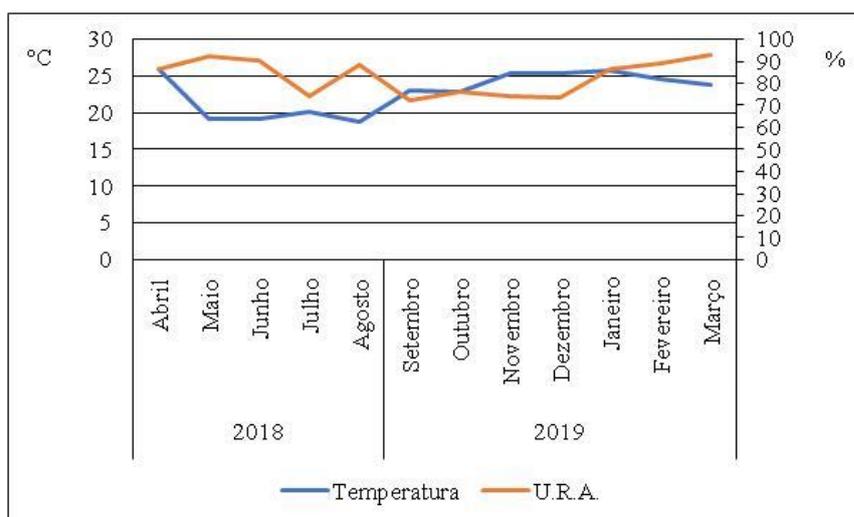


Figura 4.4: Temperatura e umidade relativa mensal durante um ano de amostragem na área do sítio Boa Esperança em Tinguá, Município de Nova Iguaçu, estado do Rio de Janeiro, Brasil, no período de abril de 2018 a março de 2019.

Tabela 4.3: Correlação de Spearman considerando a temperatura (Temp.), umidade relativa (U.R.A.), ponto do orvalho (P.O) e precipitação (Prec.) das espécies capturadas em armadilha luminosa de CDC com CO₂ na área do sítio Boa Esperança em Tinguá, Município de Nova Iguaçu, estado do Rio de Janeiro, Brasil, no período de abril de 2018 a março de 2019.

Espécies	Temp.		U.R.A.		P.O.		Prec.	
	r	p	r	p	r	p	r	p
<i>Ad. (Ady.) squamipennis</i> (Lynch-Arribálzaga, 1878).	-0,389	0,211	-0,259	0,416	-0,519	0,084	-0,292	0,357
<i>Ae. (Stg) albopictus</i> (Skuse, 1895)	0,506	0,094	0,431	0,162	0,712**	0,009	0,455	0,137
<i>Ae. (Och.) scapularis</i> (Rondani, 1848)	0,508	0,092	-0,036	0,912	0,612*	0,034	0,952**	0,000
<i>Ae. (Och.) serratus</i> (Theobald,1901)	-0,044	0,893	-0,480	0,114	-0,350	0,265	-0,262	0,410
<i>An. (Nys.) evansae</i> (Brèthes, 1926)	0,394	0,205	-0,044	0,893	0,394	0,205	-0,044	0,893
<i>An. (Nys.) oswaldoi</i> (Peryassú, 1922)	-0,481	0,113	0,131	0,685	-0,350	0,265	-0,131	0,684
<i>Anopheles</i> sp.	-0,131	0,684	-0,131	0,685	-0,044	0,893	0,131	0,684
<i>An. (Nys.) triannulatus</i> (Neiva & Pinto, 1922)	-0,394	0,205	0,393	0,206	-0,131	0,684	-0,262	0,410
<i>Cq. (Rhy.) chrysonotum</i> (Theobald, 1912)	0,394	0,205	-0,044	0,893	0,394	0,205	-0,044	0,893
<i>Cq. (Rhy.) venezuelensis</i> Theobald,1912)	-0,088	0,787	0,686*	0,014	0,291	0,360	0,401	0,196
<i>Culex. (Culex)</i> sp.	0,511	0,089	0,294	0,354	0,704*	0,011	0,574	0,051
<i>Cx. (Mcx.) pleuristriatus</i> Theobald, 1903	0,394	0,205	-0,044	0,893	0,394	0,205	-0,044	0,893
<i>Cx. (Cux.) usquatus</i> Dyar, 1918	-0,394	0,205	0,393	0,206	-0,131	0,684	-0,262	0,410
<i>Cx. (Mcx.) retosus</i> Lane & Whitman, 1951	-0,219	0,495	-0,218	0,495	-0,481	0,113	-0,394	0,205
<i>Culex. (Mel.)</i> sp.	-0,251	0,431	0,251	0,432	-0,112	0,730	-0,419	0,175
<i>Hg. (Con.) leucocelaenus</i> (Dyar & Shannon, 1924)	0,055	0,865	0,282	0,375	0,154	0,633	0,392	0,207
<i>Li. durhamii</i> Theobald, 1901	-0,361	0,249	0,138	0,669	-0,159	0,621	0,232	0,468
<i>Ps. (Jan.) ferox</i> (Humboldt, 1820)	-0,404	0,193	0,226	0,480	-0,135	0,677	-0,121	0,708
<i>On. personatum</i> (Lutz, 1904)	0,130	0,688	-0,084	0,796	0,226	0,480	0,247	0,439
<i>Sa. (Pey.) identicus</i> Dyar & Knab, 1907	0,124	0,701	-0,248	0,437	-0,046	0,887	0,294	0,353
<i>Tr. digitatum</i> (Rondani, 1948)	-0,235	0,462	0,152	0,637	-0,208	0,518	-0,168	0,601
<i>Tr. pallidiventer</i> (Lutz,1905)	-0,235	0,462	-0,363	0,246	-0,413	0,182	-0,159	0,623
<i>Wyeomyia. (Pho.)</i> sp.	-0,411	0,184	-0,135	0,677	-0,477	0,117	-0,174	0,589
<i>Wy. (Wy.) arthrostigma</i> (Lutz, 1905)	-0,442	0,151	0,091	0,778	-0,474	0,120	-0,493	0,104
<i>Wyeomyia</i> sp.	-0,223	0,486	-0,292	0,357	-0,439	0,153	-0,165	0,609
<i>Wy. (Pho.) edwardsi</i> (Lane & Cerqueira, 1942)	0,533	0,074	-0,112	0,728	0,454	0,138	0,542	0,069
<i>Wy. (Cru.) dyari</i> Lane & Cerqueira, 1942	-0,044	0,893	-0,480	0,114	-0,350	0,265	-0,262	0,410

* Correlation is significant at the 0.05 level.

** Correlation is significant at the 0.01 level.

Os espécimes do subgênero *Culex* (*Culex*) foram eudominantes ao longo do período de estudo. *Aedes scapularis*, *Li. durhamii* Theobald, 1901 e *Wy. (Pho.)* sp. foram consideradas subdominantes apresentando menos de 5% dos espécimes encontrados durante o período amostral (Figura 4.5).

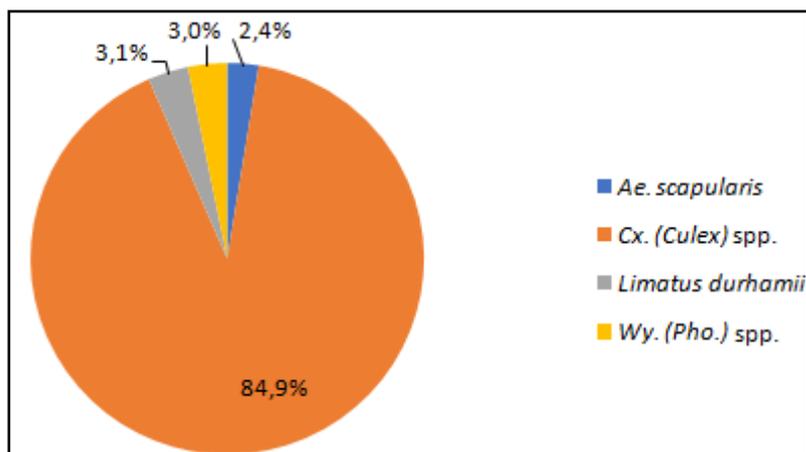


Figura 4.5: Espécies de mosquito do subgênero *Culex* (*Culex*) foram eudominantes e as espécies *Ae. scapularis* e *Limatus durhamii* e do subgênero *Wy. (Pho.)* foram subdominantes capturados em armadilha luminosa CDC com CO₂ na área do sítio Boa Esperança em Tinguá, Município de Nova Iguaçu, estado do Rio de Janeiro.

4. DISCUSSÃO

O presente estudo permitiu detectar que o número de espécies presentes no fragmento florestal do sítio Boa Esperança (22 espécies e 12 gêneros) foi comparável aos números observados em outras manchas de Mata Atlântica. Por exemplo, Alencar *et al.* (2020) coletaram 41 espécies de mosquitos de 12 gêneros no remanescente de floresta Atlântica da Reserva Biológica de Poço das Antas, Rio de Janeiro, embora apenas 36% das espécies fossem comuns àquelas coletadas no sítio Boa Esperança (Município de Nova Iguaçu). Na área do Parque Municipal de Nova Iguaçu, dentro da área de proteção natural Gericinó-Mendanha, também no Estado do Rio de Janeiro, foram registradas 31 espécies de 12 gêneros (Correa *et al.*, 2014).

Consoli & Lourenço-de-Oliveira (1994) consideram que *Ae. scapularis* apresenta uma associação a desenvolver a suas atividades em paisagem modificada, humanizada ou artificial. Segundo Forattini (1965), *Ae. scapularis* é mais freqüente, sendo capturado no crepúsculo vespertino. Esta espécie encontra-se preferencialmente nas amostras realizadas em áreas onde há efeitos da ação antrópica. No presente trabalho foram capturados 64 espécimes de *Ae. scapularis* sendo a mesma proporção 32 espécimes encontrados mais próximo da área degradada, ou seja, no peridomicílio e os outros foram coletados na área mais fechada da mata.

Gomes *et al.* (2010a) relataram que para alguns grupos de insetos, a integridade da vegetação apresenta uma maior influência na composição dos insetos do que o tamanho do fragmento, distância da borda ou tipo de vegetação ao redor do fragmento da floresta.

Alencar *et al.* (2018) observaram que influência da umidade relativa (U.R.A) favoreceu diretamente a atividade de algumas espécies de mosquitos e a cobertura florestal foi um fator limitante na distribuição dos táxons. No nosso estudo constatamos que a U.R.A foi determinante para *Cq. venezuelensis*. Entretanto, essa variável não apresentou influência sobre as demais espécies. A abundância e riqueza dos mosquitos estão associadas a fatores bióticos como a disponibilidade de hospedeiros para a alimentação, plantas como abrigo e para oviposição e a fatores abióticos relativos à umidade, sazonalidade e temperatura (Abella-Medrano *et al.*, 2020). Mudanças na abundância dos hospedeiros devido a impactos antropogênicos podem afetar a escolha das espécies quanto ao habitat, principalmente as consideradas generalistas (Takken & Verhulst, 2013).

Orlandin *et al.* (2020) relatam que existe uma variação na abundância de espécies a partir da borda para o interior da floresta, isso ocorre devido à transição de áreas que refletem espécies de mosquitos que ocorrem na borda e no interior da floresta. Existe um risco maior para as comunidades rurais do surgimento de doenças infecciosas, particularmente aquelas transmitidas por vetores, como os Arbovírus, justamente porque as pessoas coexistem com mosquitos e animais selvagens ao redor dos domicílios (Catenacci *et al.*, 2018). Observamos que no presente estudo as espécies apresentaram as maiores abundâncias nos pontos amostrais constituídos com cobertura vegetal de mata mais preservada. De maneira semelhante foi observado por Orlandin *et al.* (2020) que relatam que algumas espécies apresentaram maior abundância em pontos dentro da floresta.

No presente estudo a maior abundância de espécies foi do gênero *Culex* com 85% dos espécimes coletados. Algumas espécies do subgênero *Culex* parecem beneficiar-se de ambientes modificados pela ação do homem, por isso observa-se a colonização em ecótopos naturais e artificiais (Gomes & Forattini, 1990). Figueiredo (2007) relaciona que presença de espécies dos gêneros *Culex* e *Aedes* em cidades populosas, eventualmente associadas a seres humanos ou animais infectados oriundos de sítios eco-epidemiológicos, nos casos em que existem zoonoses arbovídicas, pode sinalizar risco de emergência de doenças

Os maiores índices pluviométricos ocorreram em novembro e dezembro de 2018 e fevereiro e março de 2019 exatamente no período chuvoso, neste caso notamos maior abundância de espécies nos meses de novembro e março. Pinto *et al.* (2009) observaram em uma floresta tropical que o número de mosquitos foi maior durante a estação chuvosa e menor

no início da estação seca, tanto no dossel quanto no nível do solo. Além disso, uma grande variedade de mosquitos tem a capacidade de manter seus ovos em um estágio quiescente em más condições até que a situação ambiental melhore o que geralmente coincide com o verão na estação chuvosa (Catenacci *et al.*, 2018).

Haemagogus leucocelaenus (Dyar & Shannon, 1924) apresentaram baixa abundância de espécimes coletados durante o período amostral. Gomes *et al.* (2010b) relataram que *Hg. leucocelaenus* mostra-se apto a sobreviver em ambientes alterados pelo homem. Entretanto, no presente trabalho não foi observado esse comportamento eclético de atividade, essa espécie foi encontrada apenas dentro da mata.

Lopes *et al.* (1999), coletaram 8% de espécimes do gênero *Anopheles* na área da Reserva Biológica de Tinguá, no entanto, observamos uma baixa abundância de *Anopheles* durante o período amostral representando 1% do total dos espécimes capturados.

Lopes *et al.* (1999) utilizando armadilhas luminosas (Shannon) usadas para atrair mosquitos, capturaram 51% de espécies da tribo Sabethini na área da Reserva Biológica do Tinguá, sendo *Sabethes identicus* Dyar & Knab, 1907 e *Wy. theobaldi* as duas espécies mais frequentes. Já no presente trabalho, essa tribo foi representada com 21% dos espécimes capturados em armadilhas luminosas CDC.

Paula *et al.* (2015) ressaltam que é importante realizar uma investigação entomológica sobre a composição de espécies de assembléias de Culicidae em áreas silvestres e rurais que podem ajudar a destacar a importância de manter áreas naturais em uma matriz de ambiente antrópico, mostrando a riqueza biológica desses artrópodes. Observamos que neste presente estudo a paisagem dos diferentes pontos amostrais e a presença e manutenção dos principais criadouros foram determinantes na abundância e diversidade da fauna culicidéana.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, F.V.S.; RIBEIRO, I.P.; FERREIRA-DE-BRITO, A.; SANTOS, A.A.C.D.; MIRANDA, R.M.; BONELY, I.S.; NEVES, M.S.A.S.; BERSOT, M.I.; SANTOS, T.P.D.; GOMES, M.Q.; SILVA, J.L.D.; ROMANO, A.P.M.; CARVALHO, R.G.; DITO, R.F.D.C.; RIBEIRO, M.S.; LAPERRIÈRE, R.D.C., FONSECA, E.O.L.; FALQUETO, A.; PAUPY, C.; FAILLOUX, A.B.; MOUTAILLER, S.; CASTRO, M.G.; GÓMEZ, M.M.; MOTTA, M.A.; BONALDO, M.C.; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, R. *Haemagogus leucocelaenus* and *Haemagogus janthinomys* are the primary vectors in the major yellow fever outbreak in Brazil, 2016-2018. *Emerg Microbes Infect.* v. 8, n. 1, p. 218–231, 2019.
- ABELLA-MEDRANO, C.A.; ROIZ, D.; ISLAS, C.G-R.; SALAZAR-JUÁREZ, C.L.; OJEDA-FLORES, R. Assemblage variation of mosquitoes (Diptera: Culicidae) in different land use and activity periods within a lowland tropical forest matriz in Campeche, Mexico. *Journal of Vector Ecology*, v. 45, n. 2, p. 188–196, 2020.
- ALENCAR, J.; MELLO, V.S.; SERRA-FREIRE, N.M.; SILVA, J.S.; MORONE, F.C.; GUIMARÃES, A.E. Evaluation of Mosquito (Diptera: Culicidae) Species Richness using Two Sampling Methods in the Hydroelectric Reservoir of Simplício, Minas Gerais, Brazil. *Zoological Science*, v. 29, n. 2, p. 218–222, 2012.
- ALENCAR, J.; MELLO, C.F.; MORONE, F.; ALBUQUERQUE, H.G.; SERRA-FREIRE, N.M.; GLEISER, R.M.; SILVA, J.O.F.; GUIMARÃES, A.E. Distribution of *Haemagogus* and *Sabethes* species in relation to Forest cover and climatic factors in the Chapada dos Guimarães National Park, state of Mato Grosso, Brazil. *Journal of the American Mosquito Control Association*, v. 34, n. 2, p. 85–92, 2018.
- ALENCAR, J.; MELLO, C.F.; RODRÍGUEZ-PLANES, L.; SILVA, J.S.; GIL-SANTANA, H.R.; BASTOS, A.Q.; ALBUQUERQUE, H.G.; RODRIGUES, W.C.; GUIMARÃES, A.E. Ecosystem diversity of mosquitoes (Diptera: Culicidae) in a remnant of Atlantic Forest, Rio de Janeiro state, Brazil. *Austral Entomology*, v. 60, p. 244–256, 2020.
- AMRAOUI, F.; BEM AYED, W.; MADEC, Y.; FARAJ, C.; HIMMI, O.; BTISSAM, A.; SARIH, M.; FAILLOUX, A. Potential of *Aedes albopictus* to cause the emergence of arboviruses in Morocco. *Plos Neglected Tropical Diseases*, v. 13, n. 2, p. 1-12, 2019.

- CATENACCI, L.S.; NUNES-NETO, J.; DEEM, S.L.; PALMER, J.L.; TRAVASSOS-DA-ROSA, E.S.; TELLO, J.S. Diversity patterns of hematophagous insects in Atlantic Forest fragments and human-modified áreas of southern Bahia, Brazil. *Journal of Vector Ecology*, v. 43, n. 2, p. 293–304, 2018.
- CONSOLI, R.A.G.B., LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, R. *Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil*. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz; 1994.
- CORREA, F.F.; GLEISER, R.M.; LEITE, P.J.; FAGUNDES, E.; GIL-SANTANA, H.; MELLO, C.F.; GREDILHA, R.; ALENCAR, J. Mosquito (Diptera: Culicidae) communities in Nova Iguaçu Natural Park Rio de Janeiro, Brazil. *Journal of the American Mosquito Control Association*, v. 30, p. 83–90, 2014.
- DONALÍSIO, M. R.; GLASSER, C. M. Vigilância entomológica e controle de vetores do Dengue. *Rev. Bras. Epidemiol.* São Paulo, v. 5, n. 3, 2002.
- GOMES, A. de C.; FORATTINI, O. P. Abrigos de mosquitos *Culex* (*Culex*) em zona rural (Diptera: Culicidae). *Rev. Saúde públ.* v. 24, p. 394–397, 1990.
- GOMES, A. C. Vigilância Entomológica. *Inf. epidemiol. SUS.*, Brasília, v.11, n. 3, p. 79–90, 2002.
- GOMES, J.P.; IANNUZI, L.; LEAL, IR. Resposta da comunidade de formigas aos atributos dos fragmentos e da vegetação em uma paisagem da Floresta Atlântica nordestina. *Neotropical Entomology*, v. 39, p. 898–905, 2010a.
- GOMES, A.C.; TORRES, M.A.N.; DE PAULA, M.B.; FERNANDES, A.; MARASSÁ, A.M.; CONSALES, C.A.; FONSECA, D.F. Ecologia de *Haemagogus* e *Sabethes* (Diptera: Culicidae) em áreas epizoóticas do vírus da febre amarela, Rio Grande do Sul, Brasil. *Epidemiol. Serv. Saúde*, v. 19, n. 2, p. 101–113, 2010b.
- GUEDES, M. P. Culicidae (Diptera) no Brasil: relações entre diversidade, distribuição e enfermidades. *Oecologia Australis*, v. 16, n. 2, p. 283–296, 2012.
- GUIMARÃES, A.É.; VICTÓRIO, V.M.N. Mosquitos no parque nacional da Serra dos Órgãos, estado do Rio de Janeiro, Brasil. III. Preferência horária para hematofagia. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz*, v. 81, n. 1, p. 93–103, 1986.

- FIGUEIREDO, L.T.M. Emergent arboviruses in Brazil. *Rev. Soc. Bras. Med. Trop.* v. 40, n. 2, p. 224–229, 2007.
- FORATTINI, O.P.; GOMES, A.C.; NATAL, D.; KAKITANI, I.; MARUCCI, D. Preferências alimentares de mosquitos Culicidae no Vale do Ribeira, São Paulo, Brasil. *Rev. Saúde públ.* v. 21, n. 3, p. 171–187, 1987.
- FORATTINI, O.P.; MASSAD, E. Culicidae vectors and anthropic changes in a southern Brazil natural ecosystem. *Ecosystem Health*, v.4, p. 9–19, 1998.
- HUTCHINGS, R.S.G.; SALLUM, M.A.M.; FERREIRA, R.L.; HUTCHINGS, R.W. Mosquitoes of the Jáu National Park and their potential importance in Brazilian Amazonia. *Med. Vet. Entomol.* v. 19, n. 4, p. 428–441, 2005.
- LOPES, C.M.; GUIMARÃES, A.É.; MELLO, R.P.; ALENCAR, J. Ecologia de mosquitos (Diptera: Culicidae) em áreas da reserva Biológica do Tinguá, município de Nova Iguaçu, estado do Rio de Janeiro, Brasil. I- Diversidade Faunística. *Entomología y Vectores*, v.6, n. 5, p. 563-576, 1999.
- LOZOVEI, A.L. Microhabitats de mosquitos (Diptera, Culicidae) em internódios de Taquara na Mata Atlântica, Paraná, Brasil. *Iheringia, Série Zoologia*, v. 90, p. 3–13, 2001.
- NAVARRO, S.; ENRÍQUEZ, P.D.; CAMPAÑA, Y.; BENÍTEZ-ORTIZ, W. New *Sabethes* (Diptera: Culicidae) species records for Ecuador, from Colonso-Chalupas biological reserve, province of Napo (Amazon). *J. Entomol. Zool. Stud.* v. 3, p. 169–172, 2015.
- PAULA, M.B.; FERNANDES, A.; MEDEIROS-SOUSA, A.R.; CERETTI-JÚNIOR, W.; CHRISTE, R.; STROEBEL, R.C.; PEDROSA, L.; ALMEIDA, R.M.M.S.; CARVALHO, G.C.; PEREIRA, U.D.; JACINTHO, M.C.O.; NATAL, D.; MARRELI, M.T. et al. Mosquito (Diptera: Culicidae) fauna in parks in greater São Paulo, Brazil. *Biota Neotropica*, v. 15, p.1–9, 2015.
- PINTO, C.S.; CONFALONIERI, U.E.; MASCARENHAS, B.M. Ecology of *Haemagogus* sp. and *Sabethes* sp. (Diptera: Culicidae) in relation to the microclimates of the Caxiuanã National Forest, Pará, Brazil. *Men. Inst. Oswaldo Cruz*, v. 104, p. 592–598, 2009.

- RÜCKERT, C.; EBEL, GREGORY, D. How do virus-mosquito Interactions Lead to viral emergence. *Trends in Parasitology*, v. 34, n. 4, p. 310–321, 2018.
- RUEDA, L. M. Global diversity of mosquitoes (Insecta: Diptera: Culicidae) in freshwater. *Hydrobiologia*, v. 595, p. 477–487, 2008.
- ORLANDIN, E.; SANTOS, E.B.; SCHNEEBERGER, A.H.; SOUZA, V.O.; FAVRETTO, M.A. Habitat use by Neotropical mosquitoes (Diptera: Culicidae): vegetation structure and edge effects. *Austral Entomology*, p. 1–8, 2020.
- TAKKEN, W.; VERHULST, N.O. Host preferences of blood-feeding mosquitoes. *Annu. Rev. Entomol.* v. 58, p.433–453, 2013.

CAPÍTULO V
INFECÇÃO NATURAL POR TRANSMISSÃO VERTICAL DO VÍRUS ZIKA EM
MOSQUITOS SILVESTRES *Aedes albopictus* E *Haemagogus*
***leucocelaenus* DO RIO DE JANEIRO, BRASIL**

Artigo publicado na revista Tropical Medicine and Infectious Disease

Resumo

O vírus Zika (VZIK) foi recentemente introduzido no hemisfério ocidental, onde é suspeito de ser transmitido principalmente pelo *Aedes aegypti* em ambientes urbanos. ZIKA representa um problema de saúde pública já que está implicado na microcefalia congênita na América do Sul desde 2015. Relatos de transmissão do VZIK em áreas florestais da África aumentam a possibilidade de sua dispersão para ambientes não modificados por humanos na América do Sul, onde agora é endêmica. O estudo atual objetivou detectar Arbovírus em mosquitos coletados em áreas com baixa interferência humana no Rio de Janeiro, Brasil. Usando um RT-PCR de pan-*flavivirus* sensível, projetado para detectar a região NS5, pools de *Ae. albopictus* e *Haemagogus leucocelaenus*, foram positivos para VZIK e Febre Amarela (VFA). O vírus de RNA foi detectado em grupos de machos e fêmeas adultos criados a partir de ovos. Os resultados apresentados aqui sugerem transmissão vertical natural e infecção de VZIK em *Hg. leucocelaenus* e *Ae. albopictus* no Brasil.

1. INTRODUÇÃO

A família Flaviviridae contém quatro gêneros, incluindo *Flavivirus*, um gênero que contém mais de 50 vírus, sendo 13 já notificados no Brasil. Entre os mais importantes *Flavivirus* que circulam no Brasil são Febre Amarela (FA), Dengue (DENV), Zika (VZIK) e vírus do Nilo Ocidental. A Febre Amarela é um grande problema de saúde desde que ocorreu a primeira epidemia em Recife em 1685 (Franco, 1969). Esta doença foi essencialmente eliminada das áreas urbanas no início século 20; no entanto, na década de 1920, a transmissão silvestre foi detectada em áreas da floresta colombiana.

A transmissão silvática entre primatas não humanos por mosquitos na floresta foi a primeira identificada e verificada no Brasil no Vale do Chanaan, localizado no estado do Espírito Santo, sudeste do Brasil (Soper *et al.*, 1933). VZIK foi identificado pela primeira vez em uma floresta em Uganda, e recentemente se espalhou pela Ásia e ilhas do Pacífico e, posteriormente, nas Américas, onde causaram surtos explosivos no Brasil. A detecção VZIK

no hemisfério ocidental tem causado sérias preocupações devido à sua associação com microcefalia fetal (Schuler-Facini *et al.*, 2016; Calvet *et al.*, 2016; Mlakar *et al.*, 2016). Embora transmitido principalmente em ambientes urbanos por *Aedes aegypti* e possivelmente *Ae. albopictus*, foi detectado em muitas outras espécies de mosquito (Epelboin *et al.*, 2017). Foi diagnosticado o primeiro caso autóctone de infecção pelo VZIK no Brasil em maio de 2015 (Campos *et al.*, 2015). Sua circulação já foi confirmada em todos os 26 estados e distrito federal do país (Brasil, 2019).

A importância dos primatas não humanos para a manutenção do VZIK na América do Sul permanece desconhecido. No entanto, alguns relatórios no Brasil sugerem que primatas não humanos foram expostos ao VZIK (Pauvolid-Corrêa *et al.*, 2014; Favoretto *et al.*, 2016; Catenacci *et al.*, 2018; Moreira-Soto *et al.*, 2018;). Há um surto atual de Febre Amarela silvestre no Brasil que provavelmente começou no final de 2016. Os primeiros casos foram notificados no estado de Minas Gerais, mas VFA desde então se espalhou para os estados do Espírito Santo, São Paulo e Rio de Janeiro, com recentes casos ocorridos nos estados do sul do Paraná e Santa Catarina. De acordo com um Relatório da OMS, em abril de 2017, VFA (observado como casos epizooticos em humanos de Febre Amarela) continuando a expandir sua distribuição em direção à costa atlântica do Brasil para áreas não anteriormente considerado em risco de transmissão (WHO, 2019).

Os principais gêneros de mosquitos que transmitem FAS são *Haemagogus* e *Sabethes*. No sudeste do Brasil durante a presente epidemia, *Hg. leucocelaenus* e *Hg. janthinomys* têm sido implicados como os vetores importantes (Abreu *et al.*, 2019). *Haemagogus* são mosquitos silvestres com atividade diurna, eles são principalmente acrodendrofílicos e encontrados principalmente em áreas florestadas densas (Marcondes & Alencar, 2010).

Haemagogus leucocelaenus é a espécie mais frequentemente encontrada no Brasil, e é considerado um vetor primário para VFA silvestre no sudeste do Brasil. Um estudo realizado na região Nordeste do Brasil detectou DENV-1 por transcriptase reversa reação em cadeia da polimerase (RT-PCR) em *Hg. leucocelaenus* em Coribe, no estado da Bahia, sugerindo a exposição de uma espécie de mosquito silvestre a um arbovírus mantido em ciclos endêmicos de transmissão urbana no Brasil. Essas descobertas destacam a importância de Vigilância de arbovírus na interface homem animal no Brasil (Cardoso *et al.*, 2005; SES, 2018). Na África, alguns estudos mostraram evidências de exposição ao VZIK em diferentes ordens de mamíferos, incluindo primatas não humanos, pássaros e répteis (Johnson *et al.*, 1977; Bueno *et al.*, 2016). No Brasil, a exposição de vertebrados não humanos ao VZIK foi relatado em diferentes regiões do país. Macacos-prego e saguis capturados entre junho de 2015 e fevereiro

de 2016, testado positivamente por RT-PCR em tempo real na região Nordeste do país (Favoretto *et al.*, 2016). Mais recentemente, anticorpos neutralizantes para VZIK foram detectados em várias espécies domésticas, incluindo ganso, gado, galinha, cavalo, cachorro e ovelha, e também em uma aranha de bochecha branca em cativado e macaco nos estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, Região Centro-Oeste, Brasil (Pauvolid-Corrêa *et al.*, 2014). O RNA do VZIK também foi detectado em carcaças de primatas não humanos durante uma epizootia de surto de Febre Amarela na região sudeste.

Animais positivos eram dos estados de São Paulo e Minas Gerais (Terzian *et al.*, 2018). Apesar de algumas evidências de exposição de vertebrados não humanos ao VZIK no Brasil, evidências de VZIK em populações de vetores selvagens são escassas. Recentemente, uma investigação sobre VZIK em cerca de 23.000 mosquitos de 62 espécies da região Centro-Oeste do Brasil não foram detectados amostras positivas (Pauvolid-Corrêa *et al.*, 2014).

As ovitrampas são ferramentas importantes que permitem determinar a presença de espécies de mosquitos vetores de agentes etiológicos através dos ovos nele depositados (Ciota *et al.*, 2017; Costa-da-Silva *et al.*, 2017). Assim, o principal objetivo do presente estudo foi detectar o VZIK em populações de vetores em áreas florestadas preservadas localizadas próximas a áreas ativas de transmissão humana do estado do Rio de Janeiro.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Declaração de ética

Todas as pesquisas foram realizadas de acordo com a licença científica número 44333 fornecida pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA), Instituto Chico Mendes da Biodiversidade Conservação (ICMBio), Sistema de Informação e Autorização sobre Biodiversidade (SISBIO). Os mosquitos foram coletados com o consentimento e cooperação dos proprietários, chefes de família, e autoridades locais. Todos os membros da equipe de coleta foram vacinados contra VFA e ciente dos riscos potenciais nas áreas em estudo.

2.2. Áreas de Estudo

Os locais de amostragem foram selecionados em áreas florestadas perto de regiões de transmissão humana no estado do Rio de Janeiro, sudeste do Brasil. Fragmentos de Mata Atlântica nos municípios de Casimiro de Abreu e Nova Iguaçu foram selecionados quanto à suscetibilidade para transmissão de arbovírus. A região foi afetada por um recente surto grave de Febre Amarela em 2016–2018 (SES, 2018). Foi elaborado um mapa dos locais de coleta

do mosquito para este estudo (Figura 5.1), onde em vermelho, pode-se observar os locais de amostragem onde a Febre Amarela (VFA) e o vírus Zika (VZIK) estavam presentes em mosquitos positivos coletados em florestas primárias no Brasil, municípios de Nova Iguaçu e Casimiro de Abreu, estado do Rio de Janeiro, Brasil. Os mapas foram preparados no ArcGIS PRO (URL:<https://pro.arcgis.com/en/pro-app/>. Acessado em 6 de maio de 2019) e editado em CorelDRAWGraphicsSuite X7.

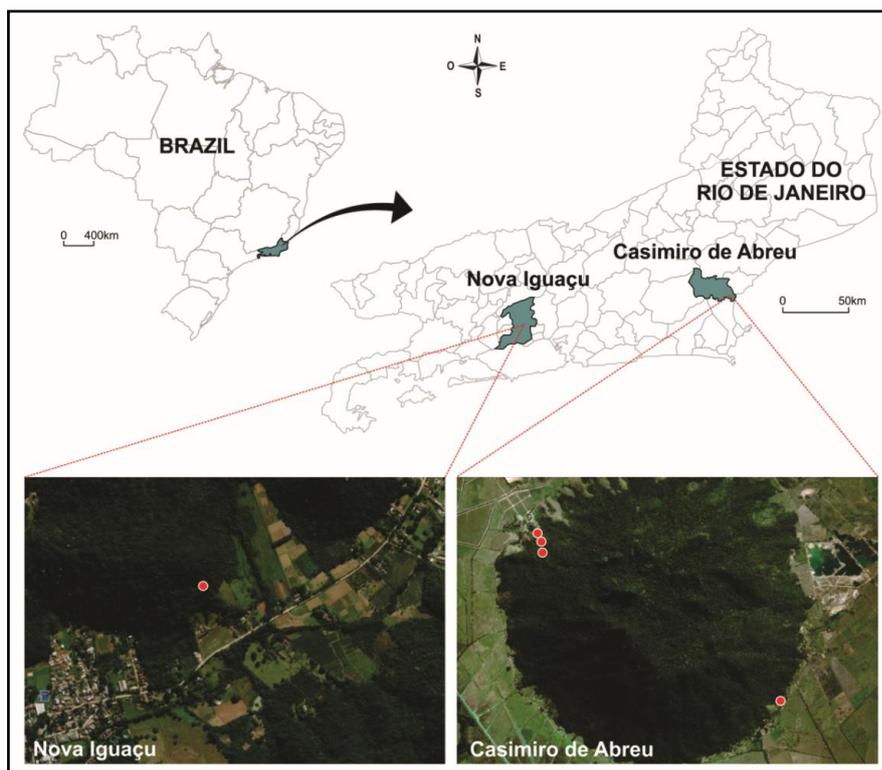


Figura 5.1: Mapa dos pontos onde os mosquitos foram coletados. Pontos em vermelho: febre amarela (FA) e Zika vírus (VZIK) foram coletados mosquitos positivos na floresta primária no Brasil, nos municípios de Nova Iguaçu e Casimiro de Abreu, estado do Rio de Janeiro. Mapas preparados no ArcGis PRO (URL: <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/> Acessado em: 6 maio de 2019; e editado no CorelDRAWGraphicsSuite X7).

Os municípios de Casimiro de Abreu e Nova Iguaçu são, respectivamente, 140 e 30 km distante da cidade do Rio de Janeiro. A principal cobertura do solo na região é Vegetação de Mata Atlântica, com densas florestas ombrófilas submontanas em moderados estágios avançados de regeneração. A região, localizada na bacia hidrográfica do São João Rio, está situado na zona intertropical (em baixas latitudes) e seu clima é predominantemente tropical (INMET, 2021). A região é altamente influenciada pelo Oceano Atlântico, e apresenta uma temperatura média de 26,8°C, umidade relativa de 56% e 1200 mm de precipitação anualmente. Os maiores níveis de precipitação ocorreram de outubro a março.

2.3 Amostragem de Mosquito

Ovos de mosquito foram coletados de ovitrampas colocadas em três locais de amostragem de setembro de 2018 a março de 2019. Os pontos localizavam-se na Fazenda Três Montes (A) e Reserva Particular do Patrimônio Natural Três Morros (B), ambas no Casimiro de Abreu, e Sítio Boa Esperança (C) em Nova Iguaçu. Doze ovitrampas foram instaladas em cada local de amostragem. Em Casimiro de Abreu, a distância entre armadilhas foi de aproximadamente 300 m, e entre armadilhas em Nova Iguaçu foi 100 m. A distância entre Nova Iguaçu e Casimiro de Abreu era de aproximadamente 137 km. O monitoramento foi realizado usando armadilhas de oviposição consistindo em um recipiente preto com capacidade de 1 litro sem tampa que lembrava um vaso de planta, que continha quatro palhetas (placas Eucatex) medindo 2,5 cm x 14 cm, mantidas verticalmente dentro da armadilha por um clipe. Água natural e restos de folhas e animais encontrados no solo da floresta foram adicionados às armadilhas para gerar um ecossistema semelhante ao natural (Alencar *et al.*, 2008b; Silver, 2008; Alencar *et al.*, 2016).

As palhetas coletadas nas armadilhas foram examinadas no laboratório para verificar os ovos a cada duas semanas por 14 semanas durante os sete meses de pesquisa. No laboratório, as palhetas positivas para ovo foram imersas em bandejas brancas cheias com água desclorada para permitir aos ovos a eclosão. Após três dias, as palhetas foram removidas da água, deixadas para secar ao ar por mais três dias, e as larvas eclodidas foram enumeradas e criadas como anteriormente descrito (Consoli & Lourenço-de-Oliveira, 1994). Os adultos foram identificados em nível de espécie por caracteres morfológicos usando chaves dicotômicas (Marcondes & Alencar, 2010; Reinert, 2009). Os espécimes foram agrupados por espécie, armadilha e data de coleta e armazenado a -80 C antes da extração do RNA (Patel *et al.*, 2013).

2.4 Extração de RNA

Espécimes machos e fêmeas foram separados em pools de 3-33 mosquitos para maceração. O RNA viral foi extraído de cada pool sob as condições de laboratório de nível de biossegurança 2 (BL2) nas cabines de biossegurança B2B, usando um kit MN NucleoSpin RNA (Macherey-Nagel GmbH & Co. KG, ref. 740955.250, Quezon City, Phillipines) de acordo com as instruções do fabricante. O cDNA foi preparado logo após a extração usando um kit de alta capacidade (Applied Biosystem, ref. 4388950, Foster City, California, EUA), de acordo com as instruções do fabricante. Posteriormente o cDNA foi quantificado usando o

quantificador Denovis DS-11 + b (DeNovix Inc., Wilmington, Delaware, EUA) e foi estocado em freezer -20° C até ser realizado o teste para investigação dos *Flavivirus*.

2.5 PCR para *Flavivirus*

Para detecção dos *Flavivirus* foi realizado um RT-PCR convencional usando os primers desenhados para amplificar uma região de aproximadamente 260 nucleotídeos da região NS5 conforme foi descrito anteriormente (Otto *et al.*, 2008). Como controles positivos, usamos os cDNAs oriundos dos vírus da Febre Amarela 17D (FA17D), vírus da Zika (VZIK) e vírus da Febre Ocidental do Nilo (WNV) e, como controle negativo, usamos cDNA dos vírus Chikungunya (CHKV), mosquitos não infectados com nenhum Arbovírus e água. O mix de reação continha 10pmol de primer Pan-Flavi senso (5'-TAC AAC ATG ATG GGG AAR AGA GAR AA-3'), 10 pmol de primer Pan-Flavi reverso (5'-GCW GAT GAC ACM GCN GGC TGG GAC AC-3'), 1,0 de DNA polimerase (Thermo Fisher Scientific, 168 Third Avenue, Waltham, MA, 02451, EUA), 1,5 mM MgCl₂, tampão 1x (100mM Tris-HCl pH 8.8, 500 mM KCl, 0.8%, Nonidet P40) e 0,2 mM de dNTPs para um volume final de reação. As condições de ciclagem eram 94° C por 5 min, 35 ciclos de 94°C por 5 min, 35 ciclos de 94°C por 30 s, 55°C por 30 s, 72° C por 30s e a extensão final de 72° C por 5 min.

Os produtos de PCR foram visualizados após eletroforese em gel de agarose a 1,5% em tampão TBE 1x (Trizma, ácido bórico, EDTA) sob a luz UV (comprimento de onda 260 nm) após coloração com brometo de etídeo. Os fragmentos esperados tinham o tamanho entre 200-300 pares de base e foram purificados usando um Kit de purificação Cellco PCR purification kit (CellcoBiotec do Brasil Ltda, cat. # DPK-106L, São Carlos, SP, Brasil).

2.6 Sequenciamento de nucleotídeos

O Sequenciamento do ácido nucléico foi realizado no centro de sequenciamento da Fiocruz, usando o sequenciador ABI 3730 DNA Analyzer (Applied Biosystems®, Foster City, CA, EUA), conforme descrito anteriormente (Ferreira-de-Brito *et al.*, 2016). Aproximadamente 10-40 ng do produto de PCR purificado foi sequenciado no sequenciador ABI 3730 seguindo o protocolo do ciclo de sequenciamento do BigDye Terminator v.3.1. As sequencias então foram analisadas usando o programa Geneious R10 (Biomatters, v.10.2.6), onde os contigs obtidos foram comparados com as sequências de referência usando NCBI Blast (Basic local Alignment Search Tool, at <https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi> acessado em 27 de agosto de 2020).

3. RESULTADOS

Um total de 8086 ovos de mosquito foram obtidos entre setembro de 2018 e março 2019. Destes, 3662 (55,1%) adultos emergiram, e 924 distribuídos em 70 pools foram testados para *Flavivirus*. Os pools foram separados por espécie, sexo e ovitrampa. Cada pool tinha de três a 33 mosquitos. Seis pools de duas espécies foram positivos para *Flavivirus* por RT-PCR e submetidos a sequenciação de nucleotídeos. A taxa mínima de infecção não foi estabelecida devido ao número de insetos coletados serem inferior a 1000. Quando comparados com as sequências conhecidas no NCBI Blast, três pools foram identificados como VFA e três como VZIK. Ao comparar as sequências obtidas com as depositadas no GenBank, eles exibiram 94-98% de semelhança com o VZIK e o VFA (Tabela 5.1). Sequências de nucleotídeos do segmento NS5 de *Flavivirus* obtidos no presente estudo foram depositados no GenBank com os números de acesso MK972825, MK972826, MK972827, MK972828 e MK972829. Também sequenciamos nossos controles positivos antes de sequenciar nossas amostras (dados não mostrados).

As sequências dos controles positivos e das amostras positivas foram alinhadas usando o software Geneious V10.2.4, resultando em uma média de 23,6% de sites idênticos e 82,3% de homologia de pares (Tabela 5.1). Detecção do vírus da Febre Amarela e do vírus Zika em *Ae. albopictus* e *Hg. leucocelaenus* em florestas primárias no estado brasileiro do Rio de Janeiro, Brasil.

Tabela 5.1: Detecção viral de Febre Amarela e Zika vírus em *Ae. albopictus* e *Hg. leucocelaenus* em florestas primárias no estado do Rio de Janeiro, Brasil.

Pool ID*	Espécies de Mosquito	Sexo	Total Mosquitos	Mês/ano Coletado	Coordenadas-Geográficas	Identificação ovitrampas	Resultados PCR <i>flavivirus</i>	Sequências Encontradas
43	<i>Ae. albopictus</i>	♀	32	Jan/19	22°33'01.3" S 42°00'52.7" W	TMPRNH -32*	Positivo	vírus Zika
45	<i>Ae. albopictus</i>	♂	2	Out/18	22°31'40.1" S 42°02'58.6" W	TMF -2 *	Positivo	vírus Zika
54	<i>Hg. leucocelaenus</i>	♀	6	Jan/19	22°35'11.98" S 43°24'34.12" W	Tinguá*	Positivo	vírus Zika
62	<i>Ae. Albopictus</i>	♀	9	Out/18	22°31'43.9" S 42°02'56.8" W	TMF -3 *	Positivo	vírus Febre amarela
64	<i>Hg. leucocelaenus</i>	♂	9	Set/18	22°31'49.5" S 42°02'56.3" W	TMF -37*	Positivo	virus Febrea marelá
65	<i>Hg. leucocelaenus</i>	♂	9	Out/18	22°31'43.5" S 42°02'56.3" W	TMF -7 *	Positivo	virus Febre amarela

* Pool ID, identificação do número de mosquitos processados por pool. TMF, Fazenda Três Montes, pontos 2, 3 e 7; TMPRNH, Reserva Natural particular Três Morros, ponto 32; em Tinguá, Sítio Boa Esperança, Nova Iguaçu.

4. DISCUSSÃO

A região NS5 dos *Flavivirus* pertence à última parte do quadro de leitura aberto (ORF), que codifica a proteína maior e altamente conservada. A região NS5 foi direcionada neste estudo porque é uma região conservada que foi usada anteriormente para detecção de *Flavivirus* (Baleotti *et al.*, 2003; Pauvolid-Corrêa *et al.*, 2013; Campos *et al.*, 2015; Terzian *et al.*, 2015; Ferreira-de-Brito *et al.*, 2016). Por meio de sequenciamento, identificamos RNA de VZIK e VFA em duas espécies de mosquitos. O vírus da FA é geralmente encontrado em *Ae. albopictus*, *Hg. leucocelaenus* e *Hg. janthinomys* (Mitchell *et al.*, 1987; Miller *et al.*, 1989; Chang *et al.*, 1995; Figueiredo, 2000; Johnson *et al.*, 2002; Lourenço-de-Oliveira *et al.*, 2003) e circula em florestas dentro de primatas não humanos como hospedeiros amplificadores. Esta é uma das primeiras detecções de RNA de VZIK em mosquitos selvagens presente em ambientes florestais das Américas. *Haemagogus leucocelaenus* e *Ae. albopictus* são adaptados a ambientes silvestres e urbanos e são considerados epidemiologicamente mosquitos importantes envolvidos no ciclo de transmissão dos arbovírus. *Aedes albopictus* já foi relatado como um vetor natural do VZIK em vários países (Gomes *et al.*, 2010; Grard *et al.*, 2014; Ferreira-de-Brito *et al.*, 2016; Kuno *et al.*, 2017).

A presença de RNA de VZIK em *Hg. leucocelaenus*, uma espécie acrodendrúfila, sugere uma espécie silvestre no ciclo de manutenção do VZIK no Brasil. Estudos de laboratório demonstraram a habilidade de *Ae. albopictus* para transmitir VZIK. Além disso, a descoberta de RNA de VFA em *Ae. albopictus* mosquitos nesta área sugerem o risco de transbordamento da floresta para ambientes modificados por humanos (Di Luca *et al.*, 2016; Du *et al.*, 2019).

Haemagogus leucocelaenus pode se alimentar de uma ampla variedade de vertebrados. Os pássaros podem ser uma fonte de sangue comum para esta espécie. No entanto, esses mosquitos também podem se alimentar de várias espécies de mamíferos presentes em ambientes florestais, conforme demonstrado em estudos realizados nos Estados do Rio de Janeiro e Goiás, no Brasil (Chouin-Carneiro *et al.*, 2016). *Aedes albopictus* se alimenta principalmente de mamíferos, embora prefira sangue humano (Consoli & Lourenço-de-Oliveira, 1994; Liu *et al.*, 2017;).

Aedes albopictus também foi considerado um vetor para dois outros arbovírus, CHIKV e DENV (Dos Santos *et al.*, 2018). Além disso, por meio de testes laboratoriais de coinfeção e superinfecção, a possibilidade de transmissão simultânea desses dois vírus para humanos foi demonstrada (Richards *et al.*, 2006). Nossos resultados indicaram um possível

ciclo silvestre para VZIK na América do sul. *Aedes albopictus* habita ambientes florestais e peridomésticos no Rio de Janeiro (Faraji *et al.*, 2014); portanto, há uma grande probabilidade de transporte viral entre esses habitats. Mosquitos dos estados do Ceará e Bahia, onde o VZIK foi encontrado em mamíferos, também deve ser estudado (Leroy *et al.*, 2009; Favoretto *et al.*, 2016). Embora um pequeno número de mosquitos tenha resultado negativo no estudo atual, *Hg. janthinomys* é um vetor VFA importante no dossel e poderia transmitir VZIK (Neibylski *et al.*, 1994). Esta espécie foi encontrada em uma floresta urbana (Parque Dois Irmãos) em Recife, Pernambuco, Brasil, uma cidade altamente endêmica para VZIK; por esse motivo, outro arbovírus (DENV e CHIKV) devem ser estudados de forma semelhante para infecção natural (Marcondes *et al.*, 2016). A descoberta de VZIK em mosquitos criados a partir de ovos obtidos em condições naturais indica a transmissão vertical deste vírus.

O papel da transmissão vertical na manutenção de VFA e VZIK permanece obscura, mas sugere manutenção enzoótica desses vírus em ciclos silvestres. A transmissão vertical em mosquitos vetores já foram relatados de forma natural e experimental. Em 2016, a transmissão vertical do vírus Zika em larvas de *Ae. aegypti* foram detectadas pela primeira vez, encontradas no campo sob condições naturais (Da Costa *et al.*, 2018). Em geral, a transmissão enzoótica VFA ocorre principalmente em florestas, infectar humanos que entram na floresta para atividades como extração de madeira, pesca e caça. No caso de *Hg. leucocelaenus*, que pode ir além dos ambientes florestais, podem infectar humanos de ambos sexos e várias idades que vivem perto de florestas; assim, a transmissão não parece estar limitada a pessoas envolvidas no trabalho associado à floresta (Leroy *et al.*, 2009). *Haemagogus leucocelaenus* foi infectado com VFA encontrados ao nível do solo durante um surto em Estado do Rio Grande do Sul (Brasil) entre 2008 e 2009 (Maciel-de-Freitas *et al.*, 2006). Isso apóia nossa visão de que esses mosquitos podem representar um risco de transmissão de um Arbovírus ao ser humano. Uma avaliação da competência vetorial de *Hg. leucoceleanus* por via oral e inoculado intratoracicamente com VZIK permitiu a detecção da disseminação deste arbovírus em *Hg. leucocelaenus*. No entanto, esta detecção foi observada em taxas muito baixas (Fernandes *et al.*, 2019). A ocorrência de VFA em condições naturais demonstra sua possível circulação em Áreas de Mata Atlântica do município de Casimiro de Abreu, estado do Rio de Janeiro. Isso evidência a transmissão silvestre VFA ativa nas reservas naturais estudadas aqui e a abundância do principal mosquito vetor desse vírus no Brasil e indica a necessidade de Vigilância VFA ativa em comunidades adjacentes às florestas. Florestas perto de áreas modificadas por humanos onde Arbovírus foram encontrados, como florestas urbanas (por exemplo, Tijuca no Rio de Janeiro, Buraquinho em João Pessoa e Dois Irmãos em Recife)

devem ser priorizados. Mosquitos adaptados a ambientes urbanos, mais comumente *Ae. aegypti*, por transmitir VFA e VZIK entre humanos. Porque ambos os vírus podem ser transmitidos por várias espécies de mosquitos, o transbordamento para florestas preservadas com vertebrados e mosquitos amplificadores selvagens deve ser considerado. No entanto, se não forem estudados, tais ciclos silvestres permanecerão ocultos, e baixos níveis de reatividade de anticorpos VZIK ou VFA de primatas perto de áreas urbanas (Pauvolid-Corrêa *et al.*, 2014; Catenacci *et al.*, 2018; Moreira-Soto *et al.*, 2018) devem não desencorajar estudos adicionais em tais áreas.

5. CONCLUSÕES

Os resultados apresentados aqui corroboram as advertências sobre a transmissão do VZIK de ambientes urbanos para florestais (Bueno *et al.*, 2016), fazendo com que a erradicação do vírus do continente é altamente improvável reforçando a necessidade de controle de mosquitos urbanos e o desenvolvimento de uma vacina eficaz. Devido às evidências sobre a possível infecção natural e transmissão vertical de VFA e VZIK encontrados em *Hg. leucocelaenus* e *Ae. albopictus* em áreas de floresta em Casimiro de Abreu e em Nova Iguaçu, no estado do Rio de Janeiro, Brasil, recomenda-se vigilância entomológica ativa e constante na região para prevenir a disseminação desses vírus para outras áreas silvestres ou urbanas.

6. REFERÊNCIAS

- ABREU, F.V.S.; RIBEIRO, I.P.; FERREIRA-DE-BRITO, A.; SANTOS, A.A.C.D.; MIRANDA, R.M.; BONELY, I.S.; NEVES, M.S.A.S.; BERSOT, M.I., SANTOS, T.P.D.; GOMES, M.Q.; SILVA, J.L.D.; ROMANO, A.P.M.; CARVALHO, R.G.; DITO, R.F.D.C.; RIBEIRO, M.S.; LAPERRIÈRE, R.D.C.; FONSECA, E.O.L.; FALQUETO, A.; PAUPY, C.; FAILLOUX, A.B.; MOUTAILLER, S.; CASTRO, M.G.; GÓMEZ, M.M.; MOTTA, M.A.; BONALDO, M.C.; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, R. *Haemagogus leucocelaenus* and *Haemagogus janthinomys* are the primary vectors in the major yellow fever outbreak in Brazil, 2016-2018. *Emerging Microbes Infections*, v. 8, p. 218–231, 2019.
- ALENCAR, J.; MARCONDES, C.B.; SERRA-FREIRE, N.M.; LOROSA, E.S.; PACHECO, J.B.; GUIMARÃES, A.É. Feeding patterns of *Haemagogus capricornii* and *Hg. leucocelaenus* (Diptera: Culicidae) in two Brazilian states (Rio de Janeiro and Goiás). *J. Med. Entomol.*, v. 45, p. 873–876, 2008a.
- ALENCAR, J.; DE ALMEIDA, H.M.; MARCONDES, C.B.; GUIMARÃES, A.É. Effect of multiple immersions on eggs and development of immature forms of *Haemagogus janthinomys* from south-eastern Brazil (Diptera: Culicidae). *Entomol. News*, v. 119, p. 239–244, 2008b.
- ALENCAR, J.; DEMELLO, C.F.; GIL-SANTANA, H.R.; GUIMARÃES, A.É.; DE ALMEIDA, S.A.; GLEISER, R.M. Vertical oviposition activity of mosquitoes in the Atlantic Forest of Brazil with emphasis on the sylvan vector, *Haemagogus leucocelaenus* (Diptera: Culicidae). *J. Vector Ecol.*, v. 41, p. 18–26, 2016.
- BALEOTTI, F.G.; MORELI, M.L.; FIGUEIREDO, L.T.M. Brazilian *Flavivirus* Phylogeny Based on NS5. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz*, v. 98, p. 379–382, 2003.
- BRASIL, M. DA S. *Boletim Epidemiológico 13: Monitoramento dos casos de arboviroses urbanas transmitidas pelo Aedes (dengue, chikungunya e Zika) até a Semana Epidemiológica 12 de 2019*; 2019; v. 50, pp. 1–18. Disponível em: <https://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2019/abril/30/2019-013-Monitoramento-dos-casos-de-arboviroses-urbanas-transmitidas-pelo-Aedes-publicacao.pdf>. Acesso em: 2021.

- BUENO, M.G.; MARTINEZ, N.; ABDALLA, L.; DUARTE DOS SANTOS, C.N.; CHAME, M. Animals in the Zika Virus Life Cycle: What to Expect from Megadiverse Latin American Countries. *PLoS Negl. Trop. Dis.*, v. 10, p. 1–13, 2016.
- CALVET, G.; AGUIAR, R.S.; MELO, A.S.O.; SAMPAIO, S.A.; DE FILIPPIS, I.; FABRI, A.; ARAUJO, E.S.M.; DE SEQUEIRA, P.C.; DE MENDONÇA, M.C.L.; DE OLIVEIRA, L.; *et al.* Detection and sequencing of Zika virus from amniotic fluid of fetuses with microcephaly in a case study. *Lancet Infect. Dis.*, v. 16, p. 653–660, 2016.
- CATENACCI, L.S.; NUNES-NETO, J.; DEEM, S.L.; PALMER, J.L.; TRAVASSOS-DA-ROSA, E.S.; TELLO, J.S. Diversity patterns of hematophagous insects in Atlantic forest fragments and human-modified areas of southern Bahia, Brazil. *J. Vector Ecol.*, v.43, p. 293–304, 2018.
- CAMPOS, G.S.; BANDEIRA, A.C.; SARDI, S.I. Zika Virus Outbreak, Bahia, Brazil. *Emerg. Infect. Dis.*, v. 21, p. 1885–1886, 2015.
- CARDOSO, J.d.C; CORSEUIL, E.; BARATA, J.M.S. Culicinae (Diptera, Culicidae) ocorrentes no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. *Rev. Bras. Entomol.*, 2005, v. 49, p. 275–287, 2005.
- CARDOSO, J.D.C.; DE ALMEIDA, M.A.B.; DOS SANTOS, E.; DA FONSECA, D.F.; SALLUM, M.A.M.; NOLL, C.A.; MONTEIRO, H.A.D.O.; CRUZ, A.C.R.; CARVALHO, V.L.; PINTO, E.V.; *et al.* Yellow Fever Virus in *Haemagogus leucocelaenus* and *Aedes serratus* Mosquitoes, Southern Brazil, 2008. *Emerg. Infect. Dis.*, v. 16, p. 1918–1924, 2010.
- CHANG, G.J.; CROPP, B.C.; KINNEY, R.M.; TRENT, D.W.; GUBLER, D.J. Nucleotide sequence variation of the envelope protein gene identifies two distinct genotypes of yellow fever virus. *J. Virol.*, v. 69, p. 5773–5780, 1995.
- CIOTA, A.T.; BIALOSUKNIA, S.M.; EHRBAR, D.J.; KRAMER, L.D. Vertical Transmission of Zika Virus by *Aedes aegypti* and *Ae. Albopictus* Mosquitoes. *Emerg. Infect. Dis.*, v. 23, p. 880–882, 2017.

- CONSOLI, R.A.G.B.; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, R. *Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil*. 1st ed. Rio de Janeiro: Fiocruz; 1994.
- COSTA-DA-SILVA, A.L.; IOSHINO, R.S.; DE ARAÚJO, H.R.C.; KOJIN, B.B.; DE ANDRADE ZANOTTO, P.M.; OLIVEIRA, D.B.L.; MELO, S.R.; DURIGON, E.L.; CAPURRO, M.L. Laboratory strains of *Aedes aegypti* are competent to Brazilian Zika virus. *PLoS One*, v. 12, p. 1–13, 2017.
- CHOUIN-CARNEIRO, T.; VEGA-RUA, A.; VAZEILLE, M.; YEBAKIMA, A.; GIROD, R.; GOINDIN, D.; DUPONT-ROUZEYROL, M.; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, R.; FAILLOUX, A.B. Differential Susceptibilities of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* from the Americas to Zika Virus. *PLoS Negl. Trop. Dis.*, v. 10, p. 1–11, 2016.
- DA COSTA, C.F.; DA SILVA, A.V.; NASCIMENTO, V.A.D.; DE SOUZA, V.C.; MONTEIRO, D.C.D.S.; TERRAZAS, W.C.M.; DOS PASSOS, R.A.; NASCIMENTO, S.; LIMA, J.B.P.; NAVECA, F.G. Evidence of vertical transmission of Zika virus in field-collected eggs of in the Brazilian Amazon. *PLoS Negl. Trop. Dis.*, v. 12, p. 1–12, 2018.
- DI LUCA, M.; SEVERINI, F.; TOMA, L.; BOCCOLINI, D.; ROMI, R.; REMOLI, M.E.; SABBATUCCI, M.; RIZZO, C.; VENTURI, G.; REZZA, G.; et al. Experimental studies of susceptibility of Italian *Aedes albopictus* to Zika virus. *Euro Surveill.*, v. 21, 2016.
- DU, S.; LIU, Y.; LIU, J.; ZHAO, J.; CHAMPAGNE, C.; TONG, L.; ZHANG, R.; ZHANG, F.; QIN, C.F.; MA, P.; et al. *Aedes* mosquitoes acquire and transmit Zika virus by breeding in contaminated aquatic environments. *Nat. Commun.*, v. 10, p. 1–11, 2019.
- EPELBOIN, Y.; TALAGA, S.; EPELBOIN, L.; DUSFOUR, I. Zika virus: An updated review of competent or naturally infected mosquitoes. *PLoS Negl. Trop. Dis.*, v. 11, p.1–22, 2017.
- DOS SANTOS, B.M.C.; COELHO, F.C.; ARMSTRONG, M.; SARACENI, V.; LEMOS, C. Zika: an ongoing threat to women and infants. *Cad. Saúde Pública*, v. 34, 2018.
- FARAJI, A.; EGIZI, A.; FONSECA, D.M.; UNLU, I.; CREPEAU, T.; HEALY, S.P.; GAUGLER, R. Comparative Host Feeding Patterns of the Asian Tiger Mosquito, *Aedes albopictus*, in Urban and Suburban Northeastern USA and Implications for Disease Transmission. *PLoS Negl. Trop. Dis.*, v. 8, 2014.

- FAVORETTO, S.; ARAÚJO, D.; OLIVEIRA, D.; DUARTE, N.; MESQUITA, F.; ZANOTTO, P.; DURIGON, E. First detection of Zika virus in neotropical primates in Brazil: A possible new reservoir. *BioRxiv*, 2016.
- FERNANDES, R.S.; BERSOT, M.I.; CASTRO, M.G.; TELLERIA, E.L.; FERREIRA-DE-BRITO, A.; RAPHAEL, L.M.; BONALDO, M.C.; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, R. Low vector competence in sylvatic mosquitoes limits Zika virus to initiate an enzootic cycle in South America. *Sci. Rep.*, v. 9, p. 1–7, 2019.
- FERREIRA-DE-BRITO, A.; RIBEIRO, I.P.; MIRANDA, R.M.; FERNANDES, R.S.; CAMPOS, S.S.; DA SILVA, K.A.B.; DE CASTRO, M.G.; BONALDO, M.C.; BRASIL, P.; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, R. First detection of natural infection of *Aedes aegypti* with Zika virus in Brazil and throughout South America. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz*, v. 111, p. 655–658, 2016.
- FIGUEIREDO, L.T.M. The Brazilian flaviviruses. *Microbes Infect.*, v. 2, p. 1643–1649, 2000.
- FRANCO, O. História da Febre Amarela no Brasil. *Ministério da Saúde, Dep. Nac. Endem. Rurais.*, v. 1, p.1–8. 1969.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA–INMET. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/> Acesso em: 2021.
- GRARD, G.; CARON, M.; MOMBO, I.M.; NKOGE, D.; MBOUI ONDO, S.; JIOLLE, D.; FONTENILLE, D.; PAUPY, C.; LEROY, E.M. Zika Virus in Gabon (Central Africa) - 2007: A New Threat from *Aedes albopictus*? *PLoS Negl. Trop. Dis.*, v. 8, p. 1–6, 2014.
- JOHNSON, B.K.; CHANAS, A.C.; SHOCKLEY, P.; SQUIRES, E.J.; GARDNER, P.; WALLACE, C.; SIMPSON, D.I.H.; BOWEN, E.T.W.; PLATT, G.S.; WAY, H.; et al. Arbovirus isolations from, and serological studies on, wild and domestic vertebrates from Kano Plain, Kenya. *Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg.*, v. 71, p. 512–517, 1977.
- JOHNSON, B.W.; CHAMBERS, T.V.; CRABTREE, M.B.; FILIPPIS, A.M.B.; VILARINHOS, P.T.R.; RESENDE, M.C.; MACORIS, M. de L.G.; MILLER, B.R. Vector

- competence of Brazilian *Aedes aegypti* and *Ae. albopictus* for a Brazilian yellow fever virus isolate. *Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg.*, v. 96, p. 611–613, 2002.
- LEROY, E.M.; NKOGHE, D.; OLLOMO, B.; NZE-NKOGUE, C.; BECQUART, P.; GRARD, G.; POURRUT, X.; CHARREL, R.; MOUREAU, G.; NDOJOYI-MBIGUINO, A.; et al. Concurrent chikungunya and dengue virus infections during simultaneous outbreaks, Gabon, 2007. *Emerg. Infect. Dis.*, v. 15, p. 591–593, 2009.
- LIU, Z.; ZHANG, Z.; LAI, Z.; ZHOU, T.; JIA, Z.; GU, J.; WU, K.; CHEN, X.G. Temperature Increase Enhances *Aedes albopictus* Competence to Transmit Dengue Virus. *Front. Microbiol.*, v. 8, p. 1–7, 2017.
- LOURENÇO DE OLIVEIRA, R.; VAZEILLE, M.; DE FILIPPIS, A.M.B.; FAILLOUX, A.B. Large genetic differentiation and low variation in vector competence for dengue and yellow fever viruses of *Aedes albopictus* from Brazil, the United States, and the Cayman Islands. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, v. 69, p. 105–114, 2003.
- MACIEL-DE-FREITAS, R.; NETO, R.B.; GONÇALVES, J.M.; Codeço, C.T.; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, R. Movement of dengue vectors between the human modified environment and an urban forest in Rio de Janeiro. *J. Med. Entomol.*, v. 43, p. 1112–1120, 2006.
- MARCONDES, C.B.; ALENCAR, J. Revisão de mosquitos *Haemagogus* Williston (Diptera: Culicidae) do Brasil. *Rev. Biomed.* v. 21, p. 221–238, 2010.
- MILLER, B.R.; MITCHELL, C.J.; BALLINGER, M.E. Replication, tissue tropisms and transmission of yellow fever virus in *Aedes albopictus*. *Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg.* v. 83, p. 252–255, 1989.
- MITCHELL, C.J.; MILLER, B.R.; GUBLER, D.J. Vector competence of *Aedes albopictus* from Houston, Texas, for dengue serotypes 1 to 4, yellow fever and Ross River viruses. *J. Am. Mosq. Control Assoc.*, v. 3, p. 460–465, 1987.
- MLAKAR, J.; KORVA, M.; TUL, N.; POPOVIC, M.; POLJSK-PRIJATELJ, M.; MRAZ, J.; KOLENC, M.; RESMAN RUS, K.; VESNAVER VIPOTNIK, T.; FABJAN,

- VODUSEK, V.; et al. Zika Virus Associated with Microcephaly. *N. Engl. J. Med.*, v. 374, p. 951–958, 2016.
- MOREIRA-SOTO, A.; CARNEIRO, I. DE O.; FISCHER, C.; FELDMANN, M.; KÜMMERER, B.M.; SILVA, N.S.; SANTOS, U.G.; SOUZA, B.F. de C.D.; LIBORIO, F. de A.; VALENÇA-MONTENEGRO, M.M.; et al. Limited Evidence for Infection of Urban and Peri-urban Nonhuman Primates with Zika and Chikungunya Viruses in Brazil. *MSphere*, v. 3, p. 1–10, 2018.
- NIEBYLSKI, M.L.; CRAIG, G.B.Jr. Dispersal and survival of *Aedes albopictus* at a scrap tire yard in Missouri. *J Am Mosq Control Assoc*, v. 10, p. 339–343, 1994.
- OTTO, T.D.; VASCONCELLOS, E.A.; GOMES, L.H.F.; MOREIRA, A.S.; DEGRAVE, W.M.; MENDONÇA-LIMA, L.; ALVES-FERREIRA, M. ChromaPipe: a pipeline for analysis, quality control and management for a DNA sequencing facility. *Genet. Mol. Res.*, v. 7, p. 861–871, 2008.
- PATEL, P.; LANDT, O.; KAISER, M.; FAYE, O.; KOPPE, T.; LASS, U.; SALL, A.A.; NIEDRIG, M. Development of one-step quantitative reverse transcription PCR for the rapid detection of flaviviruses. *Virology*, v. 10, 2013.
- PAUVOLID-CORRÊA, A.; KENNEY, J.L.; COUTO-LIMA, D.; CAMPOS, Z.M.S.; SCHATZMAYR, H.G.; NOGUEIRA, R.M.R.; BRAULT, A.C.; KOMAR, N. Ilheus Virus Isolation in the Pantanal, West-Central Brazil. *PLoS Negl. Trop. Dis.*, v. 7, 2013.
- PAUVOLID-CORRÊA, A.; CAMPOS, Z.; JULIANO, R.; VELEZ, J.; NOGUEIRA, R.M.R.; KOMAR, N. Serological Evidence of Widespread Circulation of West Nile Virus and Other Flaviviruses in Equines of the Pantanal, Brazil. *PLoS Negl. Trop. Dis.*, v. 8, 2014.
- REINERT, J.F. List of abbreviations for currently valid generic-level taxa in family Culicidae (Diptera). *J. Eur. Mosq. Control Assoc.*, v. 27, p. 68–76, 2009.
- RICHARDS, S.L.; PONNUSAMY, L.; UNNASCH, T.R.; HASSAN, H.K.; APPERSON, C.S. Host-feeding patterns of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in relation to availability of human and domestic animals in suburban landscapes of central North Carolina. *J. Med. Entomol.*, v. 43, p. 543–551, 2006.

SES *Informe Epidemiológico 001/2018*: Monitoramento das Emergências em Saúde Pública (Febre Amarela) 04 de janeiro de 2018; pp. 1-6. Disponível em: <http://www.riocomsaude.rj.gov.br/Publico/MostrarArquivo.aspx?C=%2Bp77vqe5mOs%3D>. Acesso em: 2021.

SILVA, N.I.O.; SACCHETTO, L.; DE REZENDE, I.M.; TRINDADE, G.S.; LABEAUD, A.D.; DE THOISY, B.; DRUMOND, B.P. Recent sylvatic yellow fever virus transmission in Brazil: the news from an old disease. *Viol. J.*, v. 17, p. 1–12, 2020.

SILVER, J.B. *Mosquito ecology: field sampling methods*. 3rd ed. New York: Springer, 2008.

SOPER, F.L.; PENNA, H.; CARDOSO, E.; SERAFIM, J.; FROBISHER, M.Jr.; PINHEIRO, J. Yellow fever without *Aedes aegypti*. Study of a rural epidemic in the Valle do Chanaan, Espirito Santo, Brazil, 1932. *Am. J. Epidemiol.*, v. 18, p. 555–587, 1933.

SCHULER-FACCINI, L.; RIBEIRO, E.M.; FEITOSA, I.M.L.; HOROVITZ, D.D.G.; CAVALCANTI, D.P.; PESSOA, A.; DORIQUEI, M.J.R.; NERI, J.I.; DE PINA NETO, J.M.; WANDERLEY, H.Y.C.; et al. Possible Association Between Zika Virus Infection and Microcephaly — Brazil, 2015. *MMWR. Morb. Mortal. Wkly. Rep.*, p. 59–62, 2016.

TERZIAN, A.C.B.; AUGUSTE, A.J.; VEDOVELLO, D.; FERREIRA, M.U.; DA SILVA-NUNES, M.; SPERANÇA, M.A.; SUZUKI, R.B.; JUNCANSEN, C.; ARAÚJO, J.P.JR., WEAVER, S.C.; et al. Isolation and characterization of Mayaro virus from a human in Acre, Brazil. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, v. 92, p. 401–404, 2015.

TERZIAN, A.C.B.; ZINI, N.; SACCHETTO, L.; ROCHA, R.F.; PARRA, M.C.P.; DEL SARTO, J.L.; DIAS, A.C.F.; COUTINHO, F.; RAYRA, J.; DA SILVA, R.A.; et al. Evidence of natural Zika virus infection in neotropical non-human primates in Brazil. *Sci. Rep.*, v. 8, p. 1–15, 2018.

WHO | Yellowfever – Brazil. Disponível em: <http://www.who.int/csr/don/11-february-2019-yellow-fever-brazil/en/> Acesso em: 2021.

7. CONCLUSÕES GERAIS

No capítulo 1: Foi observado que os internódios de bambu analisados na área da ATA constituíram um microhabitat especializado para algumas espécies de mosquitos encontrados durante a amostragem em função ao seu acesso restrito nesse recipiente natural. Esses habitats larvais representam um ambiente restrito apresentando relativamente uma fauna simples, sendo um modelo útil para estudos bioecológicos.

No capítulo 2: É possível preconizar que existe um padrão de distribuição das espécies relacionada a competição intra ou heteroespecífica e a altura com que a fêmea seleciona o local de oviposição. De forma holística os fatores como os recursos alimentares deverão ser investigados para um melhor entendimento do padrão de distribuição populacional das espécies da tribo Aedini.

No capítulo 3: Os imaturos de culicídeos apresentaram uma grande capacidade de adaptação ao ambiente antrópico e comparando os habitats larvais de caracter artificiais (recipientes plásticos) e os naturais (bromélia e internódios de bambu) os táxons mostraram uma maior tendência em realizar oviposição em criadouros artificiais. *Limatus durhamii* apresentou 46% de dominância dos espécimes coletados em recipiente artificial, sugerindo sua capacidade de adaptação ao ambiente antrópico.

No capítulo 4: Considerando que a presença de espécies dos gêneros *Culex* no presente estudo foi de 85% e estes em cidades, associados a seres humanos ou animais infectados nos casos em que existem zoonoses Arbovídicas, pode sinalizar risco de emergência de doenças. Dessa forma concluímos que é necessário uma vigilância entomológica que analisem esses possíveis vetores para Arbovírus.

No capítulo 5: Os resultados apresentados corroboram com os alertas sobre a transmissão do vírus ZIKV de ambientes urbanos para florestais, reforçando a necessidade do controle de mosquitos urbanos e no desenvolvimento de uma vacina eficaz. Devido às evidências sobre a possível infecção natural e transmissão vertical de ZIKV encontradas em *Hg. leucocelaenus* em áreas de floresta do Município de Nova Iguaçu, estado do Rio de Janeiro, a vigilância entomológica ativa e constante na região é recomendada para prevenir a disseminação desse vírus para outras áreas silvestres ou urbanas.