

MINISTÉRIO DA SAÚDE
FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ
INSTITUTO OSWALDO CRUZ

Programa de Pós-Graduação Medicina Tropical - Mestrado

O EFEITO DE UMA INTERFACE DE PAISAGEM FLORESTAL-
URBANA SOBRE A DISTRIBUIÇÃO DE MOSQUITOS VETORES DE
ARBOVÍRUS E VIGILÂNCIA ENTOMOLÓGICA NO MUNICÍPIO DE
BARRA MANSA, ESTADO DO RIO DE JANEIRO.

FILIPPE DA COSTA RODRIGUES

Rio de Janeiro

Abril de 2019

i

da Costa Rodrigues, Filipe.

O efeito de uma interface de paisagem florestal-urbana sobre a distribuição de mosquitos vetores de arbovírus e vigilância entomológica no município de Barra Mansa, estado do Rio de Janeiro. / Filipe da Costa Rodrigues. - Rio de Janeiro, 2019.

XV, 95f f.; il.

Dissertação (Mestrado) - Instituto Oswaldo Cruz, Pós-Graduação em Medicina Tropical, 2019.

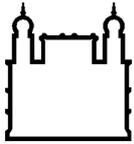
Orientadora: Jacenir Reis dos Santos-Mallet.

Co-orientador: Jeronimo Augusto Fonseca Alencar.

Bibliografia: f. 85-95

1. Culicidae. 2. Febre Amarela. 3. Mata Atlântica. 4. Vigilância entomológica. I. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da Biblioteca de Manguinhos/ICICT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).



Ministério da Saúde

FIOCRUZ

Fundação Oswaldo Cruz

INSTITUTO OSWALDO CRUZ
Programa de Pós-Graduação em Medicina Tropical

Filipe da Costa Rodrigues

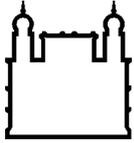
O efeito de uma interface de paisagem florestal-urbana sobre a distribuição de mosquitos vetores de arbovírus e vigilância entomológica no município de Barra Mansa, estado do Rio de Janeiro.

Tese ou dissertação apresentada ao Instituto Oswaldo Cruz como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Medicina Tropical

Orientador (es): Prof. Dr^a. Jacenir Reis dos Santos-Mallet
Prof. Dr. Jeronimo Augusto Fonseca Alencar

RIO DE JANEIRO

Abril de 2019



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz

INSTITUTO OSWALDO CRUZ
Programa de Pós-Graduação em Medicina Tropical

AUTOR: FILIPE DA COSTA RODRIGUES

**O EFEITO DE UMA INTERFACE DE PAISAGEM FLORESTAL-URBANA SOBRE
A DISTRIBUIÇÃO DE MOSQUITOS VETORES DE ARBOVIROSES E VIGILÂNCIA
ENTOMOLÓGICA NO MUNICÍPIO DE BARRA MANSA, ESTADO DO RIO DE
JANEIRO.**

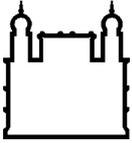
**ORIENTADOR (ES): Prof. Dr^a. Jacenir Reis dos Santos-Mallet
Prof. Dr. Jeronimo Augusto Fonseca Alencar**

Aprovada em: ____/____/____

EXAMINADORES:

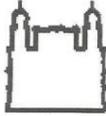
Prof. Dr. Ronaldo Figueiró Portella Pereira - Presidente (UEZO/RJ)
Prof. Dr. Ademir de Jesus Martins Junior (IOC/FIOCRUZ)
Prof. Dr. Felipe Ferraz Figueiredo Moreira (IOC/FIOCRUZ)

Rio de Janeiro, 29 de abril de 2019



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz



Ministério da Saúde

Fundação Oswaldo Cruz
Instituto Oswaldo Cruz

Ata da defesa de dissertação de mestrado em Medicina Tropical de **Filipe da Costa Rodrigues**, sob orientação da Dr^a. Jacenir Reis dos Santos Mallet e Dr. Jeronimo Augusto Fonseca Alencar. Ao vigésimo nono dia do mês de abril de dois mil e dezenove, realizou-se às nove horas, no Auditório do Pavilhão Carlos Chagas, o exame da dissertação de mestrado intitulada: **“O efeito de uma interface de paisagem florestal-urbana sobre a distribuição de mosquitos vetores de arboviroses e vigilância entomológica no município de Barra Mansa, estado do Rio de Janeiro”**, no programa de Pós-graduação em Medicina Tropical do Instituto Oswaldo Cruz, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências - área de concentração: Diagnóstico, Epidemiologia e Controle, na linha de pesquisa: Dinâmica de Transmissão de Doenças Infecciosas e Parasitárias. A banca examinadora foi constituída pelos Professores: Dr. Ronaldo Figueiro Portella Pereira - UEZO/RJ (Presidente), Dr. Felipe Ferraz Figueiredo Moreira - IOC/FIOCRUZ, Dr. Ademir de Jesus Martins Junior - IOC/FIOCRUZ e como suplentes: Dr. Elidiomar Ribeiro da Silva – UNIRIO/RJ e Dr. Daniel Cardoso Portela Câmara – IOC/FIOCRUZ. Após arguir o candidato e considerando que o mesmo demonstrou capacidade no trato do tema escolhido e sistematização da apresentação dos dados, a banca examinadora pronunciou-se pela APROVAÇÃO da defesa da dissertação de mestrado. De acordo com o regulamento do Curso de Pós-Graduação em Medicina Tropical do Instituto Oswaldo Cruz, a outorga do título de Mestre em Ciências está condicionada à emissão de documento comprobatório de conclusão do curso. Uma vez encerrado o exame, a Coordenadora do Programa Dr^a. Martha Cecília Suárez Mutis, assinou a presente ata tomando ciência da decisão dos membros da banca examinadora. Rio de Janeiro, 29 de abril de 2019.

Dr. Ronaldo Figueiro Portella Pereira (Presidente da Banca):

Dr. Felipe Ferraz Figueiredo Moreira (Membro da Banca):

Dr. Ademir de Jesus Martins Junior (Membro da Banca):

Dr^a. Martha Cecília Suárez Mutis (Coordenadora do Programa):

Av. Brasil, 4365 Manguinhos Rio de Janeiro RJ Brasil CEP: 21040-360
Contatos: (21) 2562-1201 / 2562-1299 E-mail: atendimento@ioc.fiocruz.br Site: www.fiocruz.br/fiocensino

Dedico este trabalho a Deus e minha família amada

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a DEUS, pela dádiva da vida, pelos ensinamentos e oportunidades que tive ao longo dos anos. Sei que Ele sempre esteve comigo nos momentos de dificuldades. Sou muito grato por absolutamente tudo.

Agradeço também à minha família que sempre acreditou em mim e sempre esteve ao meu lado. Obrigado à minha mãe Meire e meu pai Luiz pelos ensinamentos, vocês foram e são meus exemplos de vida, devo minha caminhada a vocês.

Agradeço ao amor da minha vida, minha esposa Shymeny. Você foi o presente que Deus colocou em minha vida, sempre me apoiando, me acalmando nos momentos difíceis, que foram muitos, me alegrando e me fazendo acreditar que era possível. Ainda, recentemente, me deu o maior presente de todos, nossa filha Alice, o amor que nunca conheci, até então, tão grande.

Agradeço imensamente à minha orientadora/mãe científica Jacenir pela imensa oportunidade concedida e pelos ensinamentos ao longo de todo esse tempo. Sou muito grato por ter alguém em minha vida com sua generosidade, carinho e atenção. Agradeço também pelos ensinamentos do meu coorientador Jerônimo Alencar, pela oportunidade e ensinamentos.

Agradeço imensamente à equipe que participou desse trabalho, sem vocês não conseguiria. Alexandre, William, Igor e Bruna. Com vocês conheci os significados das palavras “União” e “Companheirismo”. Vocês me ensinaram muito e fizeram valer a pena cada campo árduo, cada momento de dificuldade. Tenho enorme admiração por todos e criei amigos que espero do fundo do coração levar para vida.

Agradeço à equipe do laboratório LIVEDIH e da Secretaria do Carlos Chagas que a cada momento mostra seu valor e sua imensa capacidade. Obrigado Thamiris, sempre socorrendo a todos e sempre solicita, Maurício pelos ensinamentos e alegria sempre contagiante, Bruno pelo auxílio e ensinamentos fundamentais, Jô sempre socorrendo e ajudando nos momentos de “correria” atrás do carro e todos os demais integrantes.

Agradeço ao Centro Universitário de Barra Mansa (UBM) e à equipe responsável pelos laboratórios. O acolhimento e suporte dados foram fundamentais. Agradeço também ao grande amigo e coordenador do curso de biologia do UBM, Leonardo Amado, por tornar essa parceria possível e por sempre me auxiliar durante minha jornada profissional.

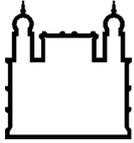
Agradeço à Prefeitura Mun. De Barra Mansa pela parceria durante esse tempo de pesquisa. Obrigado aos amigos Gustavo Gomes e Igo Gonçalves pela intermediação e tornar essa parceria possível. Obrigado também ao amigo Antônio Marcos e demais amigos da Coordenadoria de Vigilância em Saúde Ambiental do município de Barra Mansa, sempre nos auxiliando.

Agradeço ao Instituto Oswaldo Cruz e pessoas que fazem parte dessa instituição. Andressa Rodrigues pela parceria, sempre nos auxiliando com as armadilhas. Aos docentes do Programa de pós-graduação em Medicina Tropical e os amigos discentes da turma de 2017, compartilhamos muitos momentos de alegria e dificuldades.

Todos em algum momento contribuíram e mostraram que nossas conquistas são melhores quando compartilhadas.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pelo auxílio financeiro.

Mar calmo nunca fez bom marinheiro



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz

INSTITUTO OSWALDO CRUZ

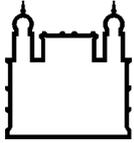
TÍTULO DA DISSERTAÇÃO/TESE

RESUMO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO MEDICINA TROPICAL

Filipe da Costa Rodrigues

Os mosquitos são insetos classificados na família Culicidae. São insetos de grande importância médica devido a sua capacidade de transmissão de patógenos ao ser humano e animais. O presente estudo objetivou conhecer aspectos sobre a biodiversidade sobre os integrantes dessa família bem como a distribuição de possíveis vetores de Febre Amarela no ambiente de borda dos fragmentos vegetais. Para tal, foi conduzido um estudo sobre os integrantes desse grupo no município de Barra Mansa, sul do estado do Rio de Janeiro. O município foi escolhido devido a notificação da infecção de um primata não humano pelo vírus da Febre Amarela e por apresentar divisa com outros municípios que notificaram óbitos humanos por Febre Amarela. Foram selecionados três fragmentos florestais urbanos de diferentes tamanhos, a partir do local onde foi encontrado o primata infectado. As coletas foram realizadas utilizando armadilhas para coleta de adultos, CDC com atrativo de CO₂ e Shannon (ambas mensalmente), e armadilhas para coletas de imaturos, ovitrampas e bambutraps (ambas realizadas no intervalo de duas semanas). Foram selecionados quatro pontos de coleta por área, alocadas em diferentes alturas e analisadas em conjunto com dados abióticos e padrão de uso do solo. Foi observada maior diversidade de espécies nas armadilhas para coleta de adultos e na área de tamanho intermediário (dentre as amostradas). Ao analisar a distribuição de mosquitos de importância médica entre os pontos de borda e interior da vegetação não houve diferença estatística. Assim torna-se de suma importância estudos e atividades de conscientização conduzidas em áreas de interface entre ambientes urbanos e fragmentos florestais.



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz

INSTITUTO OSWALDO CRUZ

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO/TESE (em inglês)

ABSTRACT

MASTER DISSERTATION IN MEDICINA TROPICAL

Filipe da Costa Rodrigues

Mosquitoes are insects classified in the Culicidae family. They are of great medical importance due to their ability to transmit pathogens to humans and animals. This study aimed to know aspects about biodiversity of the members of this family as well as the distribution of possible vectors of Yellow Fever in the edge environment of plant fragments. To this end, a study was conducted on the members of this group in the municipality of Barra Mansa, southern Rio de Janeiro state. The municipality was chosen because of no infection notification of a non-human primate by the Yellow Fever virus and for having border with other municipalities that reported human deaths from Yellow Fever. Three urban forest fragments of different sizes were selected from the place where the infected primate was found. The collections were performed using adult collection traps, CDC with attractiveness of CO₂ and Shannon (both monthly), and traps for immature, ovitraps and bambutraps (both performed within two weeks). Four collection points per area were selected, allocated at different heights and analyzed together with abiotic data and land use pattern. Greater species diversity was observed in adult collection traps and in the intermediate size area (among the sampled ones). When analyzing the distribution of mosquitoes of medical importance between the border points and the interior of the vegetation there was no statistical difference. Thus, studies and awareness-raising activities conducted in interface areas between urban environments and forest fragments are of paramount importance.

ÍNDICE

| | |
|---|-----------|
| RESUMO | X |
| ABSTRACT | XI |
| 1 INTRODUÇÃO | 17 |
| 1.1 Família Culicidae: biologia, distribuição e relação com a saúde humana..... | 18 |
| 1.2 Mata Atlântica | 23 |
| 1.3 Arboviroses..... | 25 |
| 1.4 Paisagem, clima e vetores | 33 |
| 1.5 Justificativa..... | 36 |
| 2 OBJETIVOS | 37 |
| 2.1 Objetivo Geral | 37 |
| 2.2 Objetivos Específicos | 37 |
| 3 MATERIAL E MÉTODOS | 38 |
| 3.1 Considerações Éticas | 38 |
| 3.2 Área de estudo..... | 38 |
| 3.3 Georreferenciamento | 40 |
| 3.4 Métodos de coleta | 44 |
| 3.5 Processamento do material coletado:..... | 47 |
| 3.6 Análise dos dados abióticos | 48 |
| 3.7 Análise espacial de paisagem | 48 |
| 3.8 Análise Ecológica..... | 49 |
| 4 RESULTADOS | 50 |
| 4.1 Análise geral | 50 |
| 4.2 Distribuição por tipo de armadilha | 55 |
| 4.3 Distribuição sazonal..... | 63 |
| 4.4 Distribuição por área..... | 69 |
| 4.5 Ações educativas | 81 |
| 5 CONCLUSÕES | 84 |
| 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 86 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 - Mapa de localização do município de Barra Mansa, RJ. | 38 |
| Figura 2 - Municípios da região sul fluminense, limítrofes à Barra Mansa, com notificação de óbitos por Febre amarela. (SES, 2018). | 39 |
| Figura 3 - Imagem de satélite abrangendo as três áreas de estudo. Fonte: Google Earth. | 41 |
| FIGURA 4 – DETALHAMENTO DAS ÁREAS DE COLETA. FONTE: GOOGLE EARTH. | 42 |
| Figura 5 - Aproximação das três áreas onde foram realizadas as coletas. Fonte: google earth | 43 |
| Figura 6 - Coletor da armadilha CDC com placa de identificação (esquerda) e Armadilha do tipo CDC instalada com placa de identificação (direita). | 46 |
| Figura 8 - Captura de mosquitos utilizando armadilha tipo Shannon. | 46 |
| Figura 7 - Instalação de armadilhas ovitrampa e Bambutrap. | 46 |
| Figura 9 - Representação gráfica dos indivíduos coletados pelos diferentes tipos de coleta. | 56 |
| Figura 10 - Índices de diversidade de shannon-winner distribuídos pelo tipo de armadilha. | 60 |
| Figura 11 - Número de ovos eclodidos nas armadilhas ovitrampas, distribuídos por ciclo de imersão | 62 |
| Figura 12 - Variação das médias de umidade relativa do ar e abundância de mosquitos <i>Ae. albopictus</i> , <i>Ae. Aegypti</i> e <i>Haemagogus leucocelaenus</i> distribuídos por quinzenas. | 67 |
| Figura 13 - Variação das médias de temperatura e abundância de mosquitos <i>Ae. albopictus</i> , <i>Ae. aegypti</i> e <i>Haemagogus leucocelaenus</i> distribuídos por quinzenas. | 67 |
| Figura 14 - Variação da precipitação (mm) ao longo dos meses que ocorreram o estudo. | 68 |
| Figura 15 - Padrão de uso e ocupação do solo no perímetro escolhido para a pesquisa. | 71 |
| Figura 16 - Padrão de uso e ocupação do solo nos pontos de coletas | 72 |
| Figura 17 - Distribuição de culicídeos das espécies <i>Ae. aegypti</i> , <i>Ae. albopictus</i> e <i>Hg leucelaenus</i> segundo o padrão de cobertura/uso do solo. | 73 |
| Figura 18 - Abundância de mosquitos coletados por área. | 76 |

| | |
|---|-----------|
| Figura 19 - Quantidade de espécimes coletados por ecótono em cada estação climática. | 77 |
| Figura 20 - Distribuição da abundância de espécimes coletados por ecótono em cada área. | 78 |
| Figura 21 - Distribuição de mosquitos das espécies analisadas em diferentes ambientes de coleta. | 79 |
| Figura 22 - Distribuição de espécime coletados por ecótono e por estrato | 80 |
| Figura 23 - Minicurso de capacitação realizado em barra mansa. | 83 |
| Figura 24 - Profissionais da Prefeitura Municipal de Barra Mansa que acompanharam o curso. | 83 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| TABELA 1 - NÚMERO ABSOLUTO DE CULICÍDEOS COLETADOS POR ESPÉCIE..... | 51 |
| TABELA 2 - ABUNDÂNCIA DE MOSQUITOS POR ESPÉCIE E POR ESTÁGIO DE DESENVOLVIMENTO NO MOMENTO DA COLETA. | 56 |
| TABELA 3 - ÍNDICES CALCULADOS PARA OS ESTÁGIOS ADULTO E IMATUROS. | 58 |
| Tabela 4 - Nº de ovos distribuídos por quinzena..... | 61 |
| TABELA 5 - ABUNDÂNCIA DE MOSQUITOS POR ESPÉCIES E ESTAÇÃO CLIMÁTICA..... | 64 |
| TABELA 6 - ÍNDICES DE DIVERSIDADE POR ESTAÇÃO CLIMÁTICA. | 66 |
| TABELA 7 - MÉDIAS TOTAIS DE TEMPERATURA E UMIDADE REL. DO AR DISTRIBUÍDAS POR QUINZENAS..... | 66 |
| TABELA 8 - RESULTADOS DOS TESTES DE CORRELAÇÃO DE SPEARMAN ENTRE ESPÉCIES E FATORES ABIÓTICOS (TEMPERATURA, UMIDADE RELATIVA DO AR E PRECIPITAÇÃO)..... | 69 |
| TABELA 9 - PERCENTUAL DE MOSQUITOS COLETADOS POR ESPÉCIE E POR PADRÃO DE USO/COBERTURA DO SOLO. F.D. = FLORESTA DENSA; PAST. = PASTAGEM; A./P. = AGRICULTURA/PASTAGEM; URB. = INFRAESTRUTURA URBANA | 72 |
| TABELA 10 - QUANTIDADE DE INDIVÍDUOS POR ESPÉCIE NAS ÁREAS DE COLETAS. | 73 |
| TABELA 11 - QUANTIDADE DE ESPÉCIMES COLETADOS POR QUINZENA. | 77 |
| Tabela 12 - Resultado do teste Kruskal-Wallis para comparação da quantidade de mosquitos coletados entre ecótono e áreas. * = Ecótono seguido do nº da área..... | 78 |
| Tabela 13 - Comparações realizadas entre estratos e ecótonos. A = alto; S = solo..... | 81 |

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

| | |
|--------|--------------------------|
| B | Borda |
| DENV-1 | Dengue Vírus Tipo 1 |
| DENV-2 | Dengue Vírus Tipo 2 |
| DENV-3 | Dengue Vírus Tipo 3 |
| DENV-4 | Dengue Vírus Tipo 4 |
| ex | Exemplo |
| hab. | Habitantes |
| I | Interior |
| mm | Milímetro |
| °C | Grau Celsius |
| pH | Potencial hidrogeniônico |
| V | Volts |

1 INTRODUÇÃO

Os insetos são organismos euriécios. Tem importância ecológica, como por exemplo na polinização de flores, ou epidemiológica para os seres humanos agindo como vetores de patógenos causadores de doenças ao homem ou a animais domésticos, como por exemplo pulgas (peste bubônica), moscas (doença do sono, febre tifoide e disenteria), carrapatos (Rickettsioses), piolhos (Tifo e febre recorrente), e mosquitos (malária, elefantíase, febre amarela) dentre outros (Rupert et al., 2005). A maior diversidade de insetos é encontrada nas florestas tropicais (Lamarre et al., 2012).

A degradação de florestas pode levar ao desaparecimento de vetores relacionados a certas doenças, sendo assim, em decorrência dessas ações pode haver uma adaptação destes animais a outros ambientes que não necessariamente as florestas (Aparício, 2001) demonstrando uma plasticidade comportamental em novos cenários epidemiológicos. No modelo que emerge das drásticas alterações ambientais, algumas espécies passam a frequentar áreas habitadas pela população humana, tornando-se aptos a transmitir patógenos para humanos e outros mamíferos domésticos. Dentre os vetores, certas espécies de mosquitos podem se beneficiar de ambientes alterados pelas atividades antrópicas, aumentando assim sua densidade e, apresentando-se como ameaça para a saúde humana (Silva et al., 2010).

A Mata Atlântica é um dos biomas mais degradados, tendo ao longo dos anos perdido cerca de 90% de sua extensão original (Fundação SOS Mata Atlântica & INPE, 2001). Grande parte da Mata Atlântica encontra-se em fragmentos, que são de elevada importância para a perenidade do Bioma (Zaú, 1998).

O conhecimento dos mosquitos da Mata Atlântica é fundamental 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, principalmente das espécies que apresentam valor epidemiológico (Alencar et al., 2016).

1.1 Família Culicidae: biologia, distribuição e relação com a saúde humana

A família Culicidae possui 3 subfamílias: Toxorhynchitinae, Anophelinae e Culicinae. Dentre essas três subfamílias somente 2 possuem importância médica, Anophelinae e Culicinae. A subfamília Anophelinae possui 3 gêneros e a subfamília Culicinae, 110 gêneros (Consoli & Oliveira, 1994). Reconhece-se a existência de cerca de 3564 espécies de mosquitos, distribuídas nas subfamílias de importância médica: Anophelinae e Culicinae. O gênero *Culex* possui 769 espécies, divididas por 26 subgêneros (Harbach, 2013).

A região Neotropical é a maior detentora de endemicidade desses animais. Os culicídeos são insetos dípteros, nematóceros, e distinguem-se dos demais membros de sua ordem por possuírem escamas nas veias alares. Apresentam corpo delgado e pequeno porte, sendo comumente chamados de mosquitos ou pernilongos (Forattini, 1996).

O ciclo biológico dos mosquitos compreende as fases de ovo, larva, pupa e adulto. As fases imaturas desenvolvem-se em ambientes aquáticos, retirando oxigênio do ar e ocupando nichos ecológicos próprios. A fase adulta é alada, possuem pernas e antenas longas e destinam-se principalmente à reprodução e à dispersão. Essa dualidade de nichos ocupados pelos culicídeos conota uma situação de duas populações distintas, uma sucedendo a outra (Forattini, 1996; Forattini, 2002).

O padrão de oviposição dos mosquitos pode variar conforme o gênero ou espécie, e esse padrão pode explicar a distribuição dos mosquitos nos diferentes tipos de criadouros e na natureza (Consoli & Oliveira, 1994). Mosquitos podem realizar oviposição em recipientes naturais, a exemplo de espécimes do gênero *Haemagogus* que podem ser encontrados colonizando cavidades, internódios de bambus, buracos em árvores (Alencar et al., 2014) ou em recipientes artificiais a exemplo de *Aedes aegypti* (Consoli & Oliveira, 1994).

Os ovos de culicídeos também podem apresentar o fenômeno de diapausa, que é a retenção temporária do desenvolvimento do animal mediante situações ambientais adversas e é considerada uma estratégia reprodutiva (Alencar et al., 2014) e pode ser responsável pela dispersão e reintrodução de espécies da família Culicidae, como por exemplo *Aedes aegypti* (Silva & Silva, 1999).

Os locais onde as formas imaturas de culicídeos se desenvolvem são chamados de criadouros. Os criadouros podem ser classificados em naturais e artificiais, onde ambos podem ser no solo ou em recipientes, transitórios ou permanentes. Os criadouros naturais podem ser lagoas, pântanos, remansos, enchentes, bromélias, cocos, conchas, entre outros. Os artificiais podem ser represas, piscinas, pneus, vasos de planta, latas, vidros, caixas d'água, entre outros (Consoli & Oliveira, 1994). Tais locais apresentam fundamental interesse epidemiológico, pois o conhecimento sobre esses criadouros pode acarretar em formas de controle da proliferação de culicídeos (Forattini, 2002). Em relação às características do criadouro fatores como temperatura, cobertura do dossel vegetal, presença de predadores e competidores, cobertura vegetal emergente e pH podem exercer influência sobre o desenvolvimento de culicídeos (Santos et al., 2012; Mereta et al., 2013). A densidade de indivíduos nos criadouros também pode influenciar o desenvolvimento dos mosquitos. Uma maior densidade de indivíduos pode gerar uma maior competição por alimento, gerando uma menor disponibilidade desse recurso por indivíduo. Apesar do tamanho de um indivíduo ser dado por bases genéticas, a densidade larval pode afetar o desenvolvimento. Por sua vez o tamanho corporal dos adultos pode influenciar a longevidade, o número de ovos por cada oviposição e a capacidade vetorial (Beserra et al., 2009).

As larvas de mosquitos apresentam aspecto vermiforme, podendo apresentar coloração esbranquiçada, enegrecida, avermelhada ou esverdeada e compreende 4 estádios. O corpo está dividido em cabeça, tórax e abdome, sendo os dois primeiros de aparência globosa e o último cilíndrico, possuindo 9 segmentos, sendo o último diferenciado em lobo anal (Consoli & Oliveira, 1994). A região terminal do abdome de larvas de culicídeos pode apresentar diferenças anatômicas entre os táxons dessa família. Em membros da subfamília Culicinae e Toxorhynchitinae acha-se ligado ao segmento VIII o sifão respiratório; em membros da subfamília Anophelinae não há a presença dessa estrutura, e em membros da tribo Mansoniini o sifão respiratório transformou-se em órgão perfurante e fixador, possibilitando a retirada de oxigênio direto dos tecidos das plantas aquáticas e permitindo esses indivíduos ficarem submersos (Forattini, 2002).

A pupa dos culicídeos apresenta forma de "vírgula", classificada como adéctica e obcteta (Forattini, 1996). Nessa fase ocorre a metamorfose no mosquito, e surge após o estágio IV larval. A larva perde seu aparelho bucal mastigador, pois na fase de pupa o animal não se alimenta e ganha apêndices locomotores (Consoli

& Oliveira, 1994). Vive também em ambientes aquáticos e possui grande mobilidade atribuída à manutenção da musculatura abdominal do estágio larval (Forattini, 2002), mas raramente se locomove quando não é perturbada (Consoli & Oliveira, 1994). Nessa fase ocorrem modificações fundamentais para o surgimento da fase adulta. Em sua grande maioria esse processo é concluído em dois dias, podendo ser retardado em situações adversas, mas não apresentando quiescência (Forattini, 1996; Forattini, 2002).

Na fase adulta as fêmeas podem realizar hematofagia, podendo alimentar-se também de substâncias açucaradas, enquanto os indivíduos machos alimentam-se exclusivamente de açúcares de origem vegetal. O sangue ingerido serve como fonte de nutrientes ao desenvolvimento de ovos, sendo esses nutrientes convertidos em substâncias proteicas que farão parte do vitelo. Na grande maioria das espécies, as fêmeas podem realizar um ou mais repastos sanguíneos antes de ocorrer o desenvolvimento gonotrófico (Forattini, 1996; Forattini, 2002). Quando somente uma alimentação sanguínea é realizada para concluir o ciclo gonotrófico - ou seja, ciclo que se inicia no final do repasto sanguíneo até o momento da postura dos ovos - classifica-se como concordância gonotrófica. Quando uma fêmea realiza mais de um repasto sanguíneo para completar o ciclo classifica-se como discordância gonotrófica, sendo esse último de elevado valor epidemiológico pois o ato de realizar repasto sanguíneo em diferentes hospedeiros aumenta as chances de transmissão de vírus e outros patógenos (Valle et al., 2015).

O conhecimento dos hábitos alimentares dos culicídeos reveste-se de grande interesse para a compreensão sobre a participação de suas espécies na transmissão de patógenos aos homens e animais (Guimarães & Victório, 1986). A escolha do hospedeiro vertebrado em que será realizado o repasto sanguíneo é fundamental no entendimento epidemiológico de doenças que podem ser transmitidas por mosquitos. Essa escolha pode variar do generalismo, onde várias espécies podem servir como fonte de alimento, ao especialismo, onde poucas espécies servem como fonte de alimento. Apesar de muitas espécies de mosquitos apresentarem um padrão na escolha da fonte alimentar essa preferência na escolha do hospedeiro vertebrado pode variar de forma intra ou interespecífica. Essas diferenças podem ser geográficas, temporal, micro-habitats e experiência de forrageamento (Lyimo & Ferguson, 2009).

Os mosquitos podem apresentar padrões comportamentais relacionados à hematofagia. Esses padrões podem estar relacionados ao local, horário e

comportamento no momento do repasto sanguíneo (Forattini, 2002). O local onde as espécies de mosquitos preferem realizar hematofagia pode variar, principalmente em áreas antropizadas, áreas com residências. Estes podem aguardar dentro das casas para realizar o repasto, hábito endofágico, ou fora da residência, hábito exofágico. A variação desse comportamento pode apresentar grandes implicações epidemiológicas (Forattini, 2002). Espécies de importância médica como *Aedes aegypti* e *Culex quinquefasciatus* podem ser frequentemente encontradas dentro das residências (Gomes et. Al., 1987; Consoli & Oliveira, 1994)

No que tange ao horário de atividade dos mosquitos, esses podem ser classificados em diurnos, crepusculares ou noturnos. Esse padrão costuma ser usado referente ao horário de atividade hematofágica, porém atividades de cópula e oviposição também são realizadas no mesmo padrão de horário que a hematofagia (Forattini, 2002). Alguns fatores importantes atuam sobre esse comportamento como temperatura, umidade relativa do ar e luminosidade. Além dos fatores abióticos, devemos levar em consideração também a importância de fatores biológicos no comportamento alimentar dos mosquitos, como o comportamento alimentar dos animais vertebrados que servem como fonte de alimento aos culicídeos (Guimarães & Victório, 1986).

Na busca por vertebrados que possam servir como fonte de alimento sanguíneo as fêmeas podem apresentar comportamento “tímido”, buscando realizar o repasto sanguíneo em indivíduos que se apresentam em estado de repouso, ou “agressivo”, onde buscam realizar repasto sanguíneo em indivíduos que se encontram em estado de vigília. Essa diferença pode ser apresentada a nível específico ou populacional (Forattini, 2002).

Mudanças na diversidade de vertebrados associadas ao rápido crescimento da população humana e intenso padrão de uso do solo podem levar a uma mudança no padrão de preferência alimentar dos mosquitos. Essa mudança de comportamento já foi demonstrada para mosquitos vetores do protozoário *Plasmodium* spp. causador da Malária, *Anopheles fluviatilis*, em Uttar Pradesh e *An. darlingi* na região amazônica, que aumentaram sua preferência por realizar hematofagia em seres humanos (Lyimo & Ferguson, 2009) podendo contribuir para a transmissão de patógenos ao homem.

Para mediar atividades biológicas como alimentação, reprodução, oviposição, os insetos usam sinais químicos, percebidos por sensilas que recobrem o corpo.

Substâncias como dióxido de carbono (CO₂), ácido lático e amônia podem ser percebidos por mosquitos na procura do hospedeiro vertebrado (Chaves, 2012).

Algumas espécies de mosquitos possuem a capacidade de permanecer períodos longos sem realizar oviposição, em situações ambientais adversas. Nesses períodos elas podem ocasionalmente realizar repasto sanguíneo, porém esperam condições ideais para ovipor (Consoli & Oliveira, 1994; Forattini, 1996; Coetzee, 2017). A retenção da oviposição pode provocar consequências como a diminuição da fertilidade dos ovos retidos, já demonstrado para *Aedes aegypti* (Consoli & Oliveira, 1994).

Até o final do séc. XIX a única importância atribuída aos mosquitos era o incômodo provocado por esses animais. Essa perspectiva começou a modificar somente após estudos que apontavam o envolvimento destes no ciclo de determinadas doenças, como o de Manson (1879) para a filariose bancroftiana, Ronald Ross (1898) para malária aviária em mosquitos do gênero *Culex*, Giovanni Grassi, Amico Bignami e Giuseppe Bastinelli, o do parasito da malária humana em mosquitos do gênero *Anopheles* (1899), e a comprovação da teoria de Carlos Finlay por Walter Reed sobre o papel dos mosquitos na transmissão da febre amarela (Reed et al., 1900; Forattini, 2002; Benchimol, 2011).

A maioria dos estudos realizados sobre mosquitos têm sido focados principalmente em vetores de agentes infecciosos, porém o conhecimento sobre as populações de mosquitos em ambientes silvestre, biodiversidade e distribuição na mata atlântica é de fundamental importância para a compreensão da ecoepidemiologia das doenças transmitidas por vetores, além de proporcionar dados para a compreensão do surgimento e envolvimento de futuras doenças (Guimarães et al., 2000; Alencar et al., 2016).

Ambientes que foram alterados pelo ser humano podem criar modificações ambientais podendo modificar pressões seletivas que mantinham populações de mosquitos controladas (Lyimo & Ferguson, 2009). Produtos industrializados, por exemplo, formam locais ideais para desenvolvimento larval de mosquitos. Dentre esses, recipientes como pacotes plásticos não-biodegradáveis que coletam água da chuva. Pneus descartados, principalmente no ambiente doméstico também formam um local ideal para desenvolvimento desses vetores. Navios cargueiros e a indústria global de pneus serviram de locais de depósito de

ovos de mosquitos e também contribuíram para a dispersão de espécies de mosquitos no planeta (Gluber, 1998).

Estudos relacionando a fauna de mosquitos encontrada em ambientes silvestres e urbanizados já foram realizados, com o objetivo de compreender a distribuição das espécies pertencentes à família Culicidae e com objetivo de realizar levantamentos epidemiológicos. Como exemplo de estudos deste tipo, o trabalho de Forattini et al. (1978), na década de 1970 em que buscava-se conhecer as espécies que poderiam agir como vetores do arbovírus Rocio na região do Vale do Ribeira. O conhecimento sobre a biologia das diferentes espécies de mosquitos pode auxiliar no entendimento da epidemiologia de doenças transmitidas por esses animais. Como exemplo pode citar a hipótese para os casos de Febre do Rift Valley que surgem ao mesmo tempo em diversas regiões. Mosquitos do gênero *Aedes* pertencentes aos subgêneros *Aedimorphus* e *Neomelanicionion* que se desenvolvem em água oriundas de enchentes são apontados por manter o vírus ao longo do tempo na natureza pois permitem a transmissão transovariana e seus ovos permanecem latentes em lama pós episódios de enchentes (Gluber, 2002).

Estudos como estes apresentados anteriormente que visam a biologia de vetores focando a predição e prevenção de doenças são denominados Vigilância entomológica. Sob essa perspectiva, fatores biológicos, atividades enzoóticas, abundância de indivíduos e taxa de infecção vetorial são de extrema importância. A vigilância entomológica tem como objetivos detectar espécies de vetores e seus caracteres morfológicos; avaliar índices entomológicos; detectar espécies exóticas ou grau de domiciliação de espécies autóctones; estudar a interação homem-vetor; compreender os fatores climáticos e ambientais que favoreçam a proliferação de artrópodes vetores; recomendar medidas que reduzam a abundância de vetores e avaliar o impacto dessas medidas (Gomes, 2002).

Assim torna-se de fundamental importância o estudo sobre a fauna de culicídeos visando o conhecimento sobre a dinâmica populacional desses indivíduos (Silva et al., 2010; Leite, 2014).

1.2 Mata Atlântica

A mata atlântica é um dos principais hotspots mundiais (Rezende Dias *et al.*, 2018). É uma das florestas com mais rica biodiversidade, mas também uma das

florestas mais ameaçadas no planeta. Caracteriza-se como floresta tropical cobrindo a região costeira do Brasil, da região sul à região nordeste, abrangendo 17 estados, destes 14 são costeiros (Tabarelli *et al.*, 2005). Hoje apenas 12,4% da floresta original pode ser encontrada e se considerados somente fragmentos maiores que 100 hectares, resta somente 8,5% da floresta original (Fundação SOS Mata Atlântica, 2018). Cerca de 72% da população brasileira está inserida no bioma Mata Atlântica, abrangendo 3.429 municípios (Dantas *et al.*, 2017)

A Mata Atlântica possui uma grande diversidade, abrigando cerca de 688 espécies de aves, 261 espécies de mamíferos, 200 espécies de répteis, 280 espécies de anfíbios e cerca de 20.000 espécies de plantas (Ribeiro *et al.*, 2009). Dentre os tipos de vegetação que compõem a Mata Atlântica podemos encontrar as florestas ombrófilas mistas, densa e aberta, floresta estacional decídua e semidecídua, campos de altitude, mangues e restingas. Essa ampla gama de ambientes propicia um alto nível de endemismo e uma alta biodiversidade, inclusive de culicídeos. Esse alto nível de endemismo e diversidade pode ser favorecido por uma ampla heterogeneidade dentro desse bioma (Sant'ana, 2013). Outros fatores que contribuem para o alto nível de endemismo e biodiversidade da Mata Atlântica são suas características geográficas como altos índices de precipitação, larga amplitude geográfica abrangendo regiões tropicais e subtropicais e diferenças de altitude (Ribeiro *et al.*, 2009), bem como separação de dois outros grandes biomas da América do Sul, a Floresta Amazônica e a Floresta Andina. Essa separação ocorreu após períodos de conexão (Silva & Casteleti, 2003).

O histórico de degradação da Mata Atlântica iniciou-se ainda no período do descobrimento com a chegada dos europeus e continuou durante os séculos seguintes, passando por sucessivos ciclos econômicos e contínua expansão da população humana (Silva & Casteleti, 2003). Alguns fatores contribuem para a contínua degradação da Mata Atlântica, como a ocupação e redistribuição do solo para assentamentos e atividades agrícolas, extração ilegal de madeira, extração de plantas e produtos naturais e caça (Tabarelli *et al.*, 2005).

A fragmentação criada nos habitats acarreta em um surgimento de barreiras, isolamento reprodutivo, diminuição do fluxo gênico e perda da diversidade. Tais fatos levam a uma perda de espécies e mudanças nas formas de interação entre elas (Dantas *et al.*, 2017).

Ribeiro *et al.* (2009) realizaram uma análise sobre o status da Mata Atlântica e de seus fragmentos com o objetivo de obter informações sobre a distribuição do bioma e quanto ainda resta. Contabilizaram 245.173 fragmentos, e desse total 204.469 (~83,4%) fragmentos são menores que 50 hectares. O maior fragmento localiza-se na Serra do Mar, estado de São Paulo, apresentando divisa com Rio de Janeiro e possuindo também o maior índice de ligamentos, corredores ecológicos, entre os fragmentos. As bordas dos fragmentos também foram analisadas, pois espécies tropicais, principalmente as restritas à ambientes florestais são sensíveis aos efeitos de borda e aos padrões de uso do solo na região que circunda os fragmentos de vegetação (Ribeiro *et al.* 2009).

O aumento da população humana e sua aglomeração juntamente com o desmatamento das florestas podem criar condições favoráveis à proliferação e dispersão de vetores de arbovírus e plasmódios (Sant'ana, 2013).

A Mata Atlântica possui uma topografia complexa, essa característica permite uma ampla variedade ambiental e de microclimas que pode afetar as condições de habitat de mosquitos. Essa variedade de condições ambientais cria uma variação espacial nas comunidades de Culicidae dentro desse bioma (Alencar *et al.*, 2015).

1.3 Arboviroses

Desde a descoberta da capacidade de artrópodes atuarem como vetores de patógenos, um número grande de vírus, bactérias, protozoários e helmintos foram incriminados como patógenos transmitidos por artrópodes hematófagos, causando malária, dengue, praga, filarioses, trypanossomíases e leishmanioses. Doenças causadas por vírus e transmitidas por vetores artrópodes, como a Febre Amarela, apresentaram um importante papel no passado pois foi a primeira a ser controlada por programas baseados no combate ao vetor (Gluber, 1998).

O termo "ARBOVÍRUS" foi cunhado a partir da expressão inglesa "Arthropod-borne" juntamente com a palavra "vírus". Denomina-se arboviroses um grupo de doenças causadas por vírus de características ecológicas determinadas que são transmitidas a hospedeiros vertebrados por meio de artrópodes hematófagos (Focaccia & Veronesi, 2015). Sendo assim os arbovírus possuem no mínimo dois

hospedeiros, um artrópode e um vertebrado, sendo que os vertebrados geralmente devem possuir alta viremia que facilite a infecção do artrópode no momento do repasto sanguíneo. Arboviroses são em sua grande maioria zoonoses. Os principais hospedeiros vertebrados de importância para saúde pública são aves e roedores e os principais artrópodes são mosquitos e carrapatos. Seres humanos muitas vezes são considerados hospedeiros acidentais, pois não contribuem com uma viremia suficientemente alta para possibilitar a infecção de novos artrópodes (Gluber, 2002). Ao longo dos anos, vertebrados silvestres e arbovírus evoluíram adquirindo uma relação equilibrada onde raramente os vertebrados desenvolvem morbidade ou mortalidade. Seres humanos, ao contrário de animais silvestres, ainda não desenvolveram essa relação de equilíbrio com arbovírus de ciclos silvestres, sendo assim, em casos de infecção por esses patógenos apresentam grande morbidade ou mortalidade (Gould *et al.*, 2017).

Os arbovírus possuem distribuição global, porém sua maior incidência ocorre em regiões tropicais onde as condições climáticas possibilitam a manutenção da transmissão viral por artrópodes (Gluber, 2002). A maior parte do arbovírus encontra-se distribuída entre as famílias: Peribunyaviridae, Flaviviridae, Togaviridae, Reoviridae e Rhabdoviridae (Focaccia & Veronesi, 2015).

As arboviroses apresentam espectro clínico marcante que abrange manifestações de natureza febril até manifestações neurológicas (Focaccia & Veronesi, 2015). Nos últimos anos cinco arboviroses transmitidas por mosquitos tem aumentado em número de casos ao redor do planeta: Febre amarela, Dengue, Zika, Chikungunya e Oeste do Nilo. Além dessas algumas arboviroses como Vírus da Encefalite Japonesa (Jev), Rift Valley Vírus (RVFV), Vírus da Encefalite de St. Louis (SLEV) também tem provocado epidemias em determinadas regiões (Gould *et al.*, 2017).

A Febre Amarela é uma doença infecciosa e não contagiosa. Mantém-se enzoótica ou epizootica na África e Américas podendo causar surtos ou epidemias (Vasconcelos, 2003). A Febre Amarela foi também chamada, no passado, por nomes como tifo ecteróide, tifo amarelo, vômito negro e febre das Antilhas. Provavelmente o vírus causador da Febre Amarela foi trazido juntamente com seu vetor urbano, *Aedes aegypti*, da África nos navios que realizavam tráfico negreiro (Focaccia & Veronesi, 2015).

Nas Américas o primeiro relato de epidemias com características similares à Febre Amarela foi Yucatán, México, em 1648, sendo depois registrada nos Estados Unidos, Caribe e Brasil (Ferreira *et al.*, 2011). No Brasil o responsável pelo primeiro relato da doença foi o padre Antônio Vieira em 1692 (Focaccia & Veronesi, 2015). Relatos de grandes epidemias no Brasil ocorridas no Século XIX foram atribuídas a navios estrangeiros como o navio dinamarquês Navarre (Focaccia & Veronesi, 2015) e um navio oriundo dos Estados Unidos que havia feito parada em Cuba (Ferreira *et al.*, 2011), ambos em 1849. Estima-se que entre 1850 e 1902 a Febre Amarela tenha causado cerca de 58.063 óbitos, somente no Rio de Janeiro (Focaccia & Veronesi, 2015).

A partir da identificação do papel do mosquito *Aedes aegypti* como vetor em 1900, e a intensa campanha de combate ao mesmo culminou na redução do número de casos. O combate à Febre Amarela ganha força na década de 1930 com a introdução da vacina criada pela fundação Rockefeller (Ministério da saúde, 2018a). O trabalho de eliminação da Febre Amarela Urbana durou quase 50 anos e teve a participação de médicos como Oswaldo Cruz e Emílio Ribas. O último caso de Febre Amarela Urbana foi registrado em 1942 (Ferreira *et al.*, 2011), porém anos antes, epidemias registradas no Espírito Santo e Bolívia em locais onde não haviam registros do mosquito *Aedes aegypti* acometeram trabalhadores em matas e sopés. Em 1936 admitiu-se um ciclo viral enzoótico (Focaccia & Veronesi, 2015) e em 1938 pesquisadores conseguiram associar a transmissão do vírus da Febre Amarela ao mosquito do gênero *Haemagogus* (Ferreira *et al.*, 2011). A Febre Amarela tem se mantido em seu ciclo silvestre cuja a transmissão atribui-se a mosquitos dos gêneros *Haemagogus* e *Sabethes*, e como hospedeiros vertebrados primatas não humanos (Figueiredo *et al.*, 2018). Sendo assim, a Febre Amarela pode apresentar duas formas, urbana e silvestre. Essas formas diferenciam-se principalmente por local de ocorrência, espécies de mosquitos que agem como vetores e hospedeiros vertebrados que se infectam com o vírus (Vasconcelos, 2003)

O vírus da Febre Amarela (*Yellow Fever virus*, YFV) pertence à família Flaviviridae e gênero *Flavivirus*, mesmo gênero de outros arbovírus como o *Dengue vírus* (DENV). O vírus da Febre Amarela possui um genoma que constitui em uma molécula de RNA, fita simples, polaridade positiva e não segmentados com cerca de 11kb de comprimento. O seu genoma possui uma única "Open Reading Frame"

(ORF) que codifica três proteínas estruturais e sete proteínas não estruturais (Vasconcelos, 2003).

Anualmente, ocorrem aproximadamente 80.000 a 200.000 casos de Febre Amarela ao redor do planeta, porém a falta de maiores estudos epidemiológicos não possibilita o melhor conhecimento sobre o número de casos (Douam & Ploss, 2018). No Brasil desde o ano de 1999 a Febre Amarela tem sido registrada fora de regiões consideradas endêmicas, afetando humanos e primatas não humanos (Mir *et al.*, 2017). Entre os anos de 2007 e 2009 uma nova reemergência ocorreu, com expansão da área de circulação do vírus e o registro da circulação do vírus nas regiões sudeste e sul do país, atingindo cerca de 100 pessoas (Ministério da Saúde, 2017b). A epidemia mais recente teve início em dezembro de 2016 e desde então vem afetando primatas não humanos e seres humanos não vacinados (Mir *et al.*, 2017). Entre 1º de dezembro de 2016 e 31 de julho de 2017 foram notificados 3.564 casos de febre Amarela no país, desses, 777 casos foram confirmados (Ministério da Saúde, 2017b). Segundo os dados mais atualizados do Ministério da Saúde, que avalia o período de julho de 2017 a junho de 2018, o Brasil apresentou no referido período 7.518 casos notificados, sendo 1376 casos confirmados e 483 óbitos. Os estados que apresentaram os maiores números de óbitos foram São Paulo (203 óbitos), seguido por Minas Gerais (181 óbitos) e Rio de Janeiro (97 óbitos). Em relação às epizootias, no mesmo período, foram notificadas 9154 epizootias, sendo 864 confirmadas por exames laboratoriais e 1305 ainda em investigação. A região sudeste também foi a que apresentou maior número de epizootias (Ministério da Saúde, 2018). O estado do Rio de Janeiro registrou no ano de 2018, 262 casos humanos confirmados de Febre Amarela e 13 epizootias. A região sul fluminense foi grandemente afetada, municípios como Angra dos Reis e Valença foram as cidades que registraram o maior número de casos, 56 e 40 respectivamente (SES – RJ, 2018).

O período de incubação da Febre amarela varia de 3 a 6 dias, podendo ocorrer entre 10 e 15 dias. Pode apresentar espectro clínico que varia desde infecções assintomáticas até infecções graves e fatais. O quadro clínico do paciente pode apresentar febre alta, cefaleia intensa, bradicardia, náuseas e vômitos. Nas formas leves e moderadas os sintomas podem desaparecer em quatro dias. Nas formas graves e malignas o paciente pode apresentar cefaleia e mialgia em maior intensidade, náuseas e vômitos frequentes, icterícia, oligúria e manifestações

hemorrágicas como epistaxe, hematêmese e metrorragia (Ministério da Saúde, 2018a).

O diagnóstico da Febre Amarela pode ser feito por exames específicos em amostras clínicas, sangue e tecidos (Ministério da Saúde, 2018a) e a principal forma de prevenção é através da vacinação (Ferreira, 2011).

Outra importante arbovirose, a dengue é uma doença febril aguda que possui espectro clínico variando de formas clínicas benignas e leves a formas com progressão para um quadro clínico grave (Ministério da Saúde, 2017a). Há mais de uma explicação para a origem da palavra “Dengue”, uma com origem no árabe arcaico significando fraqueza e outra origem sugerida seria africana, uma variação da expressão “Ki-denga Pepo” que significaria pancada ou golpe aplicado por mau espírito (Focaccia & Veronesi, 2015). O primeiro registro, no Brasil, de uma doença similar a Dengue ocorreu em 1917 no Rio de Janeiro. Porém, a primeira epidemia documentada de forma mais embasada, ou seja, com registros clínicos e laboratoriais, só foi documentada em 1981-1982 em Boa Vista Roraima (Ministério da Saúde, 2017a).

A dengue é causada por um vírus pertencente à família Flaviviridae e ao gênero *Flavivirus*. São esféricos, envelopados, medindo entre 40 e 50 nm de diâmetro e possuem genoma em RNA. O vírus Dengue possui ainda quatro sorotipos DENV-1, DENV-2, DENV-3, DENV-4 (Valle *et al.*, 2015). Um quinto sorotipo do vírus dengue foi descoberto na Malásia em um paciente de 37 anos. Esse registro mostrou ser válido em experimentos utilizando primatas não humanos. Após a infecção pelo novo sorotipo os animais produziram um conjunto de anticorpos diferente dos quatro sorotipos já descrito (Mustafa *et al.*, 2015).

O vírus Dengue mantém-se na natureza por ciclos que envolvem hospedeiros vertebrados e mosquitos hematófagos (Valle *et al.*, 2015). O mosquito *Aedes aegypti* é o vetor primário (Ramos-Castaneda, 2017), porém outras espécies do gênero *Aedes*, como por exemplo *Aedes albopictus*, podem agir como vetores do vírus Dengue (Valle *et al.*, 2015). Na Ásia e África a participação de outros vetores e hospedeiros vertebrados possibilita a existência de três ciclos da Dengue, Silvestre, rural e urbano (Forattini, 2002).

A incidência de Dengue aumentou cerca de 30 vezes nos últimos 50 anos, sendo capaz de expandir-se para áreas antes livres da doença (Ministério da Saúde, 2017a). A dengue tornou-se infecção por arbovírus mais comum no planeta Terra,

sendo registrada em cerca de 128 países. Estima-se que cerca de 4 bilhões de pessoas estão em áreas de risco de infecção (Stanaway, 2016) e que cerca de 50 a 100 milhões de infecções ocorram anualmente (Ministério da Saúde, 2017a). Em 2018, até a semana epidemiológica 43 (27 de outubro de 2018) o Brasil registrou cerca de 220.921 casos prováveis de dengue, sendo 143.224 casos confirmados (64,8%) e 157.427 casos descartados (Ministério da saúde, 2018c).

A Dengue é uma doença febril e em 90% dos casos de característica autolimitada, durando cerca de uma semana. No passado a forma clínica da doença era caracterizada por dois padrões: Dengue clássica e Dengue hemorrágica, ou febre hemorrágica do dengue. Hoje as infecções sintomáticas são classificadas em: Dengue sem sinais de alarme, Dengue com sinais de alarme e Dengue grave (Valle *et al.*, 2015).

O diagnóstico da Dengue pode ser feito através de métodos de detecção do material genético do vírus, RT-PCR; peptídeos virais, detecção de NS1 e por métodos sorológicos indiretos, inibição da hemaglutinação e MAC-ELISA. O tratamento da Dengue é sintomático, ou seja, não é utilizada nenhuma droga antiviral (Focaccia & Veronesi, 2015).

O *Zika vírus* (ZIKV) foi isolado pela primeira vez em 1947 a partir de um macaco Rhesus, em Uganda. A área florestal onde foi realizada o estudo é chamada Zika, usada para nomear o vírus descrito. Em 1948 foi isolado de um mosquito da espécie *Aedes africanus* (Ramos da Silva & Gao, 2016). A primeira infecção pelo vírus Zika só foi detectada em 1954 na Nigéria. Desde então poucos casos humanos foram detectados até o ano de 2007, onde uma epidemia por vírus Zika foi registrada no Oceano Pacífico, em Yap island, Micronésia e em 2013 na polinésia francesa (Ramos da Silva & Gao, 2016; Weaver *et al.*, 2016). Em 2014 infecções humana por vírus Zika foram registradas em Nova Caledônia, Ilhas Cook e em 2015 o vírus Zika é detectado nas Américas onde no Brasil passa a circular de forma autóctone em 2016 (Musso & Gubler, 2016).

O vírus Zika pertence à família Flaviviridae, gênero *Flavivirus*, assim possuindo estrutura similar a outros membros da família Flaviviridae com três proteínas estruturais (C, E e pré-M) e sete proteínas não estruturais (NS1, NS2A, NS2B, NS3, NS4A, NS4B, NS5) (Ramos da Silva & Gao, 2016). Na África e Ásia o vírus Zika é mantido em um ciclo enzoótico silvestre envolvendo mosquitos e primatas não-humanos (Zanluca & dos Santos, 2016), e além deste ciclo há também

um ciclo urbano mantido pela interação mosquito-humano-mosquito. *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* são considerados os principais vetores do Zika vírus no mundo (Ramos da Silva & Gao, 2016), além dessas outras espécies já foram encontradas infectadas com o vírus Zika como: *Ae. africanus*, *Aedes furcifer*, *Aedes luteocephalus*, *Aedes vittatus*, *Aedes dalzieli*, *Aedes hirsutus*, *Aedes metallicus*, *Aedes taylori*, *Aedes unilineatus*, *Anopheles coustani*, *Culex perfuscus*, e *Mansonia uniformis*, todos na África (Zanluca & dos Santos, 2016), *Aedes polynesiensis* e *Ae. hensilli* na Polinésia (Weaver *et al.*, 2016).

O surgimento de pacientes com sinais de alterações neurológicas e histórico de infecção pelo vírus Zika chamou a atenção de especialistas. As manifestações neurológicas mais comuns foram encefalites, meningoencefalites, mielites, síndrome de Guillain-Barré malformações congênitas (Ministério da Saúde, 2017a). Em estudos posteriores o vírus pode ser isolado de amostras de saliva, urina e sêmen, sendo relatada a transmissão sexual (Ramos da Silva & Gao, 2016; Possas *et al.*, 2017). Outras formas de transmissão são transfusão de sangue, transplante de órgão e congênita (Ministério da Saúde, 2018b).

No Brasil foram registrados 37.011 casos prováveis de Zika em 2015, 215.327 em 2016, 17.452 em 2017 (Ministério da Saúde, 2018b). Em 2018, 7544 casos prováveis de Zika até a semana epidemiológica 43 (27/10/2018), sendo confirmados 3.308 (43,8%). A região sudeste apresentou o maior número de casos prováveis, 2.779, seguido pela região nordeste, 2.184 casos, Centro-Oeste, com 1.596 casos, Norte com 944 casos e Sul com 41 casos (Ministério da Saúde, 2018b).

O período médio de incubação do vírus Zika varia entre 2 e 7 dias e suas principais formas clínicas são febre (<38,5°C), que pode estar ausente, exantema maculopapular de evolução cefalocaudal e com prurido intenso, conjuntivite não purulenta. As gestantes são consideradas grupos de grande vulnerabilidade devido, pois pode ocorrer transmissão congênita ao feto com correlação com microcefalias em neonatos (Ministério da Saúde, 2018b). Não há tratamento específico para os casos de infecção pelo vírus Zika, sendo aplicadas medidas que visam alívio dos sintomas (Ministério da Saúde, 2017a).

Chikungunya vírus (CHIKV) pertence à família *Togaviridae*, gênero *Alphavirus*. Apresenta como vetor principalmente *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* (Vega-Rúa *et al.*, 2014). Foi pela primeira vez isolado em 1952 na Tanzânia (Thiberville *et al.*, 2013). Desde 2004 tem sido registrada epidemias provocadas por

esse vírus, principalmente em regiões tropicais e subtropicais da Europa e Ásia e regiões temperadas do Mediterrâneo e Europa (Veja-Rúa *et al.*, 2014). Em dezembro de 2013 o governo francês reportou dois casos autóctones confirmados por exames laboratoriais na Ilha caribenha de St. Martin. Desde então diversos países começaram a reportar casos autóctones de Febre por Chikungunya. No ano de 2016 ocorre o primeiro caso autóctone de Chikungunya na Argentina. No mesmo ano os países que apresentaram o maior número de casos foram Brasil (265 mil casos suspeitos) seguido por Bolívia e Colômbia (OMS, 2017).

No continente africano outras espécies de mosquitos pertencentes ao gênero *Aedes* são incriminadas na transmissão do vírus Chikungunya como *Ae. fuscifer*, *Ae. taylori*, *Ae. vittatus*, *Ae. fulgens*, *Ae. luteocephalus*, *Ae. dalzieli*, *Ae. vigilax*, *Ae. camptorhyntites*, *Ae. Africanus*. Como hospedeiros vertebrados capazes de infectar com CHIKV foram identificados roedores, aves e primatas não humanos. Esse espectro de possíveis hospedeiros vertebrados permite a existência de dois padrões, silvestre, ocorrendo no continente africano, e urbano (Thiberville *et al.*, 2013).

Segundo dados do Ministério da saúde em 2017 foram registrados 185.593 casos prováveis de Febre por Chikungunya. Em 2018 até a semana epidemiológica 43 (31/12/2017 a 27/10/2018) os casos prováveis já totalizam 80.940, sendo confirmados 60.913 (75,3%) e 21.946 casos foram descartados (Ministério da Saúde, 2018c).

Após a infecção o vírus Chikungunya dissemina-se, possivelmente pelo sangue, para fígado e articulações. O período de incubação é de 2 a 4 dias seguido por um quadro clínico que apresenta sintomas como febre alta, rigor, dor de cabeça, fotofobia e rash petequial ou maculopapular. Muitos indivíduos ainda apresentam quadros incapacitantes devido a intensa dor articular. Há ainda casos silenciosos, em que pacientes não apresentam sintomas (Schwartz & Albert, 2010).

A partir dos anos 1970 alguns fatores têm contribuído para a ressurgência/emergência de doenças transmitidas por artrópodes vetores, diminuição do suporte financeiro com consequente perda de estrutura de saúde e confiança em soluções de ação rápida como inseticidas e drogas. Esses dois motivos desdobram-se em diversos outros fatores como mudanças nas políticas públicas de saúde; resistência à inseticida e drogas por respectivamente, artrópodes vetores e patógenos; ênfase em respostas às emergências e não em prevenção;

mudanças sociais e demográficas; mudanças genéticas nos patógenos, etc. (Gluber, 1998).

1.4 Paisagem, clima e vetores

Os fatores limitantes para a distribuição de mosquitos e arbovírus são relacionados ao clima como temperatura, precipitação e umidade. Esse conjunto influencia os padrões de vegetação e outros parâmetros ecológicos tornando a paisagem heterogênea. Dessa forma, o clima e a paisagem irão determinar a distribuição de artrópodes e vertebrados que podem servir como hospedeiros (Gluber, 2002; Forattini, 2002).

A relação entre a paisagem e saúde humana é reconhecida desde os tempos de Hipócrates (Young *et al.*, 2013). Doenças infecciosas emergentes em plantas e animais impactam os ecossistemas e sofrem influência de mudanças climáticas, ações antrópicas e novas condições de habitação. Em epidemiologia, a busca por compreensão dessas doenças envolve uma inerente busca pelo estudo da natureza espacial (Meentemeyer & Václavík, 2012). No início do séc. XX o parasitologista Russo Evgeny Nikanorovich Pavlovsky cunhou o termo epidemiologia de paisagem para descrever a relação entre o ambiente e doenças, bem como a influência exercida pelo meio ambiente na transmissão de doenças por animais. A epidemiologia de paisagem descreve padrões espaciais e mostra-se ferramenta útil para previsão espacial e temporal de certas doenças. Dentre essas doenças, aquelas transmitidas por vetores artrópodes (Carrapatos, mosquitos, etc.) são ótimos modelos para pesquisas na área (Young *et al.*, 2013). A epidemiologia de paisagem é relacionada com a ecologia de paisagem, que teve seu desenvolvimento iniciado nos anos 1930 e visa estudar ambiente e vegetação fazendo uso de estudos geomorfológicos e do clima para criar uma estrutura do ecossistema (Reisen, 2010). A ecologia de paisagem pode ser dividida em dois ramos, um segmento baseado em estudos geográficos, abordando áreas relacionadas à geografia e suas áreas afins. Esse ramo busca estudar a interação do homem com o ambiente em seu entorno. O segundo segmento da ecologia de paisagem é o ecológico, que se baseia na Teoria de Biogeografia de Ilhas (Dantas *et al.*, 2017). A teoria da biogeografia de ilhas foi criada para prever o número de espécies de uma ilha, podendo ser adaptada para fragmentos de vegetação devido às características similares de isolamento (Périco

et al., 2005). Como aliada a esses estudos há também a Biogeografia, ciência que busca documentar e compreender modelos espaciais de biodiversidade buscando responder questões como: A razão da limitação de um táxon a determinada área geográfica; a função do clima da topografia e da interação entre as espécies; como novas espécies podem substituir outras conforme o ambiente varia, entre outras (Brown & Iomolino, 2006).

A análise não somente de aspectos ecológicos, mas também geográficos realiza assim um modelamento do nicho ecológico. Esse modelamento pode ser utilizado na compreensão da ecologia da doença bem como a ecologia, distribuição e possíveis áreas de invasão de seus vetores (Peterson, 2006).

As flutuações climáticas que ocorrem de forma sazonal estão correlacionadas com a dinâmica das doenças vetoriais. Como exemplo temos a maior incidência dengue no verão e na região amazônica, durante o período de estiagem, uma maior incidência de malária. As mudanças climáticas e seus efeitos sobre a saúde humana necessitam de um olhar abrangendo profissionais de várias disciplinas devido a alta complexidade intrínseca ao assunto. Essas mudanças nos impactam de forma direta, por furacões, secas, etc., ou de forma indireta, por alterações nos ecossistemas que acarretam em modificações na dinâmica de doenças infecciosas (Barcellos *et al.*, 2009). As mudanças climáticas podem impactar também as doenças transmitidas por vetores. O aumento da temperatura global afeta o período de incubação extrínseco – período de incubação do vírus no artrópode – será impactado, pois artrópodes são animais ectodérmicos e esse processo de incubação é termodependente (Medlock & Leach, 2015).

A paisagem modifica-se em um padrão determinado, porém as atividades humanas contribuem para uma aceleração nesse processo deixando-o imprevisível (Forattini, 2002).

Mudanças ocorridas nos últimos anos como desmatamento, principalmente de florestas tropicais e modificações nas práticas de agricultura são de extrema importância na análise do ambiente e sua relação com a emergência de vetores (Gluber, 1998). Como grande exemplo dos impactos dessas mudanças podemos citar a Dengue, doença que possui vírus completamente adaptado ao ser humano e mosquito completamente adaptado ao ambiente urbano. Nos trópicos a incidência de Dengue e aumento de epidemias estão intimamente correlacionadas ao ambiente

urbano combinado ao aumento do movimento populacional e falta de medidas efetivas de combate ao mosquito vetor (Gluber, 2002).

Ecologia de paisagem juntamente com técnicas de sensoriamento remoto, sistemas de informações geográficas, informações sociodemográficas, acesso aos dados climáticos tornaram-se ferramentas úteis no estudo de biomas como a Mata Atlântica, contribuindo para o diagnóstico e monitoramento da biodiversidade e também na produção de mapas em saúde dando suporte à vigilância epidemiológica (Barcellos *et al.*, 2009; Dantas *et al.*, 2017).

1.5 Justificativa

Os vetores têm demonstrado sua plasticidade comportamental em novos cenários epidemiológicos. No modelo que emerge das drásticas alterações ambientais, algumas espécies passam a frequentar áreas habitadas pela população humana, podendo agir como vetores de patógenos para humanos e outros mamíferos domésticos. Esta proposta está embasada nos estudos de vigilância entomológica realizados em uma região com ocorrência de casos confirmados de febre amarela em macacos, bem como de casos confirmados de febre amarela silvestre em seres humanos nas regiões limítrofes. Dessa forma, foram realizados estudos sobre a fauna de culicídeos presentes em áreas florestais urbanas visando o conhecimento das espécies presentes na região que podem atuar como vetores de patógenos aos seres humanos bem como sua distribuição dentro dos fragmentos de vegetação, além da possibilidade de pesquisa de infecção natural por patógenos.

Agregamos a este estudo a aplicação de geotecnologias, como forma de correlacionar informações climáticas, ambientais e biológicas, associadas aos vetores contribuindo com a definição dos determinantes de expansão e/ou instalação de arboviroses. Tais informações podem ser ferramentas de grande valor na definição de medidas de vigilância e controle.

Assim, norteamos este trabalho levantando as seguintes hipóteses:

Vetores da Febre Amarela Silvestre estão presentes nos ambientes de borda e interior nos fragmentos florestais-urbanos, podendo servir como elo de ligação entre a Febre Amarela Silvestre e Urbana.

Culicídeos, que podem exercer papel de vetores de arbovírus, estão igualmente presentes na borda e no interior dos fragmentos florestais-urbanos.

2 OBJETIVOS

Consta de uma clara exposição dos objetivos do trabalho.

2.1 Objetivo Geral

Estudar aspectos bioecológicos de mosquitos em paisagem florestal-urbana e avaliar a distribuição de mosquitos vetores de arbovírus em fragmentos de Mata Atlântica, do município de Barra Mansa, estado do Rio de Janeiro.

2.2 Objetivos Específicos

1- Determinar a riqueza de espécies e abundância de mosquitos vetores de arbovírus.

2- Avaliar se a riqueza e a abundância de mosquitos estão relacionadas com o padrão de vegetação encontrado nas áreas de coleta nos fragmentos florestais;

3- Identificar se as espécies de mosquitos se encontram distribuídas de forma diferente entre o ambiente de borda do fragmento de vegetação e o interior do mesmo;

4- Correlacionar fatores abióticos (temperatura, umidade e pH na água dos criadouros de imaturos e armadilhas de oviposição) e a flutuação populacional dos mosquitos coletados.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Considerações Éticas

Todas as pesquisas foram realizadas sob a licença científica número 34911 fornecida pelo SISBIO / IBAMA (Sistema de Autorização e Informação sobre Biodiversidade / Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis) para a captura de culicídeos em todo o território nacional brasileiro.

3.2 Área de estudo

O estudo foi realizado no município de Barra Mansa, sul do estado do Rio de Janeiro, que possui uma estimativa de 179.451 pessoas e área de aproximadamente 547,194 km². Apresentando uma densidade demográfica de 324,94 hab./km², o município apresenta 81.5% de domicílios com esgotamento sanitário adequado, 55.7% de domicílios urbanos em vias públicas com arborização e 71% de domicílios urbanos em vias públicas com urbanização adequada (presença de bueiro, calçada, pavimentação e meio-fio).

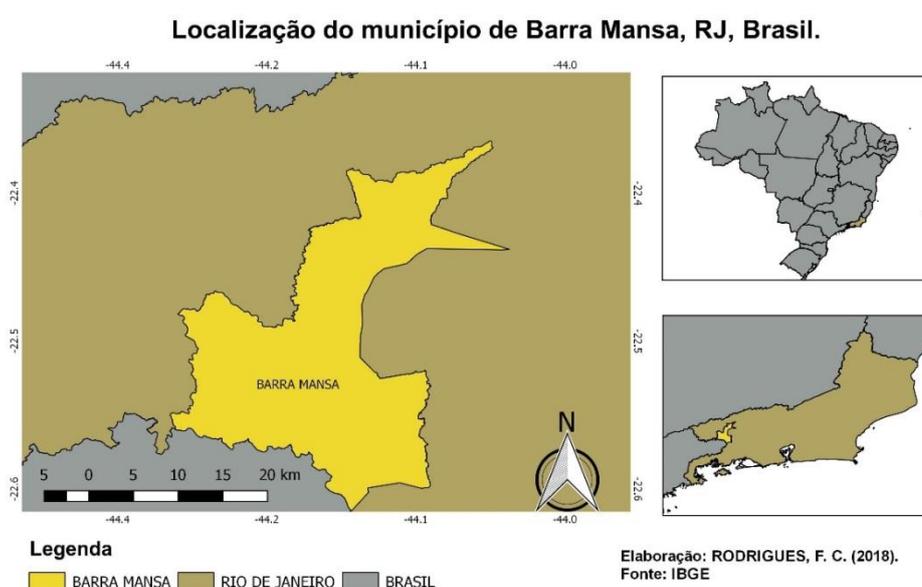


Figura 1 - Mapa de localização do município de Barra Mansa, RJ.

Nossa equipe já realizava trabalhos no município em parceria com a Secretaria de Saúde, realizando coletas em áreas urbanas. Após a confirmação da infecção pelo vírus da Febre Amarela em um primata não humano encontrado morto em fevereiro de 2018 (SES-RJ, 2018), foram realizadas reuniões com a Coordenadoria de Vigilância em saúde Ambiental do município. Estabelecemos em reunião a extensão da parceria para trabalhos em fragmentos florestais em áreas urbanas, visando a vigilância entomológica e levantamento de informações para tomada de decisão no combate à Febre amarela em Barra Mansa. O município está situado na região sul fluminense e faz divisa com outros municípios que registraram notificações de casos de febre amarela em 2018 (Fig. 2), como: Resende, Valença, Rio Claro, Angra dos Reis, Barra do Piraí, Piraí e Pinheiral (SES-RJ, 2018).

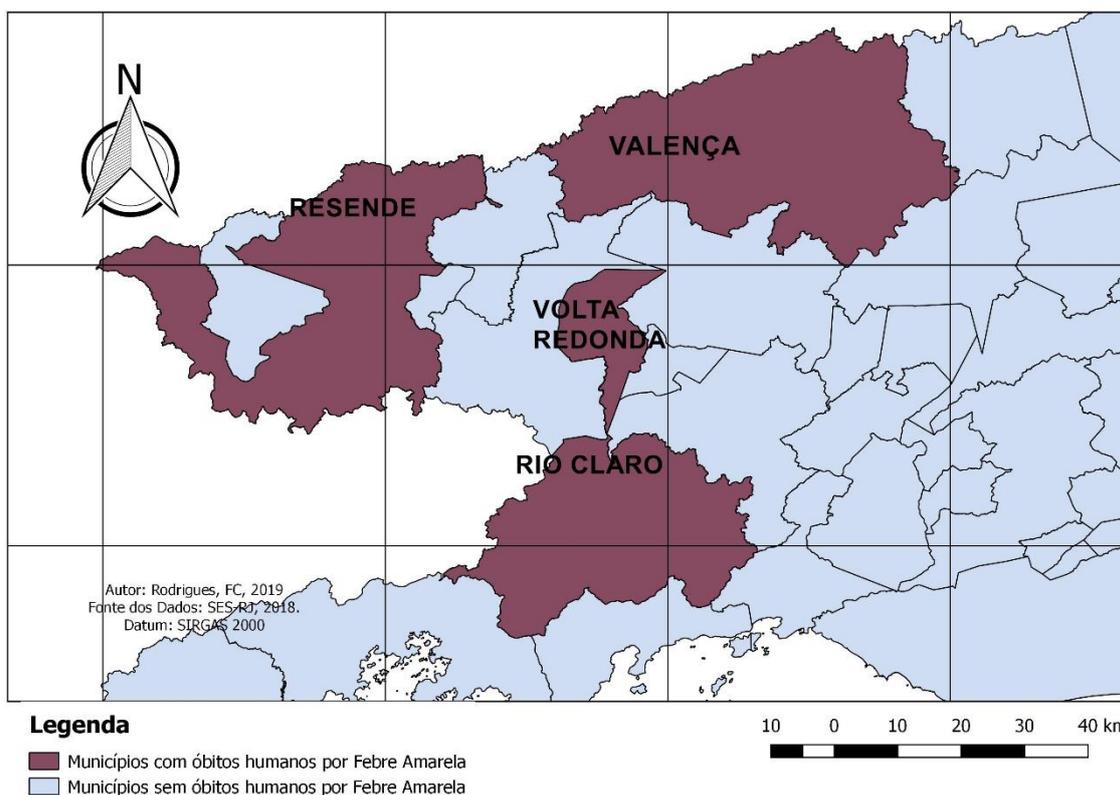


Figura 2 - Municípios da região sul fluminense, limítrofes à Barra Mansa, com notificação de óbitos por Febre amarela. (SES, 2018).

Baseando-se em informações cedidas pela Coordenadoria de Vigilância em Saúde Ambiental e pelo informe epidemiológico da Subsecretaria em vigilância em saúde do estado do Rio de Janeiro e à partir do local onde foi encontrado o primata não humano infectado foi marcado um raio de trabalho de 10 Km. Tal perímetro foi

escolhido baseando nas seguintes premissas: 1 - na biologia de espécies que atuam como vetores do vírus da febre amarela silvestre, onde as fêmeas já foram apontadas dispersando-se por 11km para *Haemagogus janthinomys* (Consoli & Oliveira, 1994) e 6 km para *Hg. leucocelaenus*; 2- cobrir fragmentos florestais-urbanos situados em um maior número de bairros possível. Os fragmentos analisados abrangem os bairros Colônia Santo Antônio, Bocaininha, Perimetral e Rialto para a realização da pesquisa. Estes bairros apresentaram também intenso crescimento urbano nos últimos anos e sua interface com região de vegetação foi, assim, ampliada. Essa dinâmica urbana previamente mencionada pode ocasionar alterações na dinâmica dos mosquitos da região. Segundo dados fornecidos pela prefeitura municipal de Barra Mansa 100% das residências situadas nos bairros onde o estudo foi realizado apresentam abastecimento com água oriunda do sistema de tratamento municipal e não há tratamento de esgoto. Os bairros selecionados ainda apresentam problemas com enchentes durante os meses de verão, quando há ocorrência de chuvas intensas.

3.3 Georreferenciamento

Para o georreferenciamento dos pontos de captura utilizamos um receptor de GPS (Sistema de Posicionamento Global, em inglês) da marca GARMIN® e posteriormente o software GPS TrackMaker® para a transferência e edição dos dados contidos no receptor de GPS.

Selecionamos três fragmentos florestais para realização da pesquisa. Esses fragmentos apresentam tamanhos diferentes, sendo nomeados de áreas 1, 2 e 3. Em cada área foram selecionados quatro pontos de coleta, sendo dois pontos no ambiente de borda (padronizados para esses pontos a letra “B”, sendo B1 e B2) e dois pontos a 30m, a partir da borda, no interior do fragmento florestal (padronizados para esses pontos a letra “I”, sendo I1 e I2). Essa distância em relação à borda foi escolhida devido às características observadas nos locais de coleta, onde o padrão de vegetação começa a ser modificado com a distância previamente mencionada. Em outros estudos distâncias similares já foram utilizadas para apontar o efeito de borda em áreas de fragmentos de vegetação (Natal, 1986; Ribeiro et al., 2009). Os pontos foram selecionados com base na interface com a área urbana. Por

convenção chamaremos esses pontos de “Borda” e “interior”. As áreas e pontos de coletas podem ser observados nas figuras 3, 4 e 5.

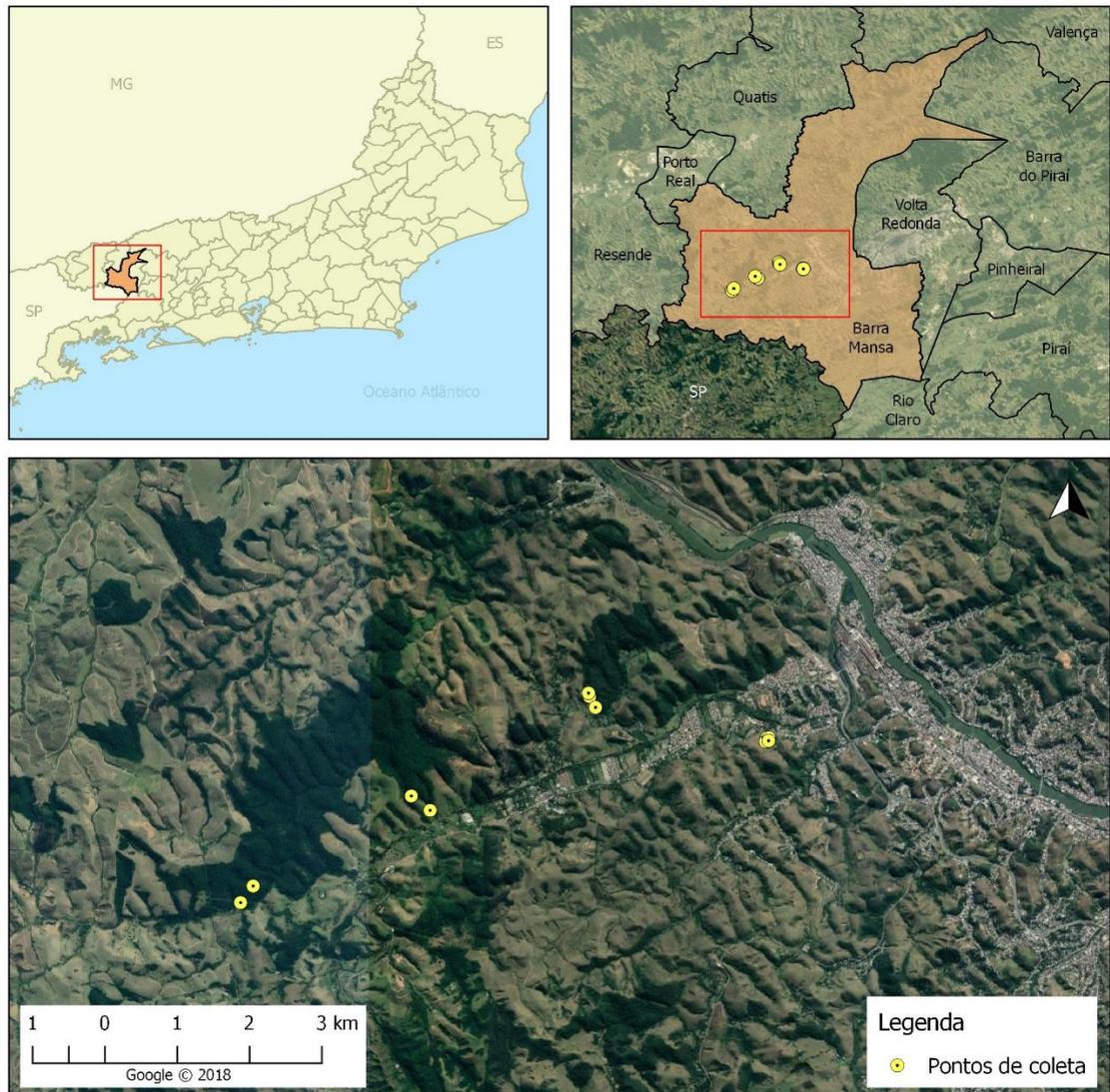


Figura 3 - Imagem de satélite abrangendo as três áreas de estudo. Fonte: Google Earth.

A área 1 foi selecionada por ser o local onde foi encontrado um primata não humano morto e infectado pelo vírus da Febre amarela (SES-RJ, 2018). Essa área apresenta vegetação esparsa com intensa presença de arbustos e a área está situada próxima à área residencial, com um perímetro de 0,96Km e área de 16.212 m².

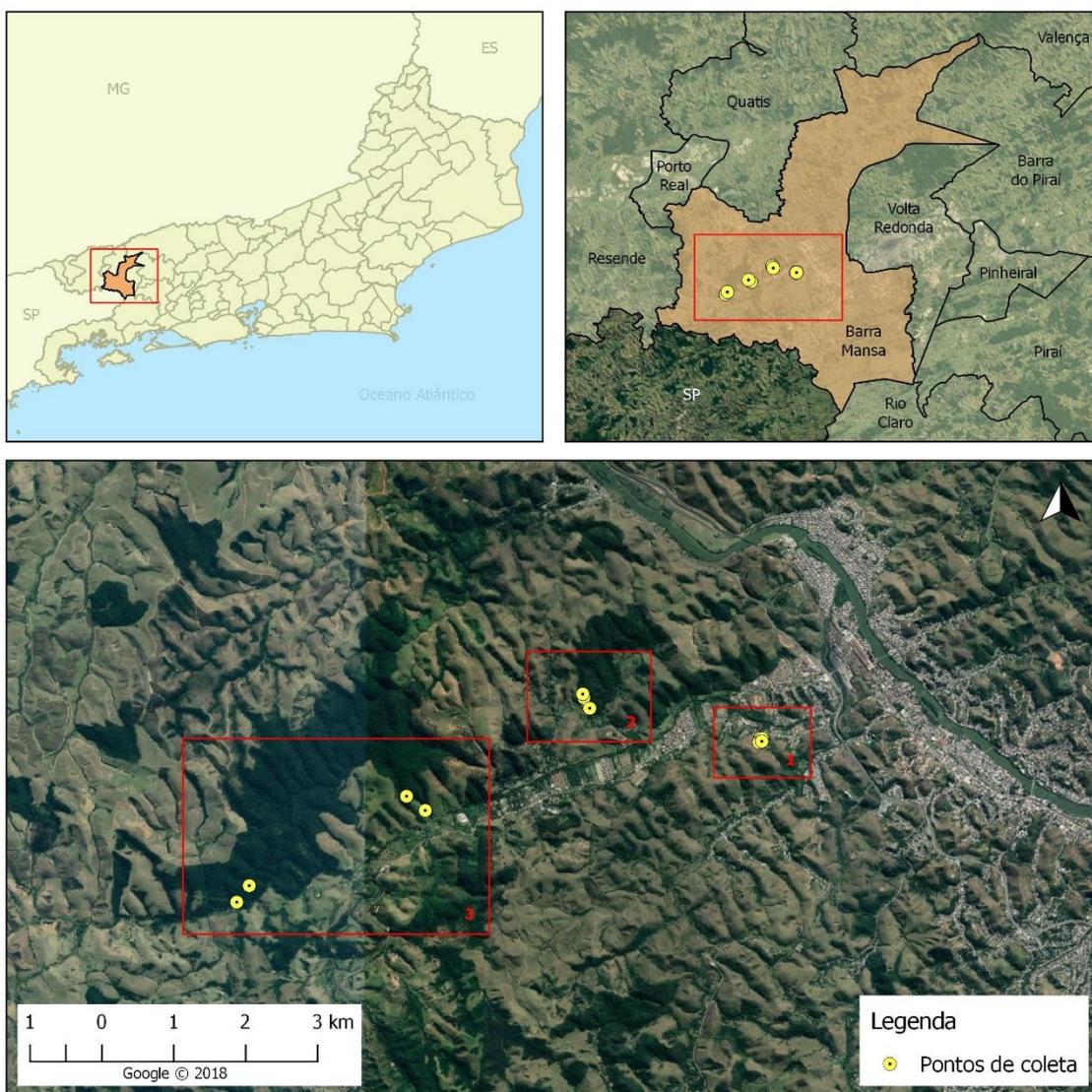


FIGURA 4 – DETALHAMENTO DAS ÁREAS DE COLETA. FONTE: GOOGLE EARTH.

A área 2 apresenta o tamanho médio entre as três áreas. Essa região caracteriza-se como Floresta ombrófila densa, apresentando dossel fechado sendo circundada por sítios e pastos. No interior da área vegetada encontram-se áreas com olhos d'água que são convertidos em pequenos córregos. Possui um perímetro de 7,33 Km e uma área de 1,11 km². Os pontos selecionados nessa área foram escolhidos pela proximidade com áreas de pastos de bovinos e presença de um córrego onde os moradores locais utilizam para captação de água para os animais. Essa característica foi relevada na escolha dos pontos devido a importância epidemiológica, pois tais características possibilitam maior circulação de pessoas onde ampliaria a probabilidade de um mosquito realizar repasto sanguíneo em um desses indivíduos.

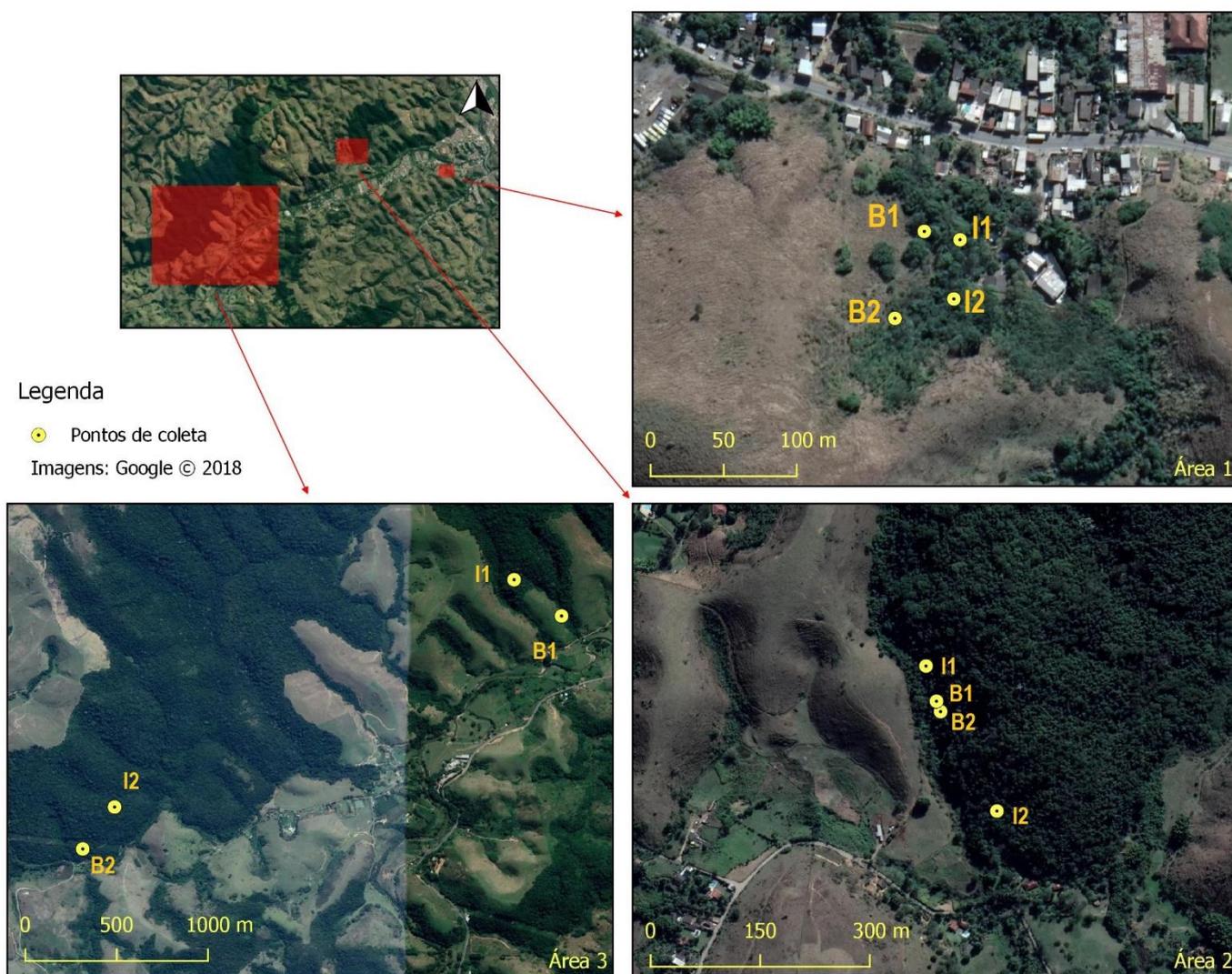


Figura 5 - Aproximação das três áreas onde foram realizadas as coletas. Fonte: google earth

A área 3 é a maior área dentre as selecionadas. Situa-se próxima ao Rio Bananal, entre os bairros Colônia Santo Antônio, Perimetral e Rialto. Ao redor dessa área encontram-se fazendas, sítios e áreas de pasto. Essa área também apresenta característica de floresta ombrófila densa, com perímetro da área de 43,5 Km e área de 7,74 Km². A seleção dos pontos da área 3 também foram baseadas na interface com ambiente de circulação de seres humanos. A região onde estão os pontos B1 e I1 fazem interface com pasto bovino e há circulação, neste, de trabalhadores que cuidam desses animais. Na região onde estão os pontos B2 e I2 há uma rede de distribuição de energia elétrica, podendo haver a passagem de trabalhadores para manutenção da mesma.

3.4 Métodos de coleta

As coletas foram realizadas baseadas no regime de estação seca/chuvosa para a região sudeste proposta por Minuzzi et al. (2007), e, portanto, foram realizadas 4 coletas no período seco (maio-junho-julho-agosto) e 4 coletas no período chuvoso (setembro-outubro-novembro-dezembro).

Os métodos empregados na captura dos mosquitos para esses estudos basearam-se nos estágios do ciclo de vida dos culicídeos, abrangendo coletas de indivíduos adultos e imaturos.

Para captura de indivíduos adultos foram realizadas oito campanhas de coletas, sendo quatro campanhas na estação seca (maio a agosto) e quatro campanhas na estação chuvosa (Setembro a Outubro). Sendo utilizados os seguintes métodos de coleta:

- Armadilhas do tipo CDC luminosa modificada com atrativo de CO₂. São armadilhas que se constituem em um motor (6V) alimentado por quatro pilhas tipo CC de 1,5V onde os mosquitos são aspirados e mantidos em uma gaiola telada que não permita a saída de nenhum espécime. As armadilhas foram instaladas a 3 metros de altura e permaneceram ativas por um período de 24 horas, em campanhas realizadas mensalmente, sendo cada campanha composta de dois dias. As coletas foram realizadas em 4 pontos por área, totalizando 12 armadilhas em cada campanha. Para identificação das armadilhas criamos etiquetas, que foram plastificadas e inseridas dentro do recipiente de tecidos responsável por armazenar os espécimes coletados nessa armadilha.

- Armadilhas tipo Shannon luminosa: Essa armadilha é feita de um lençol branco com dimensões de 1,8m x 2,0m e de uma fonte luminosa. Os mosquitos atraídos são coletados com o auxílio de sugadores manuais (capturador de castro), e transferidos para gaiolas padronizadas. Para coletas utilizando esse tipo de armadilha foi padronizado, devido a limitações logísticas, somente um ponto de coleta por áreas, sendo escolhido o ponto previamente nomeado de I2 em cada área de estudo. Foram realizadas um total de oito campanhas de coletas em cada área, utilizando esse método, sendo quatro na estação seca e quatro na estação chuvosa. O período de coleta dos indivíduos tem duração de duas horas, sendo de 17h:00m a 19h:00m. No horário de verão o período de coleta foi de 18h:00m a 20h:00m.

Para coleta de imaturos foram estabelecidas campanhas com duração de um dia a cada 15 dias, AS ARMADILHAS EMPREGADAS PARA CAPTURAS DE mosquitos no estágio imaturo foram instaladas nos mesmos pontos definidos previamente para as armadilhas do tipo CDC, porém em cada ponto foram instaladas armadilhas no solo e a nível de copa das árvores. Para coleta de espécimes imaturos estamos utilizamos as seguintes armadilhas:

- Ovitrapa: são armadilhas feitas de um recipiente plástico de cor preta e capacidade para 400ml de água. Em tal recipiente são presas paletas de madeira compensada (placas de eucatex), de 2,5 cm X 14 cm, presas verticalmente no interior da armadilha por “CLIPS” com a parte rugosa virada para o interior do recipiente. Nos potes foram adicionadas água e serrapilheira, visando reproduzir um ecossistema mais próximo do natural. Estas armadilhas foram instaladas nos pontos pré-determinados e mencionados previamente: solo e 4,50m a do nível do solo, e permaneceram nos locais de coleta por duas semanas.

- Armadilhas do tipo Bambu-traps: são armadilhas feitas de internódios de bambus cortadas formando um “copo” onde é inserido água e serapilheira em seu interior. Bambus são plantas monocotiledôneas pertencentes à família das gramíneas. Sua morfologia, apresentando um colmo, facilita o armazenamento de água. Essa característica facilita a criação de um hábitat favorável ao desenvolvimento de formas imaturas de culicídeos (Silva, Nunes e Lopes, 2004). Essas armadilhas foram colocadas juntamente com as ovitrampas em dois estratos verticais: solo e a 4,5 metros de altura do solo onde permaneceram por um período de quinze dias.



Figura 6 - Coletor da armadilha CDC com placa de identificação (esquerda) e Armadilha do tipo CDC instalada com placa de identificação (direita).

- Coletas em criadouros naturais: são considerados como criadouros naturais recipientes permanentes (bambus, taquara, bromélias, buraco de árvore) ou semipermanentes (conchas, folhas caídas etc.). A água encontrada nesses recipientes foi coletada com a utilização de pipetas e transferidas para recipientes plásticos onde foram examinados à procura de larvas e pupas.



Figura 8 - Instalação de armadilhas ovitrampa e Bambutrap.



Figura 7 - Captura de mosquitos utilizando armadilha tipo Shannon.

3.5 Processamento do material coletado:

Para análise do material foi celebrada uma parceria entre o Laboratório Interdisciplinar de vigilância Entomológica em Díptera e Hemíptera (LIVEDIH) e o Centro Universitário de Barra Mansa, UBM, sendo cedidas pelo UBM as instalações do laboratório bem como materiais de laboratório (microscópios, estereoscópios, vidrarias etc.). Desta forma o material coletado em campo foi levado para as dependências do laboratório do UBM onde eram triados e analisados. Em laboratório foram feitas as seguintes atividades:

Utilizando estereoscópios era realizada a contagem de ovos das paletas de madeira retiradas das ovitrampas. Após a contagem as paletas foram colocadas em 10 ciclos de imersão, protocolo utilizado baseando-se em literaturas prévias (Alencar et al. 2014, Silva et al. 2018c). Cada ciclo de imersão consistia em: as paletas permaneceram por três dias totalmente imersas em água, após esse período foram retiradas e deixadas por três dias para secagem. Os recipientes que apresentam larvas eram retirados e colocados em separado, onde era esperado o desenvolvimento dos espécimes até o estágio adulto para identificação específica.

A água coletada das armadilhas bambu-traps foi colocada em garrafas plásticas e levadas para laboratório, transferidos para recipientes plásticos transparentes onde permaneciam por 10 dias na própria água coletada no criadouro. Os recipientes que apresentaram larvas ou pupas foram retirados e permaneceram separados onde aguardávamos o desenvolvimento dos espécimes até o estágio adulto para identificação específica. Após o período de dez dias os recipientes que não apresentaram nenhum indivíduo tiveram seu conteúdo descartado.

A determinação específica dos culicídeos foi feita com base na observação direta dos caracteres morfológicos evidenciáveis ao microscópio estereoscópico, com consulta às chaves dicotômicas elaboradas por Arnell (1973) e Forattini (2002). As abreviaturas dos nomes genéricos e subgenéricos seguiram a proposta de Reinert (2009). Após a determinação específica, parte dos espécimes será incorporada à Coleção Entomológica do Instituto Oswaldo Cruz, Fiocruz, sob o título de “Coleção de mosquitos de Mata Atlântica”.

3.6 Análise dos dados abióticos

Anotação das condições de temperatura e umidade do ar, temperatura e pH da água dos criadouros foram feitas no decorrer das coletas para posterior análise estatística.

As variáveis temperatura e umidade relativa do ar foram mensuradas em tempo real a partir de aparelhos termo-higrômetros portáteis. Durante a coleta dos espécimes adultos foram realizadas três medições (início, meio e fim do tempo de coleta). Durante as campanhas onde foram coletadas somente imaturos (ovitampas e bambu-traps) foi realizada somente uma medição da temperatura e umidade do ar, e nessas mesmas armadilhas também mensuramos no momento da coleta a temperatura e pH da água dos criadouros utilizando medidores de temperatura e pHmetros portáteis (sensor Ômega, modelo PHH-7011).

Dados do Instituto Nacional de Meteorologia, INMet, também foram utilizados para análises das variáveis ambientais.

3.7 Análise espacial de paisagem

Os fragmentos escolhidos foram aqueles que se localizavam dentro ou no limite de um raio de 10Km a partir da área onde foi detectado primata não humano morto em consequência do vírus da febre amarela no município de Barra Mansa, estado do Rio de Janeiro. As imagens usadas para análises de geoprocessamento foram obtidas pelo satélite Landsat obtidas em <https://earthexplorer.usgs.gov/>, fornecido por U.S. Geological Survey. Para realizar as análises de geoprocessamento utilizamos o software Quantum gis (Qgis), versão 3.2.2.

Foi realizada análise em NDVI, índice de vegetação de diferença normalizada, visando análise de dados sobre uso do solo: vegetação silvestre, áreas de pastagem, áreas urbanizadas. Para tais análise utilizamos as bandas 4 e 5 do satélite Landsat 8.

3.8 Análise Ecológica

Para avaliar e comparar diferenças na diversidade da comunidade em cada área utilizamos os índices: Shannon-Weaner, Simpson (dominância), Jackknife (riqueza), Equidade J. Foram realizadas as análises de Jaccard (similaridade), Euclidiana (distância) e Morisita (dispersão), com o auxílio o programa DivEs - Diversidade de Espécies v4.0 – Copyright© 2017, W.C. Rodrigues (AntSoft).

Os testes estatísticos foram realizados após o término do período de coletas. Em cada área realizamos comparação entre os pontos localizados em região de borda e interior do fragmento florestal-urbano. Teste de correlação entre as variáveis abióticas (tais como as variáveis meteorológicas, pH da água dos criadouros) e a diversidade encontrada também foram realizados.

Os dados coletados foram submetidos aos seguintes testes estatísticos:

- Teste de normalidade (Shapiro-Wilk) com o objetivo de verificar se seguiam a distribuição normal.
- Kruskal-Wallis.
- Teste U de mann-Whitney.
- Teste de correlação de Spearman;

4 RESULTADOS

4.1 Análise geral

Após o período de coleta, que compreendeu de maio de 2018 a janeiro de 2019, conforme apresentado em metodologia descrita previamente, foram coletados um total de 2979 mosquitos, distribuídos em 3 subfamílias e 14 gêneros. Analisando a fauna local segundo os espécimes coletados, a subfamília Culicinae apresenta o maior número de indivíduos, seguido pela família Toxorhynchitinae (10 espécimes coletados) e Anophelinae (4 espécimes coletados). A distribuição de mosquitos por cada gênero, como apresentado no

gráfico 1, segue: *Aedes* (51,86%), *Anopheles* (0,13%), *Culex* (23,7%), *Coquilletidia* (0,07%), *Haemagogus* (7,55%), *Limatus* (6,71%), *Mansonia* (0,2%), *Ochlerotatus* (2,72%), *Psorophora* (1,14%), *Sabethes* (0,2%), *Toxorhynchites* (0,34%), *Trichoprosopon* (0,97%), *Uranotaenia* (0,13%), *Wyeomyia* (3,56%).

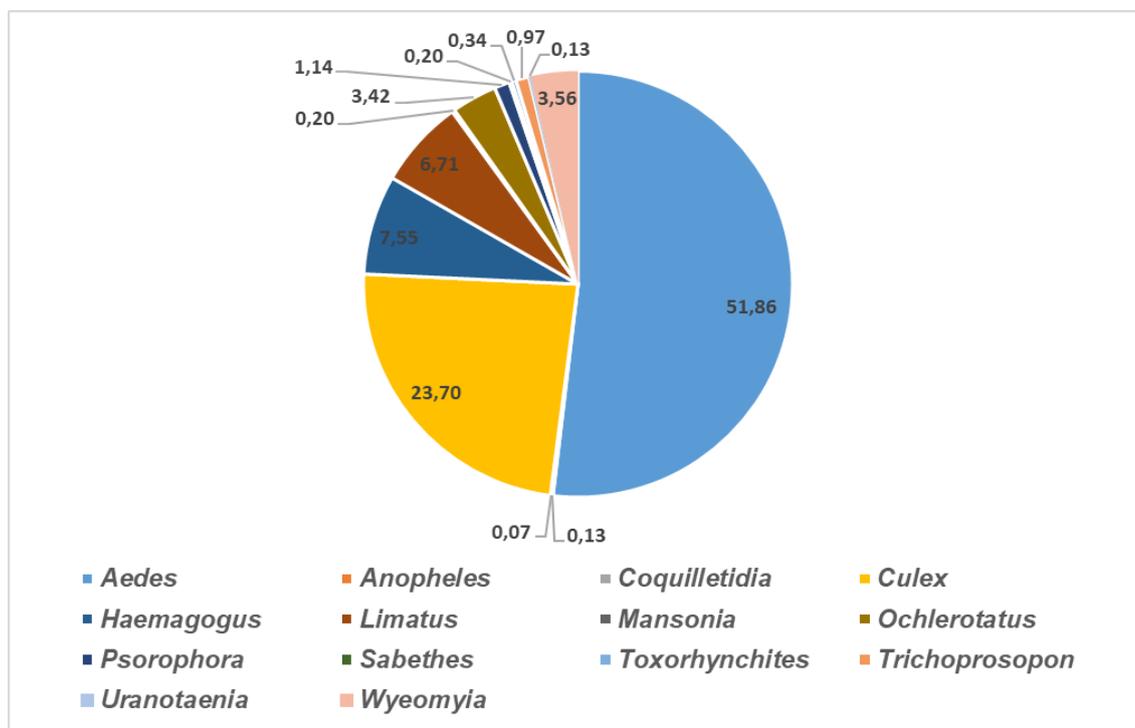


Figura 7- Representação gráfica da distribuição dos culicídeos coletados classificados por gênero.

A presença de 14 gêneros obtidos nos fragmentos de Mata Atlântica estudados, corroboram com os achados de Alencar et al. (2015) quando ao realizar um estudo também em fragmento de Mata Atlântica obteve o mesmo número de gêneros, diferindo ambos do estudo de Balthazar (2017), em que foram encontrados 8 gêneros em um fragmento de mata, em Cachoeiras de Macacu, sendo os gêneros *Aedes*, *Anopheles*, *Culex*, *Haemagogus*, *Limatus*, *Trichoprosopon*, *Wyeomyia* encontrados em ambos os estudos. Alguns indivíduos foram identificados até o nível genérico ou subgenérico. Nesses casos a identificação específica não foi possível devido a coleta somente de fêmeas (algumas espécies necessitam de espécimes machos para identificação específica) ou por perda de artigos e escamas no processo de coleta. Para efeito de contabilização de número de espécies e de análise dos dados sobre a biodiversidade esses indivíduos serão considerados como “1” espécie.

O resultado total das coletas realizadas pode ser visualizado na tabela 1 onde observamos as espécies, ou táxons superiores, listadas em ordem alfabética. Como resultado geral foi encontrado uma riqueza de 44 espécies. Foi observada diversidade igual a 2,04 pelo índice de Shannon. Com o objetivo de simplificar as análises e discussão do presente trabalho adotou-se como norma relevar no texto somente as espécies pertencentes ao grupo de espécies que tenham relevância na transmissão da Febre Amarela e as arboviroses dengue, zika e chikungunya. Os dados com todas espécies coletadas podem ser analisados nas tabelas e foram inseridas com forma de registrar a composição faunística local.

TABELA 1 - NÚMERO ABSOLUTO DE CULICÍDEOS COLETADOS POR ESPÉCIE.

| Espécies | Número de ind. | Percentual |
|--|-----------------------|-------------------|
| <i>Aedes aegypti</i> (Linnaeus, 1762) | 45 | 1,51 |
| <i>Aedes albopictus</i> (Skuse 1895) | 1415 | 47,50 |
| <i>Aedes fluviatilis</i> (Lutz 1904) | 9 | 0,30 |
| <i>Aedes rhyacophilus</i> (Costa Lima, 1933) | 7 | 0,23 |
| <i>Ochlerotatus scapularis</i> (Rondani, 1948) | 102 | 3,42 |
| <i>Aedes terreus</i> (Walker, 1856) | 69 | 2,32 |
| <i>Anopheles argyritarsis</i> (Robineau-desvoidy, 1827) | 1 | 0,03 |
| <i>Anopheles rangeli</i> (Gabald., Covo-gar. Et Lopez, 1940) | 1 | 0,03 |
| <i>Anopheles</i> spp. (Meigen, 1818) | 2 | 0,07 |
| <i>Coquilletidia fasciolata</i> (Lynch Arribálzaga, 1891) | 1 | 0,03 |
| <i>Coquilletidia</i> spp. (Dyar, 1905) | 2 | 0,07 |

| | | |
|--|-------------|---------------|
| <i>Culex (Anoedioporpa) spp. (Dyar, 1923)</i> | 85 | 2,85 |
| <i>Culex (Culex) mollis (Dyar & Knab 1906)</i> | 15 | 0,50 |
| <i>Culex (Culex) spp. (Linnaeus, 1758)</i> | 91 | 3,05 |
| <i>Culex (melanoconion) spp. (Theobald, 1903)</i> | 1 | 0,03 |
| <i>Culex (microculex) spp. ((Theobald, 1907)</i> | 257 | 8,63 |
| <i>Culex spp. (Linnaeus, 1758)</i> | 257 | 8,63 |
| <i>Haemagogus janthinomys (Dyar, 1921)</i> | 9 | 0,30 |
| <i>Haemagogus leucocelaenus (Dyar & Shannon, 1924)</i> | 216 | 7,25 |
| <i>Limatus durhamii (Theobald 1901)</i> | 188 | 6,31 |
| <i>Limatus paraensis (Theobald, 1903)</i> | 6 | 0,20 |
| <i>Limatus spp. (Theobald, 1901)</i> | 6 | 0,20 |
| <i>Mansonia spp. (Blanchard, 190)</i> | 1 | 0,03 |
| <i>Mansonia titillans (walker, 1848)</i> | 4 | 0,13 |
| <i>Psorophora ciliata (Fabricius, 1794)</i> | 29 | 0,97 |
| <i>Psorophora cingulata (Fabricius, 1805)</i> | 4 | 0,13 |
| <i>Psorophora spp. (Robineau-Desvoidy, 1827)</i> | 1 | 0,03 |
| <i>Sabethes intermedius/melanonymphe (Lutz, 1904/Dyar, 1924)</i> | 2 | 0,07 |
| <i>Sabethes sp. (Robineau-Desvoidy, 1827)</i> | 4 | 0,13 |
| <i>Toxorhynchites cf. purpureus (Theobald, 1901)</i> | 1 | 0,03 |
| <i>Toxorhynchites spp. (Theobald, 1901)</i> | 9 | 0,30 |
| <i>Trichoprosopon digitatum (Rondani, 1848)</i> | 15 | 0,50 |
| <i>Trichoprosopon soaresi (Lane & Cerqueira, 1942)</i> | 11 | 0,37 |
| <i>Trichoprosopon spp. (Theobald, 1901)</i> | 3 | 0,10 |
| <i>Uranotaenia colosomata (Dyar e Knab, 1907)</i> | 2 | 0,07 |
| <i>Uranotaenia spp. (Lynch Arribálzaga, 1891)</i> | 2 | 0,07 |
| <i>Wyeomyia aporonoma (Dyar & Knab, 1906)</i> | 2 | 0,07 |
| <i>Wyeomyia coenonus tarsata (Lane & cerqueira, 1942)</i> | 4 | 0,13 |
| <i>Wyeomyia colombiana (Lane, 1945)</i> | 2 | 0,07 |
| <i>Wyeomyia confusa (Lutz, 1905)</i> | 6 | 0,20 |
| <i>Wyeomyia flavifascies (Edwards, 1922)</i> | 2 | 0,07 |
| <i>Wyeomyia negrensis (Gordon & Evans, 1922)</i> | 1 | 0,03 |
| <i>Wyeomyia sabethea (Lane & cerqueira, 1942)</i> | 1 | 0,03 |
| <i>Wyeomyia sp. (Theobald, 1901)</i> | 88 | 2,95 |
| Total | 2979 | 100,00 |

Conforme pode ser visto na tabela 1, quatro exemplares de mosquitos do gênero Anopheles foram encontrados. Mosquitos pertencentes a este gênero também possuem grande importância e relevância nos estudos da entomologia médica, agindo como vetores do patógeno causador da malária humana, e desta forma, estudos relacionados a esse táxon são fundamentais do ponto de vista epidemiológico (Forattini, 2002).

Dentre as espécies amostradas durante o estudo destacam-se algumas com importância médica e veterinária pertencentes principalmente aos gêneros *Aedes*, *Haemagogus*, *Culex*. Algumas espécies encontradas nesse estudo, apesar de não incriminadas como vetoras principais dos arbovírus mencionadas acima, apresentam papel importante na transmissão de patógenos como *Oclerotatus scapularis*, vetor da dirofilariose no Sudeste, e já foi artificialmente infectado pelo arbovírus Rocio e da febre amarela. Em epidemia de febre Amarela Silvestre na Bahia foi também encontrado naturalmente infectado com o vírus da Febre Amarela. (Aragão et al.,2010).

Hg. Leucocelaenus, encontrada neste estudo com um percentual de 7, 25% do total de mosquitos coletados, é uma espécie silvestre acrodendrúfila, com capacidade de voar longas distâncias podendo ser capaz de ligar fragmentos de vegetação. Além de vetor da Febre Amarela Silvestre, foi demonstrado em laboratório sua capacidade para transmissão para o vírus chikungunya, Linhagens ECSM e asiática, o que poderia implicar em um início de um ciclo silvestre desse vírus nas Américas (Lourenço-de-Oliveira & Failloux, 2017). *Hg. leucocelaenus* já foi apontado como vetor da Febre Amarela Silvestre não só no Brasil, mas também na Argentina e Bolívia (Vasconcelos et al., 2003). Apresenta hábito diurno sendo mais encontrado próximo ao solo, porém, podendo ser capturado também na copa das arvores (Pinto et al., 2009). *Hg. leucocelaenus* juntamente com *Hg. janthinomys* foi considerado o vetor primário de Febre amarela durante as epidemias ocorridas entre os anos de 2016 e 2018 (Abreu et al., 2019).

Seis espécies de mosquitos do gênero *Aedes* foram encontradas. Exemplos de *Ae. aegypti* foram encontrados em um percentual de 1,51%. Estes insetos possuem tonalidade variando de cores escuras, negros, a marrom pálido. Possuem em seu tórax escamas claras e escuras dispostas de maneira a formar um desenho característico comparado a uma “lira” (Forattini, 2002). Descrito originalmente no Egito, foi disseminado pelo homem, principalmente de forma passiva, para diversas regiões do planeta apresentando distribuição cosmopolita. É uma espécie de hábitos antrópicos, relacionado ao peridomicílio e domicílio humano (Consoli e Oliveira, 1994), o que poderia justificar o baixo percentual encontrado neste estudo, uma vez que trata-se de fragmentos de mata. Essa espécie foi introduzida no Brasil durante o período colonial (Consoli e Oliveira, 1994) e durante os primeiros anos do século XX passou a ser combatido devido, principalmente, a campanhas de combate a Febre Amarela (Vale et al., 2015). Como exemplos de campanhas datadas desta época as

campanhas de combate a Febre Amarela Urbana, iniciadas por Oswaldo Cruz no Rio de Janeiro (RJ), cujo um dos objetivos era a detecção e eliminação de focos de proliferação de mosquitos *Ae. aegypti*. Em 1958 foi oficialmente declarada a eliminação do *Ae. aegypti* do Brasil, porém em 1967 foi confirmada a sua reintrodução no país. Até o ano de 2001 o planejamento do Ministério da Saúde era novamente a eliminação do *Ae. aegypti*, mas a partir deste ano houve uma modificação e o plano passou a ser o controle desse mosquito (Braga e Valle, 2007). Chama-se a atenção, entretanto, para a ocorrência destes exemplares em área de mata, onde não há o combate e ações de controle, porém, devido à proximidade com áreas urbanizadas, muitas vezes ocorre o encontro destes com seres humanos.

Ae. albopictus corresponde ao maior percentual encontrado correspondendo a 47,50% do total de mosquitos encontrados. É uma espécie de origem asiática, razão que originou o nome popular desse mosquito, “tigre asiático”. Sua dispersão levou a uma distribuição cosmopolita que assim como *Ae. aegypti* parece ter como um dos principais responsáveis o comércio de pneus (Forattini, 2002). Foi registrado no Brasil pela primeira vez nos anos de 1980 na região sudeste invadindo posteriormente os demais estados brasileiros (Consoli e Oliveira, 1994). Pancetti et al. (2015) apresentam uma série histórica com os primeiros registros de *Ae. albopictus* em diferentes estados brasileiros, esses registros ocorreram em estados da região sul e centro-oeste na década de 1990 e nas regiões norte e nordeste na primeira década do séc. XXI. Sua distribuição está relacionada mais a ambientes rurais, semisilvestre e silvestre (Consoli e Oliveira, 1994). Entretanto, mesmo sendo considerada desta forma pela literatura, Gratz (2004) e Balestra et al. (2008), observaram o deslocamento desta espécie, transitando em áreas urbanas e rurais, o que aumenta a preocupação em termos epidemiológicos em relação a esta espécie.

O número de espécies encontradas aqui foi maior se comparado a outros estudos realizados em fragmentos de vegetação em ambientes urbanos, como realizado por Paula et al. (2015) em fragmentos de vegetação na cidade de São Paulo, SP, mostrou um menor número de espécies mesmo utilizando métodos de coleta para captura de adultos e de imaturos similares aos utilizados aqui (Paula et al., 2015).

4.2 Distribuição por tipo de armadilha

A distribuição do número de mosquitos coletados segundo o tipo de armadilha utilizada está representada na figura 8. As armadilhas utilizadas diferem basicamente quanto ao estágio de desenvolvimento em que se objetiva coletar os mosquitos. Assim utilizamos armadilhas para coleta de estágios imaturos (ovitrampa, bambutraps e coletas em criadouros naturais chamados aqui de “permanente”) e armadilhas para coleta de adultos (CDC, Shannon e capturas ocasionais). Os indivíduos imaturos foram coletados em três estágios: ovos aderidos nas paletas de madeira das armadilhas ovitrampas e larvas e pupas na água retirada tanto das armadilhas ovitrampas bem como nas bambutraps. Os índices de diversidade coletados em cada tipo de armadilha estão apresentados na figura 9.

O maior número de mosquitos foi coletado na forma imatura pelas armadilhas ovitrampas (1314 indivíduos coletados, aproximadamente 44,11% do total de indivíduos coletados distribuídos em 13 espécies) e bambu (725 indivíduos coletados, aproximadamente 24,34% do total, distribuídos em 19 espécies). O número de espécies encontradas aqui foi maior que estudos realizados em outras localidades, porém com metodologia similar. Alencar et al. (2016b) realizando levantamentos com utilização de armadilhas ovitrampas no município de Cachoeiras de Macacu detectou dez espécies mesmo em estudo realizado por mais tempo, 2 anos.

Dentre os indivíduos coletados na forma adulta a armadilha do tipo CDC com atrativo de CO₂ apresentou o maior número de indivíduos coletados (667 espécimes, aproximadamente 22,39% do total coletado) seguida pela armadilha do tipo Shannon (267 espécimes coletados, aproximadamente 8,96% do total coletado). Ao analisar o número de espécies coletadas na forma adulta as coletas com armadilhas do tipo Shannon apresentaram o maior nº de espécies, 30, seguida pela armadilha do tipo CDC com 29 espécies.

Durante a pesquisa também foram coletados indivíduos imaturos em criadouros naturais, com auxílio de pipetas) assim como indivíduos adultos que pousavam sobre integrantes da pesquisa (Com auxílio de puçá entomológico e capturador de castro) porém ambas as formas não totalizam 1% do total de espécimes capturados.

Os indivíduos coletados na forma adulta (Mosquitos coletados pelas armadilhas Shannon e CDC) distribuem-se por 43 espécies. Totalizam um maior nº

de espécies se comparados ao número de espécies coletadas com armadilhas do tipo ovitrampa e Bambu, que apresentaram 21 espécies.

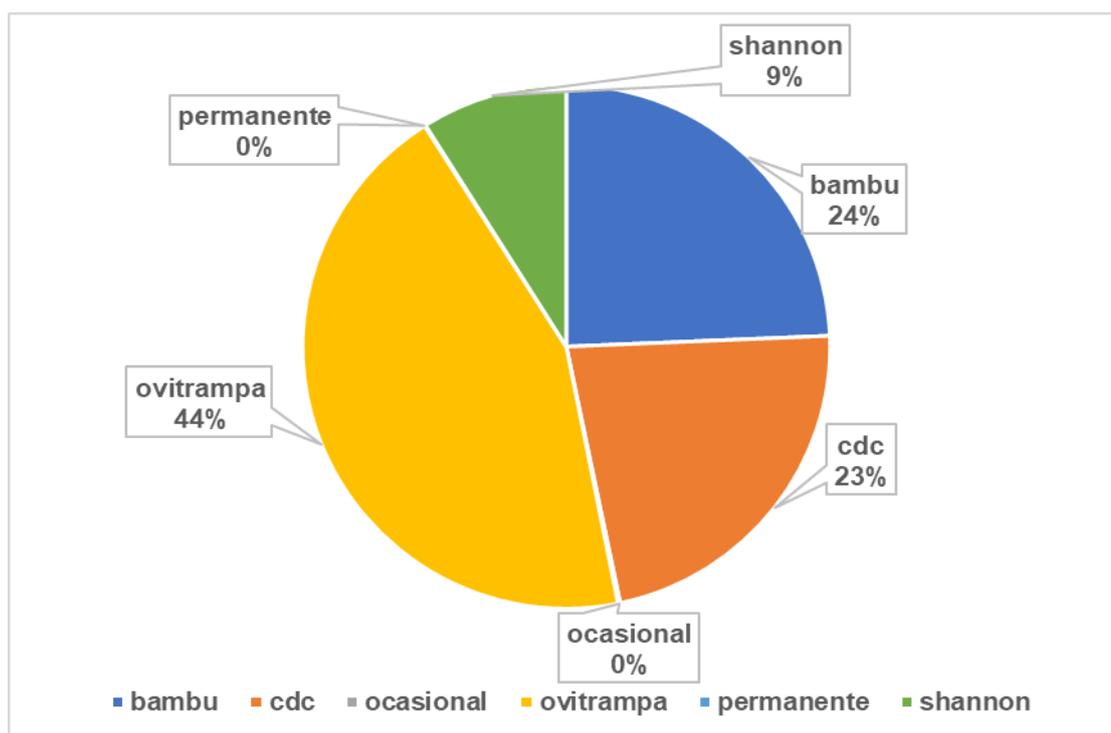


Figura 9 - Representação gráfica dos indivíduos coletados pelos diferentes tipos de coleta.

A distribuição dos espécimes coletados, segundo o estágio de desenvolvimento, pode ser observada na tabela 2. As coletas de mosquitos no estágio adulto apresentaram maior diversidade (3,77 pelo índice de Shannon-Wiener e 14,15 pelo índice de Margalef). Os índices de dominância de Berger Parker e Equidade J seguem na tabela 3. Com intuito de analisar se há diferença significativa entre as diversidades encontradas nos estágios imaturo e adulto foi realizado teste T, utilizando os valores da diversidade de Shannon-wiener e $\alpha=0,05$. O valor da diferença entre as diversidades foi de 0,0712, sendo assim, houve diferença estatística entre os resultados encontrados para imaturos e adultos.

TABELA 2 - ABUNDÂNCIA DE MOSQUITOS POR ESPÉCIE E POR ESTÁGIO DE DESENVOLVIMENTO NO MOMENTO DA COLETA.

| Espécie | ADULTO | (%) ADULTOS | IMATURO | (%) IMATUROS | TOTAL |
|--------------------------|--------|-------------|---------|--------------|-------|
| <i>Aedes aegypti</i> | 2 | 4,44 | 43 | 95,56 | 45 |
| <i>Aedes albopictus</i> | 104 | 7,35 | 1311 | 92,65 | 1415 |
| <i>Aedes fluviatilis</i> | 6 | 66,67 | 3 | 33,33 | 9 |

| | | | | | |
|--|---------------|----------------|-------------|--------|-----|
| <i>Aedes rhyacophilus</i> | 7 | 100 | 0 | 0,00 | 7 |
| <i>Aedes terrens</i> | 6 | 8,70 | 63 | 91,30 | 69 |
| <i>Anopheles argyritarsis argyritarsis</i> | 1 | 100,00 | 0 | 0,00 | 1 |
| <i>Anopheles rangeli</i> | 1 | 100 | 0 | 0,00 | 1 |
| <i>Anopheles sp.</i> | 0 | 0,00 | 2 | 100 | 2 |
| <i>Coquilletidia fasciolata</i> | 1 | 100 | 0 | 0,00 | 1 |
| <i>Coquilletidia sp.</i> | 2 | 100,00 | 0 | 0 | 2 |
| <i>Culex (Anoedioporpa) sp.</i> | 83 | 98 | 2 | 2,35 | 85 |
| <i>Culex (Culex) mollis</i> | 0 | 0,00 | 15 | 100,00 | 15 |
| <i>Culex (Culex) sp.</i> | 74 | 81,32 | 17 | 19 | 91 |
| <i>Culex (melanoconion) sp.</i> | 1 | 100,00 | 0 | 0,00 | 1 |
| <i>Culex (microculex) sp.</i> | 48 | 19 | 209 | 81,32 | 257 |
| <i>Culex sp.</i> | 234 | 91,05 | 23 | 8,95 | 257 |
| <i>Haemagogus janthinomys</i> | 9 | 100,00 | 0 | 0,00 | 9 |
| <i>Haemagogus leucocelaenus</i> | 50 | 23 | 166 | 76,85 | 216 |
| <i>Limatus durhamii</i> | 27 | 14,36 | 161 | 85,64 | 188 |
| <i>Limatus paraensis</i> | 6 | 100,00 | 0 | 0,00 | 6 |
| <i>Limatus sp.</i> | 6 | 100,00 | 0 | 0 | 6 |
| <i>Mansonia sp.</i> | 1 | 100 | 0 | 0,00 | 1 |
| <i>Mansonia tittilans</i> | 4 | 100 | 0 | 0,00 | 4 |
| <i>Ochlerotatus scapularis</i> | 102 | 100 | 0 | 0,00 | 102 |
| <i>Psorophora ciliata</i> | 29 | 100 | 0 | 0,00 | 29 |
| <i>Psorophora cingulata</i> | 4 | 100 | 0 | 0,00 | 4 |
| <i>Psorophora sp.</i> | 1 | 100 | 0 | 0,00 | 1 |
| <i>Sabethes intermedius/melanonymphe</i> | 2 | 100 | 0 | 0,00 | 2 |
| <i>Sabethes sp.</i> | 2 | 50 | 2 | 50,00 | 4 |
| <i>Toxorhynchites cf. purpureus</i> | 0 | 0 | 1 | 100,00 | 1 |
| <i>Toxorhynchites sp.</i> | 0 | 0 | 9 | 100,00 | 9 |
| <i>Trichoprosopon digitatum digitatum</i> | 6 | 40 | 9 | 60,00 | 15 |
| <i>Trichoprosopon soaresi</i> | 6 | 55 | 5 | 45 | 11 |
| <i>Trichoprosopon sp.</i> | 2 | 66,67 | 1 | 33 | 3 |
| <i>Uranotaenia colosomata</i> | 2 | 100,00 | 0 | 0 | 2 |
| <i>Uranotaenia sp.</i> | 2 | 100 | 0 | 0,00 | 2 |
| <i>Wyeomyia aporonoma</i> | 2 | 100,00 | 0 | 0,00 | 2 |
| <i>Wyeomyia coenonus tarsata</i> | 4 | 100,00 | 0 | 0,00 | 4 |
| <i>Wyeomyia colombiana</i> | 2 | 100,00 | 0 | 0 | 2 |
| <i>Wyeomyia confusa</i> | 6 | 100 | 0 | 0,00 | 6 |
| <i>Wyeomyia flavifascies</i> | 2 | 100 | 0 | 0,00 | 2 |
| <i>Wyeomyia negrensis</i> | 1 | 100 | 0 | 0,00 | 1 |
| <i>Wyeomyia sabethea</i> | 1 | 100 | 0 | 0,00 | 1 |
| <i>Wyeomyia sp.</i> | 76 | 86 | 12 | 13,64 | 88 |
| TOTAL | 925,00 | 2054,00 | 2979 | | |

TABELA 3 - ÍNDICES CALCULADOS PARA OS ESTÁGIOS ADULTO E IMATUROS.

| ÍNDICE | ADULTO | IMATURO |
|------------------------------------|--------|---------|
| <i>Índice de Shannon-Wiener</i> | 2,55 | 1,36 |
| <i>dominância de Berger Parker</i> | 0,25 | 0,63 |
| <i>Equidade J</i> | 0,69 | 0,46 |
| <i>Riqueza estimada</i> | 42,5 | 19,25 |
| <i>Riqueza observada</i> | 40 | 19 |

Devido à especificidade de armadilhas é esperado que o resultado em relação ao número de espécies coletadas com cada armadilha fosse diferente. Alencar *et al.* compararam estudos conduzidos com diferentes métodos de coleta e diferentes estágios de desenvolvimento de mosquitos onde encontraram espécies diferentes segundo os estágios de desenvolvimento biológico. Onde 33 espécies foram coletadas no estágio larval, mas não como adultos e 24 espécies coletadas no estágio adulto, porém não encontradas no estágio larval, mostrando a diferença de espécies coletadas segundo o método utilizado (Alencar *et al.*, 2016, Alencar *et al.*, 2015).

Algumas das espécies que foram encontradas em maior abundância nesse estudo também foram encontradas de forma abundante em outras pesquisas de caráter similar. Breviglieri e Lorenz (2017) que realizando coletas em recipientes plástico e em bambus, localizados em fragmentos de vegetação na cidade de São Paulo também encontraram em maior abundância *Ae. albopictus*, *Li. durhami*, *Culex spp.* e *Oc. Scapularis*, além de outras espécies menos abundantes como as pertencentes ao gênero *Wyeomyia* e *Ae. aegypti*.

Em levantamento de entomofauna realizado em fragmento de vegetação localizado no campus da Fundação Oswaldo Cruz, em Manguinhos, RJ, Docile *et al.* (2017) coletaram formas imaturas de culicídeos em bromélias situadas em diferentes pontos do fragmento e encontraram resultados semelhantes observando *Ae. aegypti* em baixa quantidade (<3%) e *Ae. albopictus* como maior representante da tribo Culicini (Docile *et al.*, 2017).

Grande parte dos mosquitos pertencentes ao subgênero *Microculex*, foram coletados nas armadilhas bambutraps, em seus estágios imaturos. Segundo Ceretti-

Junior *et al* (2016), indivíduos desse táxon são encontrados preferencialmente em criadouros naturais.

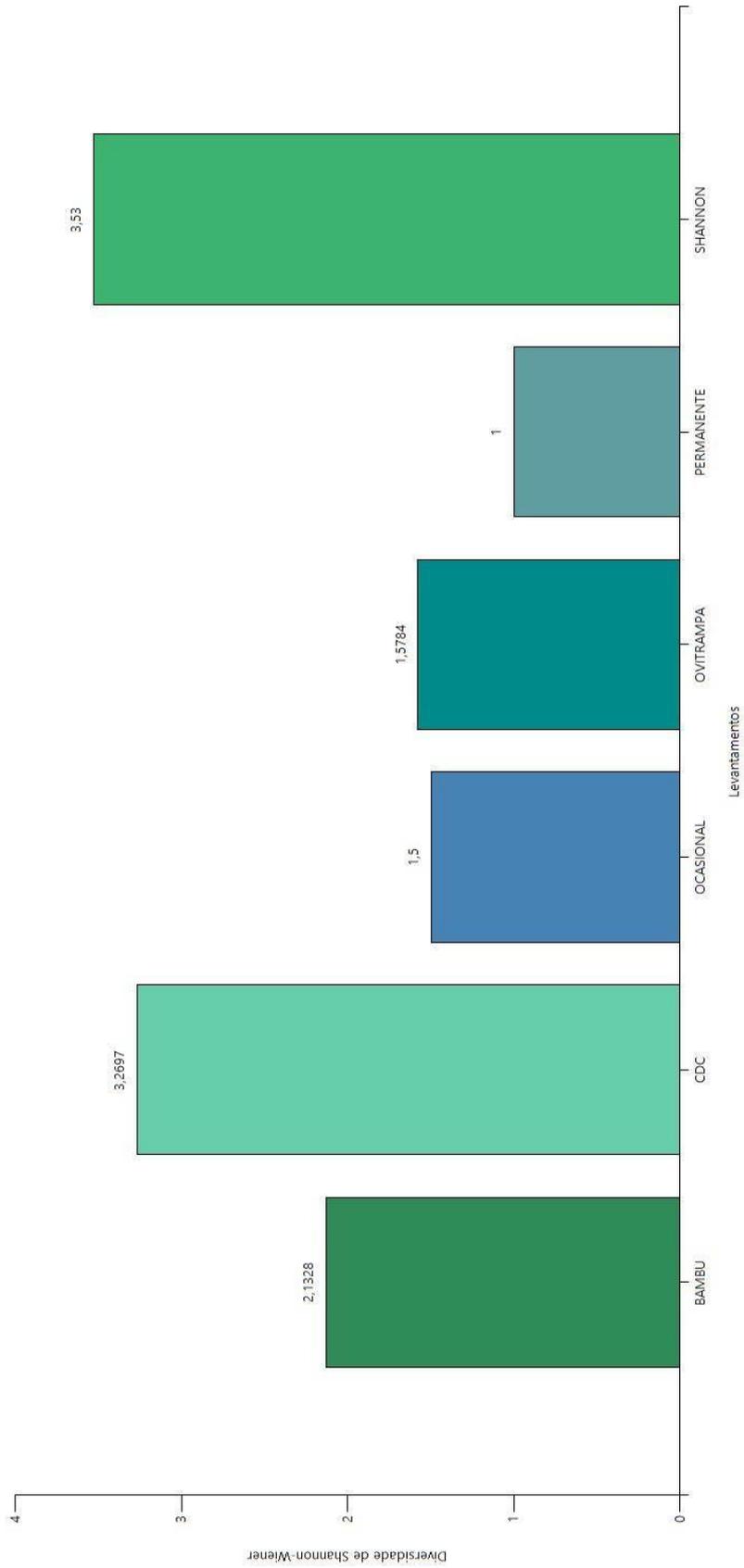


Figura 10 - Índices de diversidade de shannon-winner distribuídos pelo tipo de armadilha.

Durante o estudo foram coletados 8330 ovos, cujos valores seguem na tabela 4. A quinzena 1 apresentou o maior nº de ovos, 1082, enquanto a quinzena 8 apresentou o menor nº de ovos, 164. Após contagem dos ovos em laboratório as paletas foram submetidas a ciclos de imersão em laboratório como explicado em metodologia anteriormente. A imersão que apresentou o maior nº de indivíduos foi a de nº 1 com 855 ovos eclodidos, seguida pela imersão de nº2 com 61 ovos eclodidos.

Tabela 4 - Nº de ovos distribuídos por quinzena.

| QUINZENA | Nº DE OVOS |
|-----------------|-------------------|
| 1 | 1082 |
| 2 | 404 |
| 3 | 474 |
| 4 | 911 |
| 5 | 549 |
| 6 | 431 |
| 7 | 250 |
| 8 | 164 |
| 9 | 329 |
| 10 | 286 |
| 11 | 779 |
| 12 | 648 |
| 13 | 310 |
| 14 | 327 |
| 15 | 263 |
| 16 | 594 |
| 17 | 202 |
| 18 | 327 |
| TOTAL | 8330 |

Aos indivíduos coletados na água das ovitrampas no momento da retirada dessas armadilhas do campo de coleta foram atribuídas o número de imersão “0”. O número de indivíduos em cada imersão pode ser visualizado no gráfico 4.

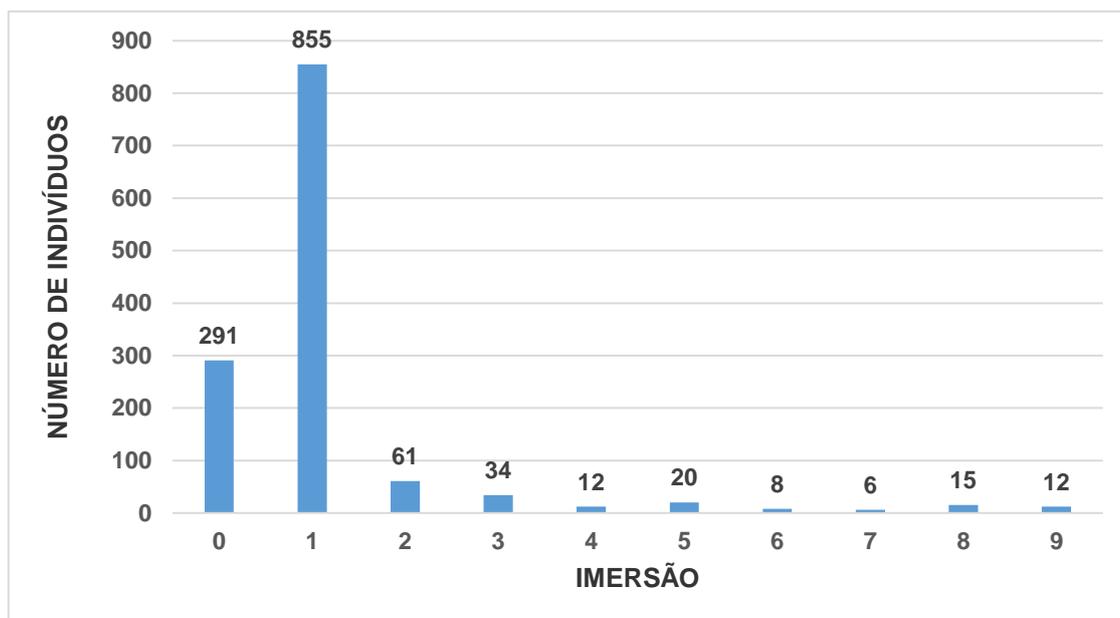


Figura 11 - Número de ovos eclodidos nas armadilhas ovitrampas, distribuídos por ciclo de imersão

Dentre as espécies coletadas nas armadilhas ovitrampas as espécies *Ae. albopictus* e *Hg. leucocelaenus* apresentaram eclosões em um maior número de ciclos de imersão, sendo *Hg. leucocelaenus* a espécie que apresentou eclosões em um maior número de ciclos, porém as últimas imersões apresentaram menores números de eclosões. No último ciclo de imersão a espécie com maior nº de indivíduos foi *Ae. aegypti*. O percentual de indivíduos identificados em relação ao total de ovos foi equivalente, taxa de eclosão, a 15,77% do total de ovos coletados.

Esses resultados diferem de outros trabalhos. Alencar et al. (2014) ao analisarem a eclosão de ovos de mosquitos pertencentes a tribo Aedini coletados em áreas também situadas no bioma Mata Atlântica, Minas Gerais, verificaram, de forma geral, um aumento no número de eclosões de *Hg. leucocelaenus* conforme aumentava o número de ciclos de imersão. Em relação aos ovos pertencentes à *Ae. albopictus*, os resultados das eclosões dos ovos coletados nos meses de junho e dezembro foram similares aos encontrados nesse estudo, sendo a maior taxa de eclosão nas primeiras eclosões e diminuído em eclosões subsequentes. (Alencar et al., 2014).

As armadilhas ovitrampas apresentaram o maior número de indivíduos coletados, porém ao analisar a quantidade a riqueza de espécies as ovitrampas apresentaram o menor número de espécies coletadas. A espécie *Ae. albopictus* foi a

grande representante do total de indivíduos coletados por essa armadilha. Silva et al., 2018, encontraram resultados similares ao realizar pesquisa utilizando armadilhas ovitrampas em Casemiro de Abreu, RJ, encontrando um baixo número de espécies, sendo parte dessas de importância médica como *Ae. albopictus*, *Hg. leucocelaenus*, *Li. durhami* e *Ae. aegypti*, além de *Cx. iridescens* e *Hg. janthinomys*. Naquele estudo, *Ae. albopictus* também foi encontrado em maior abundância nas áreas com maior modificação antrópica.

Nas armadilhas do tipo bambutraps as espécies mais abundantes foram *Ae. albopictus*, *Cx. (Microculex) spp.* e *Li. durami*. Silva e et al. (2004), encontraram resultados similares ao realizarem pesquisas em Paranaguá, PR, em fragmentos de vegetação coletando água em bambuzais.

Piovezan et al. (2017) realizando estudos em áreas próximas a fragmentos de vegetação e utilizando armadilhas para captura de larvas também encontraram maior abundância de mosquitos *Ae. albopictus*.

Importante salientar também o registro da presença de mosquitos da espécie *Ae. aegypti* em um fragmento de mata estudada, área 1. A presença de *Ae. aegypti* em fragmentos de vegetação, mesmo com hábitos urbanizados, mostra a importância de estudos com essa espécie devido a sua capacidade de agir como vetor de arbovírus presentes em nossa sociedade. Medeiros-Souza (2013), realizando estudos em parques florestais no município de São Paulo também apontou a presença de *Ae. aegypti*, indicando a capacidade dessa espécie em habitar diferentes ambientes.

4.3 Distribuição sazonal

Como descrito na metodologia, o estudo baseou-se nas características climáticas da região, na qual apresentam estações seca e chuvosa. As coletas realizadas durante a estação seca ocorreram entre maio e agosto de 2018. As coletas realizadas durante a estação chuvosa ocorreram entre setembro de 2018 e janeiro de 2019.

Cada campanha para coleta de espécimes era separada por quinze dias, sendo esse intervalo chamado aqui de quinzena e enumeradas conforme ordem cronológica com números cardinais. Para essa análise somente foi utilizada

até a quinzena de nº 15, as demais quinzenas ainda não apresentam todos os espécimes desenvolvidos até o estágio adulto e ainda restam ciclos de imersões dos ovos. As quinzenas 1 a 9 ocorreram durante a estação seca e as quinzenas 10 a 18 ocorreram durante a estação chuvosa.

A estação chuvosa apresentou o maior número de espécimes coletados, 2097 indivíduos, equivalente a aproximadamente 70% do total de culicídeos coletados. A estação seca apresentou 882 indivíduos, aproximadamente 30% do total de indivíduos coletados. Ao analisar o número de espécies coletadas em cada estação, não houve alteração entre as estações, sendo 33 espécies coletadas em cada estação.

Em relação ao total de indivíduos amostrados, a quinzena com o maior número de indivíduos coletados foi a de nº 13 (estação chuvosa) e a quinzena com menor número de indivíduos coletados foi a de nº 2 (estação Seca).

TABELA 5 - ABUNDÂNCIA DE MOSQUITOS POR ESPÉCIES E ESTAÇÃO CLIMÁTICA.

| ESPÉCIES | EST.CHUVOSA | EST. SECA |
|--|--------------------|------------------|
| <i>Aedes aegypti</i> | 39 | 6 |
| <i>Aedes albopictus</i> | 1049 | 366 |
| <i>Aedes fluviatilis</i> | 4 | 5 |
| <i>Aedes rhyacophilus</i> | 7 | 0 |
| <i>Aedes terrens</i> | 65 | 4 |
| <i>Anopheles argyritarsis argyritarsis</i> | 1 | 0 |
| <i>Anopheles rangeli</i> | 0 | 1 |
| <i>Anopheles sp.</i> | 1 | 1 |
| <i>Coquilletidia fasciolata</i> | 0 | 1 |
| <i>Coquilletidia sp.</i> | 2 | 0 |
| <i>Culex (Anodiopora) sp.</i> | 82 | 3 |
| <i>Culex (Culex) mollis</i> | 15 | 0 |
| <i>Culex (Culex) sp.</i> | 56 | 35 |
| <i>Culex (melanoconion) sp.</i> | 0 | 1 |
| <i>Culex (microculex) sp.</i> | 249 | 8 |
| <i>Culex sp.</i> | 8 | 249 |
| <i>Haemagogus janthinomys</i> | 9 | 0 |
| <i>Haemagogus leucocelaenus</i> | 204 | 12 |
| <i>Limatus durhamii</i> | 167 | 21 |
| <i>Limatus paraensis</i> | 6 | 0 |
| <i>Limatus sp.</i> | 1 | 5 |

| | | |
|---|-------------|------------|
| <i>Mansonia sp.</i> | 1 | 0 |
| <i>Mansonia tittilans</i> | 0 | 4 |
| <i>Ochlerotatus scapularis</i> | 59 | 43 |
| <i>Psorophora ciliata</i> | 7 | 22 |
| <i>Psorophora cingulata</i> | 0 | 4 |
| <i>Psorophora sp.</i> | 0 | 1 |
| <i>Sabethes intermedius/melanonymphe</i> | 2 | 0 |
| <i>Sabethes sp.</i> | 4 | 0 |
| <i>Toxorhynchites cf. purpureus</i> | 1 | 0 |
| <i>Toxorhynchites sp.</i> | 9 | 0 |
| <i>Trichoprosopon digitatum digitatum</i> | 6 | 9 |
| <i>Trichoprosopon soaresi</i> | 5 | 6 |
| <i>Trichoprosopon sp.</i> | 0 | 3 |
| <i>Uranotaenia colosomata</i> | 0 | 2 |
| <i>Uranotaenia sp.</i> | 0 | 2 |
| <i>Wyeomyia aporonoma</i> | 1 | 1 |
| <i>Wyeomyia coenonus tarsata</i> | 4 | 0 |
| <i>Wyeomyia colombiana</i> | 2 | 0 |
| <i>Wyeomyia confusa</i> | 6 | 0 |
| <i>Wyeomyia flavifascies</i> | 0 | 2 |
| <i>Wyeomyia negrensis</i> | 1 | 0 |
| <i>Wyeomyia sabethea</i> | 0 | 1 |
| <i>Wyeomyia sp.</i> | 24 | 64 |
| TOTAL | 2097 | 882 |

Os índices de diversidade para cada estação são apresentados na tabela 6. Os dados referentes aos indivíduos coletados nas estações seca e chuvosa foram submetidos ao teste de normalidade Shapiro-Wilk (com valor de $\alpha = 0,05$) onde não foi possível apontar normalidade. Valores de p para os testes foram 0,3021 e 0,2827 para as estações seca e chuvosa respectivamente.

Então para testar se havia diferença estatística entre os números de indivíduos coletados nas diferentes estações (seca e chuvosa) optou-se pela utilização do teste de Mann-whitney, onde não apontou diferença estatística significativa ($p=0,27$).

TABELA 6 - ÍNDICES DE DIVERSIDADE POR ESTAÇÃO CLIMÁTICA.

| ÍNDICE | EST. SECA | EST. CHUVOSA |
|------------------------------------|-----------|--------------|
| <i>Índice de Shannon-Wiener</i> | 1,85 | 1,87 |
| <i>dominância de Berger Parker</i> | 0,41 | 0,50 |
| <i>Equidade J</i> | 0,54 | 0,53 |
| <i>Riqueza estimada</i> | 34 | 38 |
| <i>Riqueza observada</i> | 29 | 33 |

Importante salientar o aumento na abundância de espécies e/ou aparecimento, no período chuvoso, de espécies que podem apresentar importância médica como *Ae. aegypti*, *Hg. leucocelaenus*, *Hg. janthinomys*.

As informações sobre as médias de temperatura e umidade relativa do ar encontram-se na tabela 7. Foram realizados testes de correlação entre as medidas dos dados abióticos e a abundância das espécies *Ae. aegypti*, *Ae. albopictus* e *Hg. leucocelaenus*. Essas três espécies foram escolhidas por apresentarem as maiores abundâncias dentre as espécies com importância reconhecida e/ou potencial para transmissão do vírus da febre amarela.

TABELA 7 - MÉDIAS TOTAIS DE TEMPERATURA E UMIDADE REL. DO AR DISTRIBUÍDAS POR QUINZENAS.

| MÉDIAS | | | |
|---------|----------|-------------|------------------|
| Estação | Quinzena | Temperatura | Umidade Relativa |
| SECA | 1 | 23,37 | 70,67 |
| SECA | 2 | 22,69 | 67,58 |
| SECA | 3 | 24,5 | 78,58 |
| SECA | 4 | 22,3 | 72,97 |
| SECA | 5 | 22,91 | 75,11 |
| SECA | 6 | 24,34 | 62,5 |
| SECA | 7 | 20,43 | 84,42 |
| SECA | 8 | 21,62 | 67,39 |
| SECA | 9 | 22,34 | 65,5 |
| CHUVOSA | 10 | 21,44 | 65,42 |
| CHUVOSA | 11 | 25,5 | 77,36 |
| CHUVOSA | 12 | 26,76 | 72,9 |
| CHUVOSA | 13 | 20,39 | 94,08 |
| CHUVOSA | 14 | 24,35 | 80,07 |
| CHUVOSA | 15 | 25,01 | 76,33 |
| CHUVOSA | 16 | 28,6 | 56,44 |
| CHUVOSA | 17 | 29,24 | 45,75 |
| CHUVOSA | 18 | 26,05 | 78,92 |

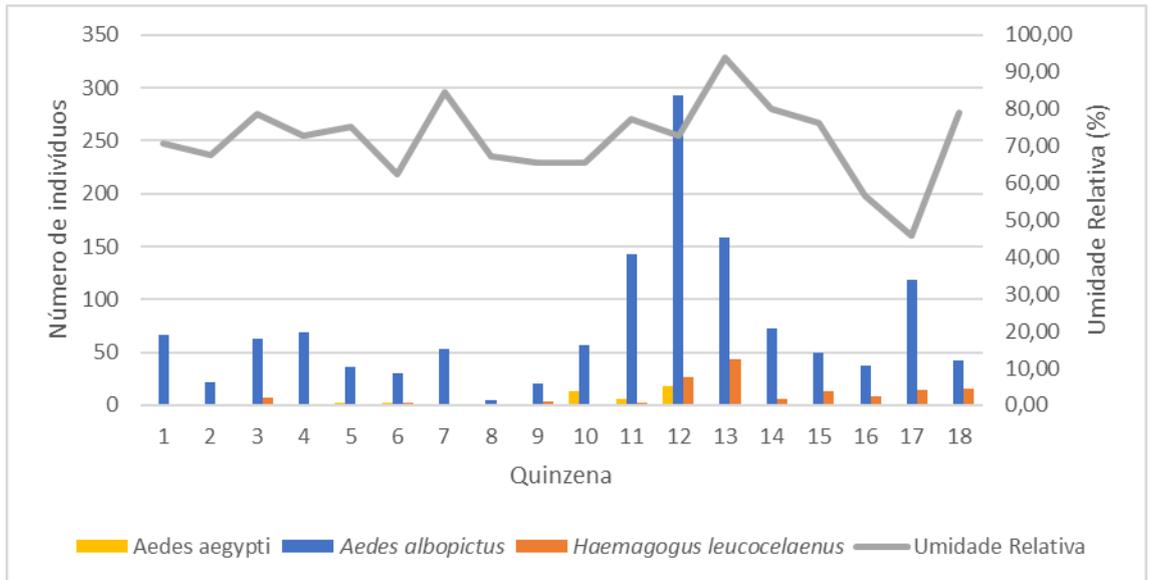


Figura 12 - Variação das médias de umidade relativa do ar e abundância de mosquitos *Ae. albopictus*, *Ae. Aegypti* e *Haemagogus leucocelaenus* distribuídos por quinzenas.

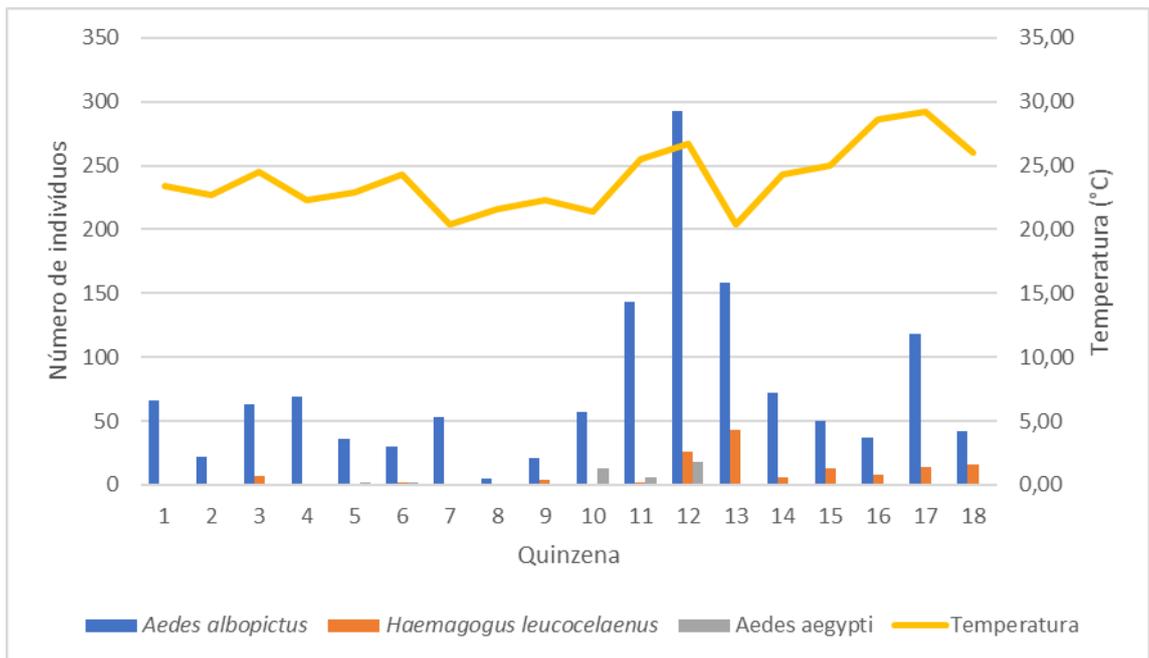


Figura 13 - Variação das médias de temperatura e abundância de mosquitos *Ae. albopictus*, *Ae. aegypti* e *Haemagogus leucocelaenus* distribuídos por quinzenas.

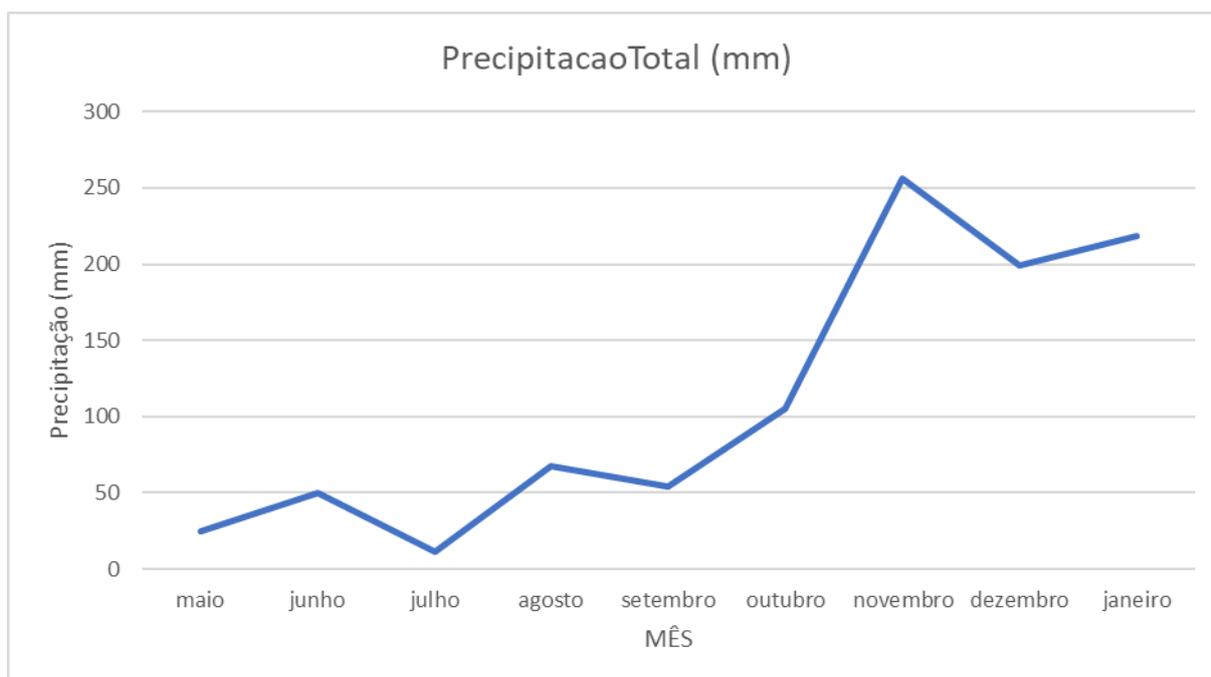


Figura 14 - Variação da precipitação (mm) ao longo dos meses que ocorreram o estudo.

Dentre as três espécies mencionadas acima, *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* apresentaram seu pico, em relação ao número de indivíduos na 12ª quinzena, referente ao mês de outubro. *Ae. albopictus* apresentou distribuição durante todo o ano e foi coletada em todas as quinzenas. Esse padrão de distribuição populacional perene é similar aos resultados encontrados em estudos realizados por Ducile *et al.* (2017).

A espécie *Hg. leucocelaenus* apresentou o maior número de indivíduos na quinzena de número 15, que teve a maior parte dos dias no mês de novembro. Silva *et al.* (2018), que também utilizando ovitrampas em área de Mata Atlântica no município de Casimiro de Abreu, RJ, coletaram o maior número de *Hg leucocelaenus* no mês de novembro e *Ae. aegypti* em outubro corroborando em parte os achados neste estudo, que apresentou maior número de mosquitos da espécie *Ae. albopictus* coletados em novembro. Alencar *et al.* (2016) encontraram resultados parcialmente similares em pesquisa realizada também no bioma Mata Atlântica, no município de Cachoeiras de Macacu (RJ), onde *Hg. leucocelaenus* apresentou um pico no mês de dezembro, porém *Ae. albopictus* em fevereiro.

Os dados referentes aos fatores abióticos (Temperatura, umidade relativa do ar e precipitação) foram submetidos ao teste de normalidade Shapiro-wilk ($\alpha=0,05$) com o objetivo de verificar se os dados seguiam a distribuição normal. Os resultados não

permitiram apontar normalidade, valores de p respectivamente: 0,95; 0,97 e 0,84. Baseando nos resultados dos testes de normalidade optou-se pela realização de testes de correlação de Spearman para verificar se havia correlação entre os dados abióticos e com: número de imaturos coletados, nº de ovos coletados e abundância de mosquitos das espécies *Ae. aegypti*, *Ae. albopictus* e *Hg. leucocelaenus*. Os resultados dos testes para os valores totais podem ser observados na tabela 8. Nenhum dos testes realizados apresentou correlação significativa entre fatores abióticos e variáveis testadas, diferente de outros estudos realizados em fragmentos de vegetação e de análises de fatores abióticos (Docile *et al.*, 2017). Os valores dos testes de correlação mais altos foram entre as variáveis precipitação x número de imaturos coletados e precipitação x número de mosquitos da espécie *Hg. leucocelaenus*, porém não significativo. Esses resultados são similares aos resultados encontrados por Silva *et al.* (2018), que também encontraram correlação positiva entre precipitação e abundância total de mosquitos e abundância de mosquitos da espécie *Hg. leucocelaenus*.

TABELA 8 - RESULTADOS DOS TESTES DE CORRELAÇÃO DE SPEARMAN ENTRE ESPÉCIES E FATORES ABIÓTICOS (TEMPERATURA, UMIDADE RELATIVA DO AR E PRECIPITAÇÃO).

| | Temp. (°C) | p-valor | U.R.A (%) | p-valor | Prec. (mm) | p-valor | pH | p-valor |
|--------------------------|------------|---------|-----------|---------|------------|---------|------|---------|
| Imaturos | 0,28 | >0,05 | 0,40 | >0,05 | 0,70 | 0,001 | 0,20 | >0,05 |
| <i>Aedes aegypti</i> | 0,17 | >0,05 | -0,36 | >0,05 | -0,16 | >0,05 | 0,03 | >0,05 |
| <i>Aedes albopictus</i> | 0,33 | >0,05 | 0,32 | >0,05 | 0,53 | 0,02 | 0,24 | >0,05 |
| <i>Hg. leucocelaenus</i> | 0,54 | 0,01 | 0,14 | >0,05 | 0,73 | >0,05 | 0,37 | >0,05 |
| Ovos | 0,37 | >0,05 | 0,42 | >0,05 | 0,66 | >0,05 | 0,27 | >0,05 |
| CDC | 0,23 | >0,05 | -0,23 | >0,05 | 0,04 | >0,05 | - | - |
| Shannon | 0,28 | >0,05 | -0,35 | >0,05 | -0,15 | >0,05 | - | - |

4.4 Distribuição por área

As áreas onde o estudo foi realizado foram analisadas com o objetivo de levantar informações sobre o uso do solo, urbanização, comparação da diversidade de culicídeos entre as áreas e entre a região de borda e interior do fragmento e comparação de diversidade de culicídeos entre os estratos verticais (solo e alto) nos pontos analisados.

Para análise do padrão de uso do solo da região foi realizada uma quantificação da porcentagem de cada tipo de uso/cobertura do solo presente em um buffer de 100m para cada ponto de coleta. A tabela representa as porcentagens de cada tipo nos pontos de coleta onde a espécie esteve presente. A figura 8 mostra a distribuição dos tipos de cobertura vegetal do solo gerados a partir da realização do NDVI, Índice de vegetação por diferença normalizada (Normalized difference vegetation index). Na figura podemos perceber a intensa presença de pastagem na região e o gradiente de urbanização mais intenso próximo à área 1 e menor próximo às áreas 2 e 3.

O NDVI obtém variações na biomassa vegetal e cobertura foliar, em combinação com dados topográficos mostra-se uma ferramenta útil no entendimento da epidemiologia de determinadas doenças associadas a vetores (Young et al., 2013).

Young et al. (2013) mostraram que variáveis ambientais como temperatura, elevação do terreno, NDVI, precipitação e cobertura vegetal estavam positivamente correlacionados à presença do Vírus do Oeste do Nilo nos Estados Unidos da América. Tal correlação apresentava força suficiente para poder permitir um modelamento preditivo.

Variações ambientais decorrentes dos padrões de uso e ocupação do solo, bem como fatores socioeconômicos podem influenciar a dinâmica das doenças associadas a vetores. Análises realizadas no estado do Rio de Janeiro onde foram observados números de casos de dengue e dados secundários relacionados a fatores socioeconômicos identificaram relação diretamente proporcional entre as variáveis “ausência de saneamento básico” e “desmatamento” à incidência de dengue (Moura et al., 2014). Essas mudanças sociais e ambientais decorrentes principalmente do processo de urbanização acelerada e não planejada são apontadas como uma das causas de retorno do *Ae. aegypti* ao Brasil e sua consequente infestação pelo território brasileiro (Braga e Valle, 2007). O desmatamento também contribui para a formação de fragmentos isolados que se comportam como ilhas. Estudos relacionados à biologia da conservação utilizam como referencial teórico para estudos desses fragmentos a Teoria da Biogeografia de Ilhas de MacArthur e Wilson (1967), onde o tamanho e a forma dessas ilhas podem influenciar a diversidade. Além disso, o surgimento de bordas devido ao processo de desmatamento pode levar a alterações microclimáticas, o que pode influenciar as espécies que ali vivem. Mesmo fragmentos menores que não

conseguem albergar um alto número de espécies devem ser considerados importantes, pois podem agir como ponto de parada para espécies em migração ou até mesmo corredores entre outros fragmentos gerando um fluxo de espécies entre os mesmos (Périco et al., 2005). Esse padrão de fragmentação da vegetação e formação de ilhas isoladas ocorre na área onde foi realizado o estudo e mostra-se de relevância o conhecimento do mesmo para a dinâmica populacional de mosquitos vetores de arbovírus, principalmente para espécies com alto capacidade de voo, como é o caso de *Hg. leucocelaenus*, que possui grande capacidade de voo inclusive em áreas desmatadas (Forattini, 2002; Consoli e Oliveira, 1994).

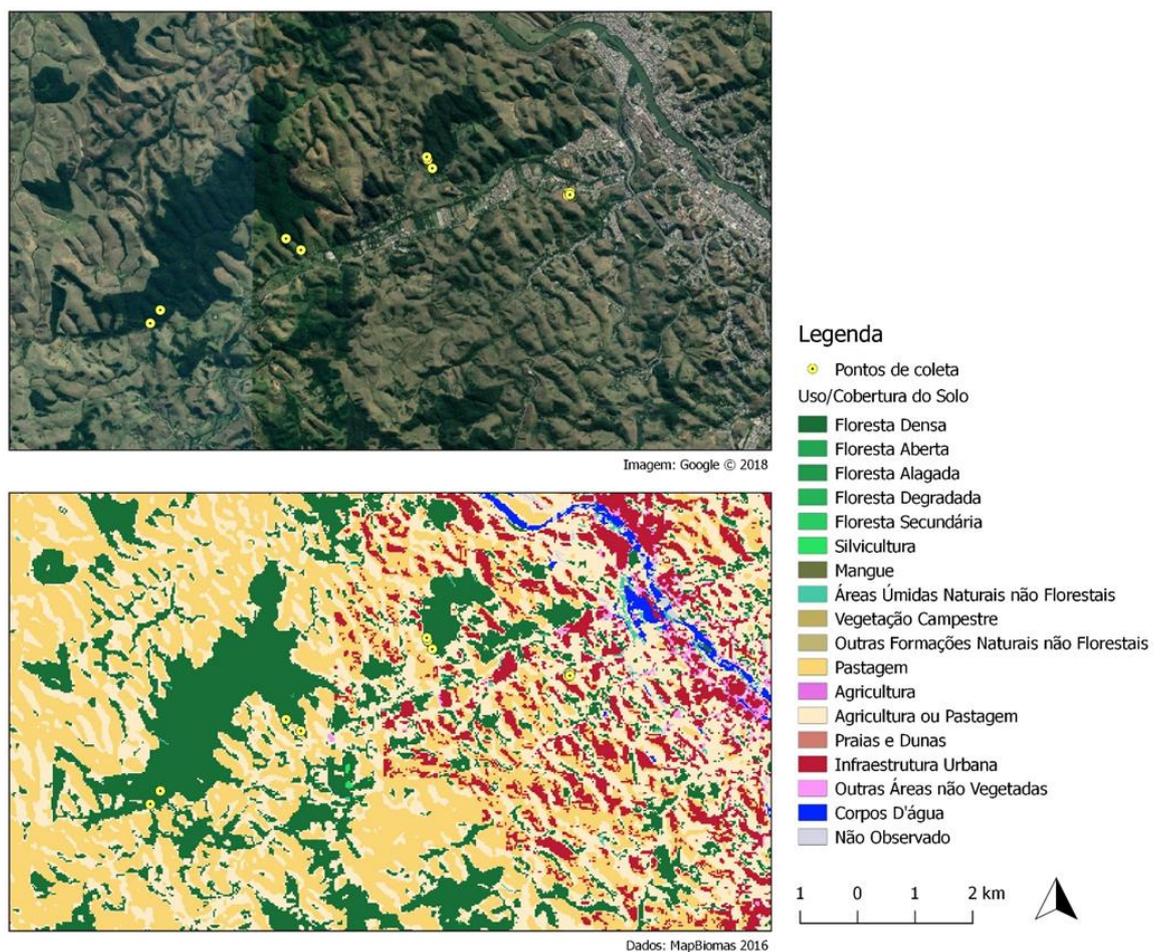


Figura 15 - Padrão de uso e ocupação do solo no perímetro escolhido para a pesquisa.

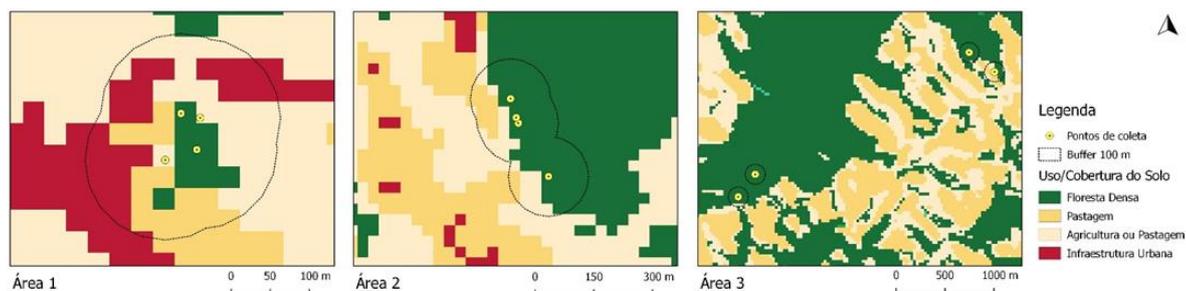


Figura 16 - Padrão de uso e ocupação do solo nos pontos de coletas

As imagens das análises de uso/cobertura do solo podem ser visualizadas nas figuras 14 e 15. Foram analisadas também a distribuição e abundância das espécies *Ae. aegypti*, *Ae. albopictus* e *Hg leucocelaenus* nas seguintes características de uso/cobertura do solo: floresta densa, pastagem, agricultura ou pastagem e infraestrutura urbana. Os resultados estão apresentados na tabela 9 e no gráfico 7. *Ae. aegypti* apresentou maior percentual de indivíduos coletados nos pontos que apresentavam um padrão de cobertura do solo com infraestrutura urbana e agricultura/pastagem. Já *Ae. albopictus* teve sua maior abundância em pontos que apresentavam características de floresta densa seguida por agricultura/pastagem. Ao analisar os dados das coletas de mosquitos da espécie *Hg. leucocelaenus* foi notado que foi a espécie, dentre as três abordadas, com maior abundância nos pontos com características de floresta densa.

TABELA 9 - PERCENTUAL DE MOSQUITOS COLETADOS POR ESPÉCIE E POR PADRÃO DE USO/COBERTURA DO SOLO. F.D. = FLORESTA DENSA; PAST. = PASTAGEM; A./P. = AGRICULTURA/PASTAGEM; URB. = INFRAESTRUTURA URBANA

| Espécies | F.D. | PAST. | A./P. | URB. |
|---------------------------------|-------------|--------------|--------------|-------------|
| <i>Aedes aegypti</i> | 21,44% | 20,80% | 35,00% | 22,76% |
| <i>Aedes albopictus</i> | 55,79% | 14,10% | 21,84% | 8,28% |
| <i>Haemagogus leucocelaenus</i> | 68,25% | 11,46% | 16,87% | 3,42% |

Dentre as três áreas onde foram realizadas as coletas, a área 1 apresentou o maior número de indivíduos, 1565 (52%), seguido pelas áreas 2, 738 espécimes coletados (25%) e 3 com 676 espécimes coletados (23%). Porém ao analisar o número de espécies coletadas em cada área, a área 2 apresentou o maior número

de espécies coletadas, 37 espécies coletadas, seguida pela área 3 e 1 com respectivamente 29 e 22 espécies coletadas. A quantidade de indivíduos coletadas em cada espécie nas áreas 1, 2 e 3 podem ser visualizadas na tabela 10.

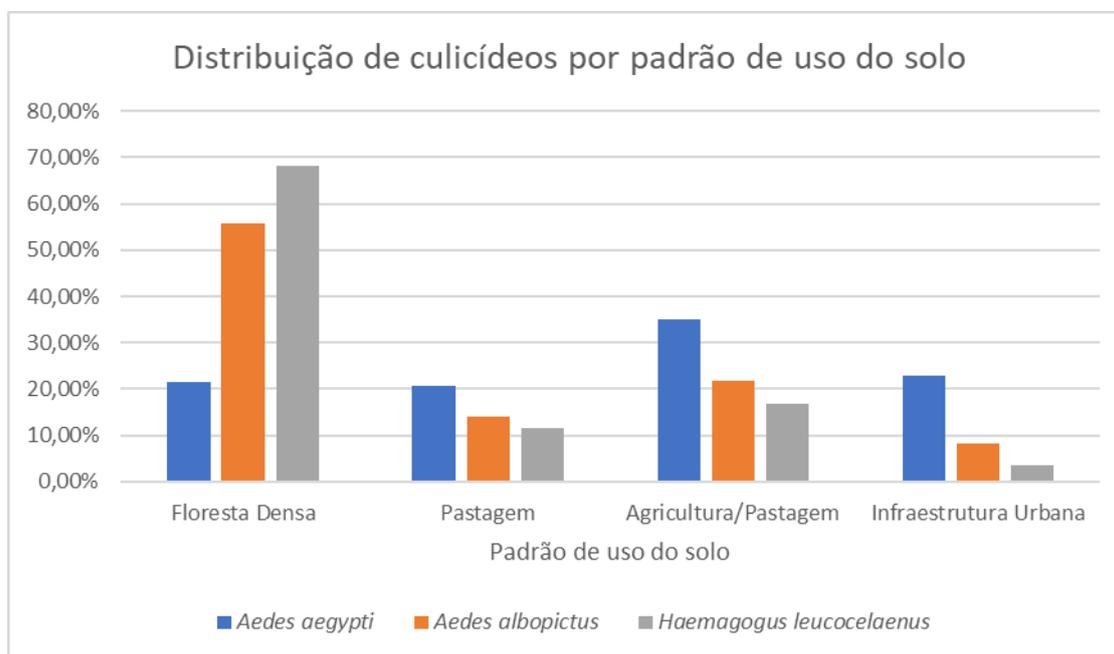


Figura 17 - Distribuição de culicídeos das espécies *Ae. aegypti*, *Ae. albopictus* e *Hg leucelaenus* segundo o padrão de cobertura/uso do solo.

TABELA 10 - QUANTIDADE DE INDIVÍDUOS POR ESPÉCIE NAS ÁREAS DE COLETAS.

| ESPÉCIES | ÁREAS | | |
|--|-------|----|-----|
| | 1 | 2 | 3 |
| <i>Aedes aegypti</i> | 23 | 7 | 15 |
| <i>Aedes albopictus</i> | 1294 | 90 | 31 |
| <i>Aedes fluviatilis</i> | 6 | 0 | 3 |
| <i>Aedes rhyacophilus</i> | 7 | 0 | 0 |
| <i>Aedes terreus</i> | 0 | 17 | 52 |
| <i>Anopheles argyritarsis argyritarsis</i> | 1 | 0 | 0 |
| <i>Anopheles rangeli</i> | 1 | 0 | 0 |
| <i>Anopheles sp.</i> | 1 | 0 | 1 |
| <i>Coquilletidia fasciolata</i> | 0 | 0 | 1 |
| <i>Coquilletidia sp.</i> | 0 | 2 | 0 |
| <i>Culex (Anoedioparpa) sp.</i> | 11 | 64 | 10 |
| <i>Culex (Culex) mollis</i> | 0 | 0 | 15 |
| <i>Culex (Culex) sp.</i> | 33 | 22 | 36 |
| <i>Culex (melanoconion) sp.</i> | 0 | 1 | 0 |
| <i>Culex (microculex) sp.</i> | 18 | 22 | 217 |
| <i>Culex sp.</i> | 100 | 72 | 85 |

| | | | |
|---|-------------|------------|------------|
| <i>Haemagogus janthinomys</i> | 0 | 1 | 8 |
| <i>Haemagogus leucocelaenus</i> | 4 | 75 | 137 |
| <i>Limatus durhamii</i> | 21 | 162 | 5 |
| <i>Limatus paraensis</i> | 0 | 5 | 1 |
| <i>Limatus sp.</i> | 0 | 5 | 1 |
| <i>Mansonia sp.</i> | 0 | 1 | 0 |
| <i>Mansonia tittilans</i> | 0 | 2 | 2 |
| <i>Ochlerotatus scapularis</i> | 26 | 63 | 13 |
| <i>Psorophora ciliata</i> | 2 | 27 | 0 |
| <i>Psorophora cingulata</i> | 3 | 0 | 1 |
| <i>Psorophora sp.</i> | 0 | 1 | 0 |
| <i>Sabethes intermedius/melanonymphe</i> | 0 | 0 | 2 |
| <i>Sabethes sp.</i> | 0 | 2 | 2 |
| <i>Toxorhynchites cf. purpureus</i> | 0 | 1 | 0 |
| <i>Toxorhynchites sp.</i> | 2 | 2 | 5 |
| <i>Trichoprosopon digitatum digitatum</i> | | 6 | 9 |
| <i>Trichoprosopon soaresi</i> | 3 | 1 | 7 |
| <i>Trichoprosopon sp.</i> | 0 | 3 | 0 |
| <i>Uranotaenia colosomata</i> | 1 | 1 | 0 |
| <i>Uranotaenia sp.</i> | 2 | | 0 |
| <i>Wyeomyia aporonomia</i> | 0 | 1 | 1 |
| <i>Wyeomyia coenonus tarsata</i> | 0 | 4 | 0 |
| <i>Wyeomyia colombiana</i> | 0 | 1 | 1 |
| <i>Wyeomyia confusa</i> | 0 | 6 | 0 |
| <i>Wyeomyia flavifascies</i> | 0 | 1 | 1 |
| <i>Wyeomyia negrensis</i> | 0 | 1 | 0 |
| <i>Wyeomyia sabethea</i> | 0 | 1 | 0 |
| <i>Wyeomyia sp.</i> | 6 | 68 | 14 |
| Total Geral | 1565 | 738 | 676 |

Ao realizar comparação, através do teste Kruskal-Wallis ($p < 0,05$), entre o número de indivíduos coletados em cada área foi encontrada diferença estatística significativa entre as áreas 1 e 3 ($p = 0,0016$). Não foram encontradas diferenças estatísticas significantes nas comparações entre as áreas 1 e 2 ($p = 0,1072$) e entre as áreas 2 e 3 ($p = 0,6795$).

Ae. aegypti e *Ae. albopictus* foram coletados em maior número na área 1, 23 e 1294 indivíduos respectivamente, que como descrita previamente é a área menor e mais próxima ao ambiente urbano. Já *Hg. leucocelaenus* foi coletado em maior quantidade na área 3, 137 indivíduos. *Ae. aegypti* é uma espécie ligada ao peridomicílio e domicílios humanos (Consoli & Oliveira, 1994). Já *Ae. albopictus* além de colonizar criadouros naturais, também apresenta a capacidade de utilizar

recipientes artificiais como criadouros em áreas de mata (Consoli & Oliveira, 1994). Isso pode implicar em sua maior abundância na área mais próxima ao ambiente urbano. Apesar da bibliografia que descreve o comportamento de *Ae. albopictus* apontar uma ocupação em ambientes rurais e silvestres, sua intensa abundância na área mais próxima às residências (área 1) pode sugerir uma mudança de comportamento e estabelecimento em áreas urbanas. Esse padrão de abundância de mosquitos pertencentes a esse táxon em ambientes urbanos, mesmo que em áreas próximas a cinturões verdes, já vem sendo ressaltado em algumas pesquisas no Brasil (Ayllón *et al.*, 2018; Silva *et al.*, 2018b).

Interessante ressaltar também a presença de mosquitos do gênero *Anopheles* na área 1. Mosquitos pertencentes a esse gênero não são apontados como transmissores dos arbovírus relevadas nesse trabalho, mas são importantes objetos de estudos para entomologia por agirem como vetores de patógenos que podem causar malária (Consoli & Oliveira, 1994). No Brasil as espécies que agem como vetoras da malária estão incluídas nos subgêneros *Nyssorhynchus* e *Kerteszia* (Consoli & Oliveira, 1994). Dentre as espécies coletadas nesse estudo, *An. argyritarsis argyritarsis*, *An. lanei* e *An. rangeli*, todas pertencem ao subgênero *Nyssorhynchus*. As espécies de anofelinos aqui coletadas não são incriminadas como vetoras de relevância no Brasil, mas sua presença demonstra a importância de estudos entomológicos em áreas periurbanas e em fragmentos urbanos de vegetação próximas a população humana. Em estudos realizados também no bioma Mata Atlântica, no estado do Espírito Santo, Silva *et al.* (2013) também encontraram *An. argyritarsis* em maior abundância no ambiente modificado. Naquele mesmo estudo algumas espécies de anofelinos também foram coletadas em menor número durante a estação seca (Silva *et al.*, 2013). Tal característica é similar aos dados aqui encontrados. Duas espécies de anofelinos coletadas na área 1 foram encontradas somente durante a estação seca e somente uma durante a estação chuvosa.

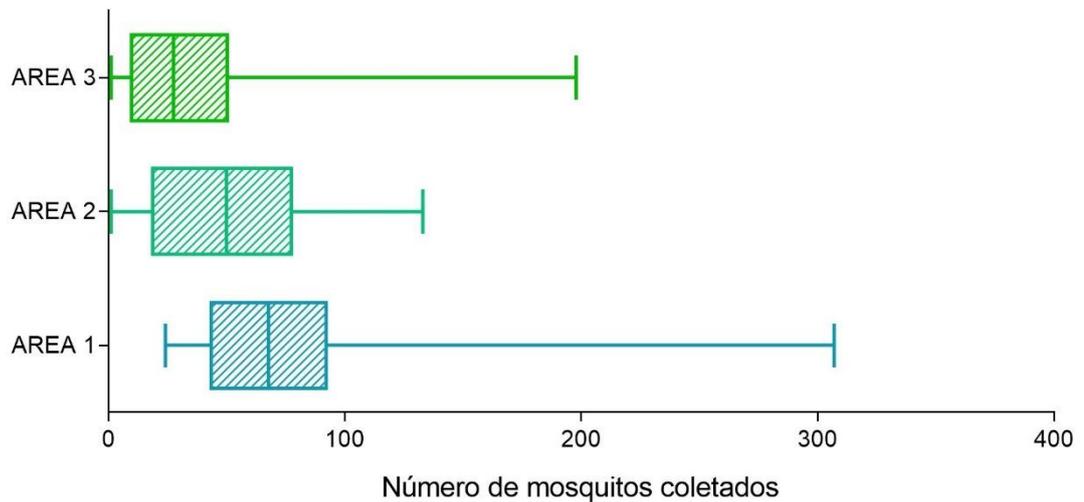


Figura 18 - Abundância de mosquitos coletados por área.

Em cada área foram coletados mosquitos em diferentes ecótonos, borda e interior da área de mata. Foram coletados 1141 mosquitos nas armadilhas situadas no interior da vegetação enquanto nos pontos situados em borda foram coletados 1571 mosquitos. O número de espécimes nos pontos situados na borda e nos pontos situados no interior foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk (utilizando $\alpha=0,05$). Os dados não apresentaram distribuição normal (Borda $w=0,67127$; $p=0,00003$; interior $w=0,81167$; $p=0,002$). Os dados entre borda e interior foram comparados utilizando teste Mann-Whitney ($U=97,5$; $p=0,04$) houve diferenças em relação ao número de espécimes capturadas.

As quantidades de mosquitos coletados em cada ecótono (Borda, interior) foram comparadas entre as estações buscando conhecer se havia diferenças entre as estações (Gráfico 8). As análises foram feitas utilizando teste de Kruskal-Wallis ($\alpha= 0,05$). Os resultados mostram que não houve interação estatisticamente significativa entre as variáveis ecótono x estação climática ($p=0,9438$) mesmo com médias e abundância de mosquitos maiores na estação chuvosa.

A área 1, em comparação às outras áreas, apresentou o maior número de mosquitos coletados tanto na região de borda quanto na região interior. Nas áreas 1 e 2 o maior número de mosquitos coletados foi pontos situados na Borda, ao contrário da área 3. Foi realizado Teste de Kruskal-Wallis ($p<0,05$) buscando comparações entre o número de mosquitos coletados em cada ecótono entre áreas e também nos ecótonos dentro de cada área. Os resultados estão resumidos na

Tabela 12. Houve diferenças estatísticas significantes somente em comparação da borda da área 1 (BORDA 1) com a borda e interior das áreas 2 e 3.

TABELA 11 - QUANTIDADE DE ESPÉCIMES COLETADOS POR QUINZENA.

| QUINZENA | ESTAÇÃO | BORDA | INTERIOR |
|---------------------------|---------|---------------|--------------|
| 1 | seca | 81 | 41 |
| 2 | seca | 18 | 2 |
| 3 | seca | 96 | 73 |
| 4 | seca | 62 | 17 |
| 5 | seca | 24 | 8 |
| 6 | seca | 40 | 42 |
| 7 | seca | 37 | 44 |
| 8 | seca | 67 | 39 |
| 9 | seca | 60 | 13 |
| 10 | chuvoso | 53 | 39 |
| 11 | chuvoso | 46 | 115 |
| 12 | chuvoso | 288 | 118 |
| 13 | chuvoso | 197 | 169 |
| 14 | chuvoso | 120 | 91 |
| 15 | chuvoso | 99 | 73 |
| 16 | chuvoso | 132 | 93 |
| 17 | chuvoso | 100 | 93 |
| 18 | chuvoso | 51 | 71 |
| TOTAL | | 1571 | 1141 |
| MÉDIA TOTAL | | 87,27 | 63,38 |
| MÉDIA EST. SECA | | 53,88 | 31 |
| MÉDIA EST. CHUVOSA | | 120,66 | 95,77 |

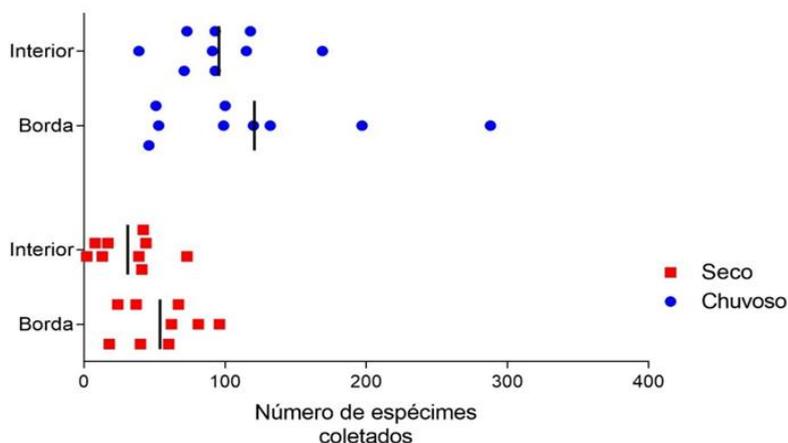


Figura 19 - Quantidade de espécimes coletados por ecótono em cada estação climática.

Tabela 12 - Resultado do teste Kruskal-Wallis para comparação da quantidade de mosquitos coletados entre ecótono e áreas. * = Ecótono seguido do nº da área.

| COMPARAÇÃO* | P Valor |
|---------------------------|---------|
| BORDA 1 vs. INTERIOR 1 | >0,99 |
| BORDA 1 vs. BORDA 2 | 0,003 |
| BORDA 1 vs. INTERIOR 2 | 0,002 |
| BORDA 1 vs. BORDA 3 | 0,007 |
| BORDA 1 vs. INTERIOR 3 | 0,005 |
| INTERIOR 1 vs. BORDA 2 | 0,456 |
| INTERIOR 1 vs. INTERIOR 2 | 0,333 |
| INTERIOR 1 vs. BORDA 3 | 0,816 |
| INTERIOR 1 vs. INTERIOR 3 | 0,648 |
| BORDA 2 vs. INTERIOR 2 | >0,99 |
| BORDA 2 vs. BORDA 3 | >0,99 |
| BORDA 2 vs. INTERIOR 3 | >0,99 |
| INTERIOR 2 vs. BORDA 3 | >0,99 |
| INTERIOR 2 vs. INTERIOR 3 | >0,99 |
| BORDA 3 vs. INTERIOR 3 | >0,99 |

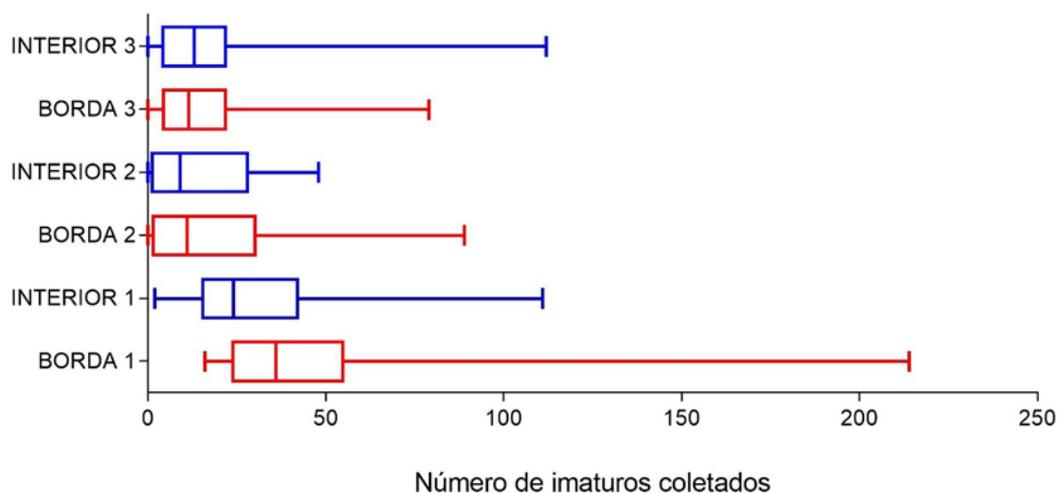


Figura 20 - Distribuição da abundância de espécimes coletados por ecótono em cada área.

Ao analisar a abundância das espécies em relação aos diferentes ambientes *Ae. albopictus* e *Ae. aegypti*. apresentaram maior abundância nos pontos situados na borda da vegetação, exceto *Hg. Leucocelaenus* que foi encontrado em quantidade pouco maior nos pontos situados no interior do fragmento. Os dados podem ser observados na Figura 20. Ao testar as diferenças entre o número de indivíduos coletados nos pontos de borda e do interior pelo teste de Mann-Whitney ($p=0,05$) nenhum resultado foi estatisticamente significativo, sendo assim não houve diferença entre os mosquitos coletados na borda e no interior das áreas de coleta (*Ae. albopictus* $p = 0,07$; *Ae. aegypti* $p = 0,80$ e *Hg. Leucocelaenus* $p = 0,95$).

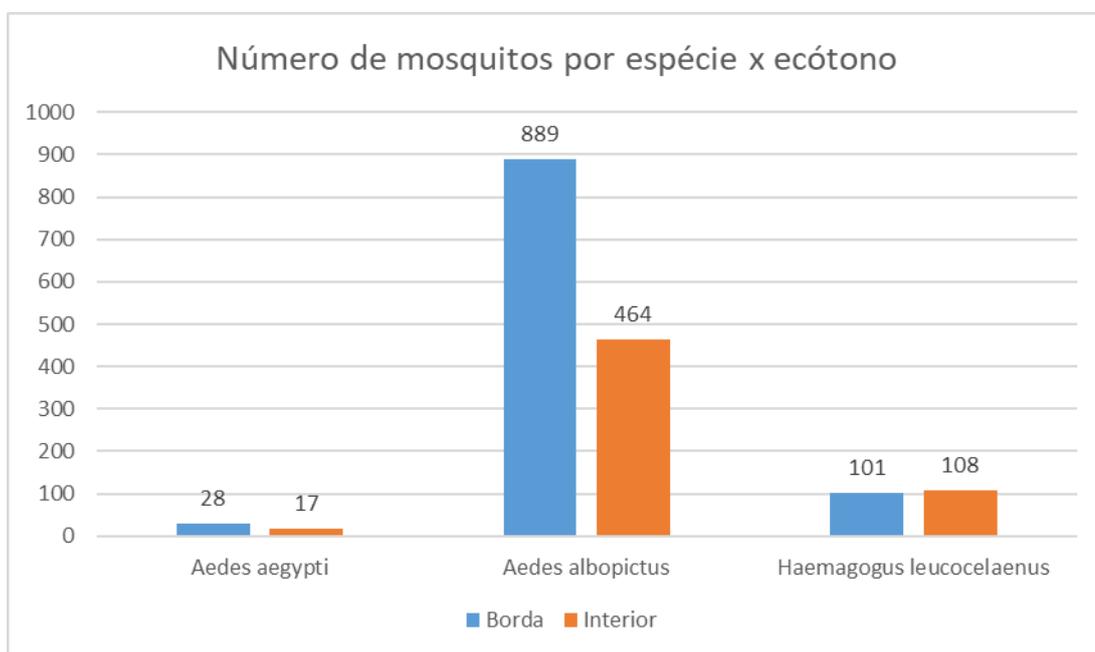


Figura 21 - Distribuição de mosquitos das espécies analisadas em diferentes ambientes de coleta.

Em relação ao estrato de coleta (solo ou alto) foi constatado um maior número de mosquitos no solo, sendo coletados 1112 mosquitos no solo e 424 mosquitos no alto. Essa diferença quantitativa também pode ser observada pela média também maior no solo tanto para as armadilhas na borda (41,61) quanto no interior (37,72) em relação às armadilhas instaladas no alto com as respectivas médias de 25,11 e 9,77. Para análises dos estratos foram utilizados dados somente das armadilhas ovitrampas e bambutraps pois as demais armadilhas foram alocadas sem diferenciação de estratos.

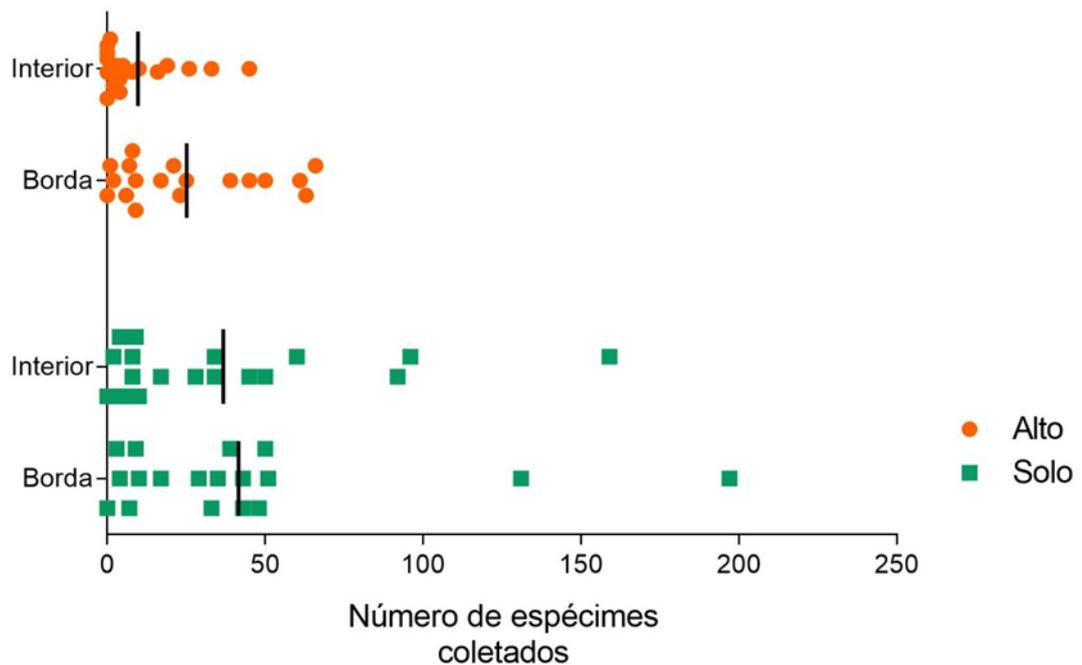


Figura 22 - Distribuição de espécime coletados por ecótono e por estrato

Foram realizadas comparações entre os estratos de coleta e ecótonos com o objetivo de verificar se havia diferença estatística entre as armadilhas situadas em diferentes posições. Houve diferença apenas entre as armadilhas posicionadas no interior e no alto em relação às armadilhas posicionadas no interior e no solo ($p=0,0357$) e também apenas entre as armadilhas posicionadas no interior e no alto em relação às armadilhas posicionadas no solo e na borda ($p=0,01$). Os resultados das comparações podem ser observados na tabela 11.

Todas as espécies coletadas apresentaram maior abundância a nível de solo. A espécie mais abundante nesse estrato foi *Ae. albopictus* seguido de *Culex (Microculex) spp.* e *Hg. leucocelaenus*.

Foram coletados 526 e 786 espécimes de *Ae. albopictus* respectivamente no alto e no solo. Foi realizado teste de Mann-Whitney que mostrou não haver diferença estatística significativa entre os estratos (Mann-Whitn $U = 144$; $p = 0,77$). Esses resultados diferem de dados já trazidos na literatura que apontam a atividade de oviposição de *Ae. albopictus* preferencialmente próximas ao solo (Forattini, 2002).

Tabela 13 - Comparações realizadas entre estratos e ecótonos. A = alto; S = solo.

| COMPARAÇÃO | P VALOR | SIGNIFICANTE? |
|-------------------------------|---------|---------------|
| Borda (A) vs. Interior (A) | 0,1182 | NÃO |
| Borda (A) vs. Borda (S) | >0,9999 | NÃO |
| Borda (A) vs. Interior (S) | >0,9999 | NÃO |
| Interior (A) vs. Borda (S) | 0,01 | SIM |
| Interior (A) vs. Interior (S) | 0,0357 | SIM |
| Borda (S) vs. Interior (S) | >0,9999 | NÃO |

Foram coletados 8 e 35 espécimes de *Ae. aegypti* respectivamente no alto e no solo. Foi realizado teste de Mann-Whitney que mostrou haver diferença estatística significativa entre os estratos para essa espécie (Mann-Whitn $U = 13,5$; $p = 0,04$).

Hg. leucocelaenus foi coletado em maior número nas armadilhas alocadas no solo. Foi realizado teste de Mann-Whitney que mostrou não haver diferença estatística significativa entre os estratos (Mann-Whitn $U = 18$; $p = 0,15$). Pinto *et al.* (2009) realizando estudos na Floresta Nacional de Caxiuanã, PA, também encontraram *Hg. leucocelaenus* em maior abundância próximo ao solo, além de grande abundância também a 16m de altura mostrando a ampla distribuição vertical desse táxon (Pinto *et al.*, 2009). Porém esse padrão pode variar. Em levantamentos que buscaram encontrar um padrão de oviposição de Culicidae, realizados em Cachoeiras de Macacu, RJ, *Hg. leucocelaenus* foi encontrado em todos os estratos verticais, porém em maior abundância em ovitrampas alocadas a 5m de altura (Alencar *et al.*, 2016).

4.5 Ações educativas

Como forma de gerar um retorno para a comunidade onde foi realizada a pesquisa foi criado um minicurso de capacitação dos agentes de combate às endemias do município de Barra Mansa. Os agentes escolhidos para participação do

curso foram aqueles vinculados à Coordenadoria de Vigilância em Saúde Ambiental da Prefeitura Municipal de Barra Mansa que trabalham com a identificação dos espécimes coletados no município. Dentre os profissionais que participaram haviam biólogos, médicos veterinários e agentes de combate a vetores.

Essa capacitação foi realizada no mês de junho de 2018 e teve carga horária de 20 horas. O objetivo principal do curso foi conscientizar sobre a biologia e distribuição das principais espécies de Culicídeos que agem como vetores de arbovírus no Brasil. Os assuntos abordados durante a capacitação foram:

- Conceitos básicos em entomologia;
- Família Culicidae: Morfologia e Taxonomia;
- Gêneros de importância médica: Taxonomia e Biologia;
- Principais doenças transmitidas por mosquitos: Panorama sobre etiologia e epidemiologia;
- Técnicas utilizadas em campo para coleta de mosquitos;
- Índices entomológicos;
- Introdução a técnicas de controle de vetores;

Durante toda a realização da capacitação houve intensa troca de experiência com os participantes onde cada um expôs sua vivência. Ao final do curso foi solicitado que cada falasse, de forma breve, qual tópico houve maior contribuição para o conhecimento pessoal. Os tópicos que mais contribuíram, segundo respostas dos participantes foram relacionados a taxonomia e biologia dos principais gêneros de importância médica, técnicas utilizadas em campo e a abordagem sobre as principais arboviroses.

Grande parte do serviço de coleta realizado no município baseia-se na busca ativa de criadouros, onde são coletadas as formas imaturas e levadas ao laboratório para análises. Em laboratório os agentes realizavam somente a identificação das espécies *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* sendo as demais, em grande parte, identificadas somente ao táxon genérico. Sendo assim a abordagem de técnicas de identificação com chaves dicotômicas foram de grande utilidade para agregação de conhecimentos à equipe.



Figura 23 - Minicurso de capacitação realizado em barra mansa.



Figura 24 - Profissionais da Prefeitura Municipal de Barra Mansa que acompanharam o curso.

5 CONCLUSÕES

- Nota-se em relação à região uma rica fauna de culicídeos, incluindo espécies apontadas como vetores de arbovírus e outros patógenos, mesmo em ambientes fragmentados e próximos às zonas urbanas.
- Em relação aos tipos de armadilhas pode-se observar que apesar das armadilhas para coletas de imaturos apresentarem um maior número de indivíduos coletados, as armadilhas para coleta de adultos apresentaram maior número de espécies.
- Os ovos coletados durante a pesquisa apresentaram maior eclosão na primeira imersão e nenhuma eclosão na última imersão, sendo a espécie *Ae. albopictus* a espécie encontrada em maior quantidade nas ovitrampas.
- Ao analisar a distribuição sazonal pode-se observar que durante a estação seca foi coletado o maior número de mosquitos. Porém ao analisar o número de espécies coletadas em cada estação (seca e chuvosa) ambas apresentaram a mesma riqueza (n=33 espécies). Houve também um aumento na abundância de espécies de importância médica durante a estação chuvosa.
- Quanto aos fatores abióticos não houve correlação entre a flutuação desses e o número de culicídeos coletados, exceto a variável precipitação que apresentou correlação positiva com a espécie *Hg. leucocelaenus* ($r=0,73$; $p=0,0005$) e com os números de ovos coletados ($r=0,66$; $p=0,002$).
- A menor área (área 1) apresentou o maior número total de mosquitos coletados, porém o menor número de espécies. A área de tamanho intermediário (área 2), dentre as três analisadas apresentou o maior número de espécies coletadas.
- A área mais próxima ao ambiente urbano (área 1) apresentou o maior número de mosquitos pertencentes a espécies de importância médica.
- Ao comparar o número de mosquitos coletados nos pontos de borda e de interior houve diferença estatística somente na comparação entre a borda da área 1 e os ecótonos de borda e interior das áreas 3 ($p= 0,007$ e $p=0,005$, respectivamente) e 2 ($p= 0,003$ e $p=0,002$, respectivamente). Não houve

diferença entre a quantidade de mosquitos coletados, para as espécies relevadas no texto (*Ae. aegypti*, *Ae. albopictus* e *Hg. leucocelaenus*), nos ambientes de borda e interior nas análises.

- Não houve diferença entre os resultados das coletas de armadilhas alocadas no solo e no alto ($p=0,77$), exceto para *Ae. aegypti* que mostrou um padrão de oviposição preferencial nas armadilhas alocadas em solo ($p=0,04$).

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abreu FVSD, Ribeiro IP, Ferreira-de-Brito A, Santos AACD, Miranda RMD, Bonelly IDS et al. *Haemagogus leucocelaenus* and *Haemagogus janthinomys* are the primary vectors in the major yellow fever outbreak in Brazil, 2016–2018. *Emerging Microbes & Infections*, 2019.

Alencar, J, Gleiser RM, Morone F, Mello CFD, Silva JDS, Serra-Freire NM et al. 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*, 2014.109(1), 114-117.

Alencar J, de Mello CF, Guimarães AÉ, Gil-Santana HR, dos Santos Silva J, Santos-Mallet JR, et al.. Culicidae community composition and temporal dynamics in Guapiçu Ecological Reserve, Cachoeiras de Macacu, Rio de Janeiro, Brazil. *PloS one*. 2015 Mar 27;10(3):e0122268.

Alencar, Jeronimo, et al. "Biodiversity and Temporal Distribution of Immature Culicidae in the Atlantic Forest, Rio de Janeiro State, Brazil." *PLOS one* 2016. 11.7: e0159240.

Alencar J, de Mello CF, Gil-Santana, HR, Guimarães AÉ, de Almeida SAS, 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*, 2016(b). 41(1), 18-26.

Aparicio, Cristina. Utilização de geoprocessamento e sensoriamento remoto orbital para análise espacial de paisagem com incidência de Leishmaniose Tegumentar Americana [dissertation]. São Paulo: University of São Paulo, Instituto de Biociências; 2001 [cited 2019-07-22]. doi:10.11606/D.41.2002.tde-16062002-111445.

Aragão NC, Müller, GA, Balbino VQ, Junior C, Lima CR, Figueirêdo Júnior CS et al.. A list of mosquito species of the Brazilian State of Pernambuco, including the

first report of *Haemagogus janthinomys* (Diptera: Culicidae), yellow fever vector and 14 other species (Diptera: Culicidae). *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 2010, 43(4), 458-459.

Ayllón T., Câmara DCP, Morone FC, da Silva Gonçalves L, de Barros FSM., Brasil P, et al.. Dispersion and oviposition of *Aedes albopictus* in a Brazilian slum: Initial evidence of Asian tiger mosquito domiciliation in urban environments. *PloS one*, 2018.13(4), e0195014.

Balestra RA, Pereira RKDO, Ribeiro MJDS, Sílvia JDS, Alencar J. Ocorrência de *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse) em área urbana do Estado do Tocantins. 2008.

Barcellos C, Monteiro AMV, Corvalán C, Gurgel HC, Carvalho MS, Artaxo P et al. Mudanças climáticas e ambientais e as doenças infecciosas: cenários e incertezas para o Brasil. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, 2009. 18(3), 285-304.

Benchimol JL. Mosquitos, doenças e ambientes em perspectiva histórica. Anais do XXVI simpósio nacional da ANPUH-Associação Nacional de História. São Paulo: ANPUH-SP. [Acessado em 15 out 2018] Disponível em http://www.snh2011.anpuh.org/resources/anais/14/1311956562_ARQUIVO_JaimeBenchimolfinal.pdf. [Links]; 2011.

Beserra EB, Fernandes CR, Ribeiro PS. Relação entre densidade larval e ciclo de vida, tamanho e fecundidade de *Aedes (Stegomyia) aegypti* (L.)(Diptera: Culicidae) em laboratório. *Neotropical Entomology*, 2009. 38(6), 847-852;

Braga IA, Valle D. *Aedes aegypti*: histórico do controle no Brasil. *Epidemiologia e serviços de saúde*, 2007. 16(2), 113-118.

Breviglieri E, Lorenz C. Biodiversity of culicidae in a fragment of Atlantic forest, Sao Paulo State, Brazil; 2017.

Brown JH, Lomolino MV. Biogeografia. 2ª ed. Ver. E ampl. Ribeirão Preto, SP: FUNPEC Editora, 2006.

Ceretti-Junior W, Christe, RO, Rizzo M, Strobel RC, de Matos Junior MO, de Mello MSH, et al. Species composition and ecological aspects of immature mosquitoes (Diptera: Culicidae) in bromeliads in urban parks in the city of Sao Paulo, Brazil. *Journal of arthropod-borne diseases*, 2016. 10(1), 102.

Chaves LSM. Eficácia de três tipos de armadilhas para captura de culicídeos em área de Mata Atlântica no sudeste do Brasil (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo); 2012.

Coetzee, M. Culicidae (mosquitoes). [Acesso em 15 out 2018]. Disponível em <http://mosquito-taxonomic-inventory.info/biblio>. 2017.

Consoli, RA, & de Oliveira, RL. Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil. SciELO-Editora FIOCRUZ, 1994.

Dantas MS, Almeida NV, dos Santos Medeiros I, da Silva MD. Diagnóstico da vegetação remanescente de Mata Atlântica e ecossistemas associados em espaços urbanos. *Journal of Environmental Analysis and Progress*, 2017. 2(1), 87-97.

Dick GWA., Kitchen SF, Haddow AJ. Zika virus (I). Isolations and serological specificity. *Transactions of the royal society of tropical medicine and hygiene*, 1952. 46(5), 509-520.

Docile TN, Figueiró R, Honório NA., Baptista DF, Pereira G, Dos Santos JAA, et al. Frequency of *Aedes* sp. Linnaeus (Diptera: Culicidae) and Associated Entomofauna in Bromeliads from a Forest Patch within a densely Urbanized Area. *Neotropical entomology*, 2017. 46(6), 613-621.

Douam F, Ploss A. Yellow fever virus: Knowledge gaps impeding the fight against an old foe. *Trends in microbiology*; 2018.

Ferreira KV, Rocha KC, Caputto LZ, Fonseca ALA., Fonseca FLA. Histórico da febre amarela no Brasil e a importância da vacinação anti-amarela. *Arquivos Brasileiros de Ciências da Saúde*, 2011. 36(1).

Figueiredo PO, Silva ATS, Oliveira JS, Marinho PE, Rocha FT., Domingos, GP, et al. Detection and Molecular Characterization of Yellow Fever Virus, 2017, Brazil. *EcoHealth*, 2018. 1-7;

Forattini OP, Gomes, ADC, Galati, EAB., Rabello EX, Iversson LB. Estudos ecológicos sobre mosquitos Culicidae no sistema da Serra do Mar, Brasil: 1- Observações no ambiente extradomiciliar. *Revista de Saúde Pública*, 1978. 12, 297-325.

Forattini OP. *Culicidologia médica: Princípios Gerais, Morfologia, Glossário Taxonômico*. Vol. 1. Edusp, 1996.

Forattini, OP. *Culicidologia médica: identificação, biologia e epidemiologia: v. 2*. Edusp, 2002.

Focaccia R, Veronesi R. Veronesi: tratado de infectologia. In Veronesi: tratado de infectologia, 5ªed. Vol. 12015. (pp. 377-378).

Fundação SOS Mata Atlântica [Homepage na internet]. Mata Atlântica [Acesso em 02 out 2018]. Disponível em: <https://www.sosma.org.br/nossas-causas/mata-atlantica/>

Gomes ADC, Forattini OP, Natal D. Composição e atividade de mosquitos Culicidae. Emprego de armadilha CDC no Vale do Ribeira, Estado de São Paulo, Brasil. *Revista de saúde pública*, 1987. 21, 363-370.

Gomes ADC. Vigilância entomológica. Informe epidemiológico do SUS, 2002. 11(2), 79-90.

Gould E, Pettersson J, Higgs S, Charrel R, Lamballerie X. Emerging arboviruses: why today? *One Health*, 2017. 4, 1-13.

Gratz NG. Critical review of the vector status of *Aedes albopictus*. *Medical and veterinary entomology*, 2004. 18(3), 215.

Gubler DJ. Resurgent vector-borne diseases as a global health problem. *Emerging infectious diseases*, 1998. 4(3), 442;

Gubler DJ. The global emergence/resurgence of arboviral diseases as public health problems. *Archives of medical research*, 2002. 33(4), 330-342.

Guimarães AÉ, Gentile C, Lopes CM, Sant'Anna A, Jovita AM. Ecologia de mosquitos (Diptera: Culicidae) em áreas do Parque Nacional da Serra da Bocaina, Brasil. I-Distribuição por habitat. *Revista de Saúde Pública*, 2000. 34, 243-250.

Guimarães AÉ, Victório VM. Mosquitos no Parque Nacional da Serra dos Órgãos, Estado do Rio de Janeiro, Brasil. III-Preferência horária para hematofagia. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz*, 1986. 81(1), 93-103.

Harbach, RE. Mosquito Taxonomic Inventory [Homepage na internet]. Acessado em 21 abr 2019. Disponível em <http://mosquito-taxonomic-inventory.info/>. 2013.

Lamarre, GPA; molto, Q; fine, PVA; baraloto, CA comparison of two common flight interception traps to survey tropical arthropods. *Zookeys*. 2012. 216: 43 – 55.

Leite ACDCF. Biodiversidade e ecologia de mosquitos (Diptera: Culicidae), vetores potenciais de doenças humanas, em áreas da Usina Hidrelétrica de São Salvador, Estado do Tocantins, Brasil (dissertation); 2014.

Lourenço-de-Oliveira R, Failloux AB. High risk for chikungunya virus to initiate an enzootic sylvatic cycle in the tropical Americas. *PloS neglected tropical diseases*, 2017. 11(6), e0005698.

Lyimo IN, Ferguson HM. Ecological and evolutionary determinants of host species choice in mosquito vectors. *Trends in parasitology*, 2009. 25(4), 189-196.

Medeiros-souza AR, Ceretti-Junior W, Urbinatti PR, Natal D, de Carvalho GC, de Paula MB, et. Al. Biodiversidade de Mosquitos (Diptera: Culicidae) nos parques de São Paulo I. *Biota Neotrop.*, 2013, vol. 13, nº1.

Medlock JM, Leach SA. Effect of climate change on vector-borne disease risk in the UK. *The Lancet Infectious Diseases*, 2015. 15(6), 721-730.

Meentemeyer RK, Haas SE, Václavík T. Landscape epidemiology of emerging infectious diseases in natural and human-altered ecosystems. *Annual review of Phytopathology*, 2012, 50, 379-402.

Mereta ST, Yewhalaw D, Boets, P, Ahmed A, Duchateau L, Speybroeck N, et al.. Physico-chemical and biological characterization of anopheline mosquito larval habitats (Diptera: Culicidae): implications for malaria control. *Parasites & vectors*, 2013, 6(1), 320.

Mir D, Delatorre E, Bonaldo M, Lourenço-de-Oliveira R, Vicente AC, Bello G. Phylodynamics of yellow fever virus in the Americas: new insights into the origin of the 2017 Brazilian outbreak. *Scientific reports*, 2017, 7(1), 7385.

Ministério da Saúde (MS). Coordenação-Geral de Desenvolvimento. em Serviços, Secretaria de Vigilância em Saúde. Guia de vigilância em saúde. Brasília, 1ª Ed., Vol. 2. 2017a.

Ministério da saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Boletim epidemiológico volume 48, Febre Amarela. nº 28, 2017b.

Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção a Saúde. Febre amarela: guia para profissionais de saúde / Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção a Saúde. – 1. ed., atual. 67 p.: il. – Brasília: Ministério da Saúde, 2018a.

Ministério da saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Boletim epidemiológico 47, volume 49, Situação epidemiológica da infecção pelo vírus Zika no Brasil, de 2015 a 2017. 2018b.

Ministério da saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Boletim epidemiológico 48, volume 49, Monitoramento dos casos de dengue, febre de Chikungunya e doença aguda pelo vírus Zika até a Semana Epidemiológica 43 de 2018. 2018c.

Moura PM, Docile TN, Arnóbio A, Figueiró R. O Desmatamento e o Crescimento urbano desordenado no estado do Rio de Janeiro: impactos na dinâmica do Dengue. Cadernos UniFOA, 2014. 9(24), 77-85.

Musso D, Gubler DJ. Zika virus. Clinical microbiology reviews, 2016. 29(3), 487-524.

Mustafa MS, Rasotgi V, Jain S, Gupta V. Discovery of fifth serotype of dengue virus (DENV-5): A new public health dilemma in dengue control. Medical Journal Armed Forces India, 2015. 71(1), 67-70.

OMS, Organização Mundial de Saúde [homepage na internet]. Fact sheets – Chikungunya [Acesso em 14 de novembro de 18]. Disponível em: <http://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/chikungunya>

Paula MBD, Fernandes A, Medeiros-Sousa AR, Ceretti-Júnior W, Christe R, Stroebel RC, et al. Mosquito (Diptera: culicidae) fauna in parks in greater São Paulo, Brazil. Biota Neotropica, 2015, 15(3).

Pancetti FGM, Honório NA, Urbinatti PR, Lima-Camara TN. Twenty-eight years of *Aedes albopictus* in Brazil: a rationale to maintain active entomological and epidemiological surveillance. Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical, 2015. 48(1), 87-89.

Périco E, Cemin G, Lima DD, Rempel C. Efeitos da fragmentação de habitats sobre comunidades animais: utilização de sistemas de informação geográfica e de métricas de paisagem para seleção de áreas adequadas a testes. In XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento remoto, Vol. 12, 2005. pp. 2339-2346.

Peterson AT. "Ecologic niche modeling and spatial patterns of disease transmission." *Emerging infectious diseases*, 2006. 12.12: 1822.

Pinto CS, Confalonieri UE, Mascarenhas BM. Ecology of *Haemagogus* sp. and *Sabethes* sp. (Diptera: Culicidae) in relation to the microclimates of the Caxiuanã National Forest, Pará, Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 2009. 104(4), 592-598,

Piovezan R, Acorinthe JPO, Souza JHTD, Visockas A, Azevedo TSD, Zuben CJV. Spatial distribution of Culicidae (Diptera) larvae, and its implications for Public Health, in five areas of the Atlantic Forest biome, State of São Paulo, Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia*, 2017. 61(2), 123-135.

Possas C, Brasil P, Marzochi MC, Tanuri A, Martins RM., Marques ET, et al. Zika puzzle in Brazil: peculiar conditions of viral introduction and dissemination-A Review. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 2017. 112(5), 319-327.

Ramos da Silva S, Gao SJ. Zika virus: an update on epidemiology, pathology, molecular biology, and animal model. *Journal of medical virology*, 88(8), 1291-1296, 2016.

Ramos-Castaneda J, dos Santos FB, Martinez-Vega R, de Araujo JMG, Joint G, Sarti E. Dengue in Latin America: systematic review of molecular epidemiological trends. *PLoS neglected tropical diseases*, 2017. 11(1), e0005224.

Reed W, Carroll J, Agramonte A, Lazear JW. The etiology of yellow fever—a preliminary note. *Public health papers and reports*, 26, 37, 1900.

Reisen WK. Landscape epidemiology of vector-borne diseases. *Annual review of entomology*, 2010. 55, 461-483.

Rezende Dias G, Fujii TTS, Fogel BF, Lourenço-de-Oliveira R, Silva-do-Nascimento, TF, Pitaluga AN, et al. Cryptic diversity in an Atlantic Forest malaria vector from the mountains of South-East Brazil. *Parasites & vectors*, 2018. 11(1), 36.

Ribeiro MC, Metzger JP, Martensen AC, Ponzoni FJ, Hirota MM. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. *Biological conservation*, 2009, 142(6), 1141-1153.

Rio de Janeiro, Secretaria de estado de Saúde. Informe epidemiológico – Febre Amarela. Atualização de 24 de agosto de 2018. Disponível em: <http://www.febreamarelarj.com.br/comum/code/MostrarArquivo.php?C=Njl%2C>. Acessado em 17 de nov. de 2018.

RUPPERT EE, FOX RS. BARNES RD. Zoologia dos invertebrados. São Paulo: Editora Rocca, 2005

Sant'Ana DC. Comparação de três armadilhas automáticas para coleta de mosquitos (Diptera: Culicidae) em áreas rurais no bioma de Mata Atlântica, sudeste do Estado de São Paulo, Brasil [dissertation]. São Paulo: University of São Paulo, Faculdade de Saúde Pública; [cited 2018-10-02]. doi:10.11606/D.6.2013.tde-04102013-152333, 2013.

Schwartz O, Albert ML. Biology and pathogenesis of chikungunya virus. *Nature Reviews Microbiology*, 2010. 8(7), 491.

Secretaria de Estado saúde. Subsecretaria de Vigilância em saúde. Governo do estado do Rio de Janeiro [Homepage na internet]. Informe Epidemiológico Febre Amarela. Acessado em 25 mai 2018. Disponível em: <http://www.febreamarelarj.com.br/comum/code/MostrarArquivo.php?C=NTY%2C>.

Silva HHGD, Silva IGD. Influência do período de quiescência dos ovos sobre o ciclo de vida de *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762)(Diptera, Culicidae) em condições de laboratório. *Rev. Soc. Bras Med. Trop.*, 1999. 349-55.

Silva JMC, Casteleti CHM. Status of the biodiversity of the Atlantic Forest of Brazil. *The Atlantic Forest of South America: Biodiversity Status, Threats, and Outlook*. CABS and Island Press, Washington, 2003. 43-59.

Silva AD, 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, Série Zoologia*, 94, 2004. 63-66.

Silva JDS, Pacheco JB, Alencar J, Guimarães AÉ. Biodiversity and influence of climatic factors on mosquitoes (Diptera: Culicidae) around the Peixe Angical hydroelectric scheme in the state of Tocantins, Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 2010. 105(2), 155-162.

Silva KS, Pinto IDS, Leite GR, das Virgens TM, dos Santos CB, Falqueto A. Ecology of anopheline mosquitoes (Diptera: Culicidae) in the central Atlantic Forest biodiversity corridor, southeastern Brazil. *Journal of medical entomology*, 2013. 50(1), 24-30.

Silva SOF, Ferreira de Mello C, Figueiró R, de Aguiar Maia D, Alencar J. Distribution of the mosquito communities (Diptera: Culicidae) in oviposition traps introduced into the Atlantic Forest in the State of Rio de Janeiro, Brazil. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases*, 2018. 18(4), 214-221

Silva CJD, Pereira SV, Apolinário EJ, Santos GLD, Melo-Santos MAV, Silva AFD, et al. Culicidae fauna (Diptera: Culicidae) survey in urban, ecotonal and forested areas, from the Moreno municipality-Pernambuco State, Brazil. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 2018b. 51(4), 523-527.

Stanaway JD, Shepard DS, Undurraga EA, Halasa YA, Coffeng LE, Brady OJ, et al. The global burden of dengue: an analysis from the Global Burden of Disease Study 2013. *The Lancet infectious diseases*, 2016. 16(6), 712-723.

Tabarelli M, Pinto LP, Silva JMC, Hirota MM, Bedê LC. Desafios e oportunidades para a conservação da biodiversidade na Mata Atlântica brasileira. *Megadiversidade*, 1(1), 2005. 132-138.

Thiberville SD, Moyen N, Dupuis-Maguiraga L, Nougairede A, Gould EA, Roques P, Lamballerie X. Chikungunya fever: epidemiology, clinical syndrome, pathogenesis and therapy. *Antiviral research*, 2003. 99(3), 345-370.

Valle D, Pimenta DN, da Cunha RV. Dengue: teorias e práticas. SciELO-Editora FIOCRUZ, 2015.

Vasconcelos PFC. Febre amarela. Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical, 2003. 36(2), 275-293.

Vasconcelos PF, Sperb AF, Monteiro HA, Torres MA, Sousa MR, Vasconcelos HB, et al. Isolations of yellow fever virus from *Haemagogus leucocelaenus* in Rio Grande do Sul State, Brazil. Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene, 2003. 97(1), 60-62.

Vega-Rúa A, Zouache K, Girod R, Failloux AB, Lourenço-de-Oliveira R. High vector competence of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* from ten American countries as a crucial factor of the spread of Chikungunya. Journal of virology, 2014. JVI-00370.

Weaver SC, Costa F, Garcia-Blanco MA, Ko AI, Ribeiro GS, Saade G, et al. Zika virus: History, emergence, biology, and prospects for control. Antiviral research, 2016. 130, 69-80.

Young SG, Tullis JA, Cothren J. A remote sensing and GIS-assisted landscape epidemiology approach to West Nile virus. Applied Geography, 2013. 45, 241-249.

Zanluca C, dos Santos CND. Zika virus—an overview. Microbes and infection, 2016. 18(5), 295-301.

ZAÚ, AS. Fragmentação da Mata Atlântica: aspectos teóricos. Floresta e ambiente, 1998. 5(1), 160-170.