

FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ - FIOCRUZ

INSTITUTO LEÔNIDAS E MARIA DEANE - ILMD

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CONDIÇÕES DE VIDA E SITUAÇÕES  
DE SAÚDE NA AMAZÔNIA

JESSICA FEIJÓ ALMEIDA

EVIDÊNCIAS DE SINANTROPIZAÇÃO DE MOSQUITOS (DIPTERA:  
CULICIDAE) EM UM ASSENTAMENTO RURAL NA AMAZÔNIA BRASILEIRA

MANAUS – AM

2018

FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ - FIOCRUZ

INSTITUTO LEÔNIDAS E MARIA DEANE - ILMD

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CONDIÇÕES DE VIDA E SITUAÇÕES  
DE SAÚDE NA AMAZÔNIA

JESSICA FEIJÓ ALMEIDA

EVIDÊNCIAS DE SINANTROPIZAÇÃO DE MOSQUITOS (DIPTERA:  
CULICIDAE) EM UM ASSENTAMENTO RURAL NA AMAZÔNIA BRASILEIRA

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Condições de Vida e Situações de Saúde na Amazônia, como requisito obrigatório para a obtenção do título de Mestre em Saúde Pública, área de concentração: Determinantes Socioculturais, Ambientais e Biológicos do Processo Saúde-Doença-Cuidado na Amazônia.

ORIENTADOR: Dr. Felipe Arley Costa Pessoa

MANAUS – AM

2018

**FICHA CATALOGRÁFICA**

A447a

Almeida, Jessica Feijó.

Evidências de Sinatropização de mosquitos(DIPTERA: Culicidae) em um assentamento rural na Amazônia brasileira. / Jessica Feijó Almeida. – Manaus: Instituto Leônidas e Maria Deane, 2018.

123 f.

Dissertação (Mestrado em Condições de Vida e Situações de Saúde na Amazônia) – Instituto Leônidas e Maria Deane, 2018.

Orientador: Profº. Dr. Felipe Arley Costa Pessoa.

1. Processos antrópicos 2. Mosquitos 3. Sinatropização I. Título

CDU 595.77(811) (043.3)

CDD 595.77109811

22. ed.

JESSICA FEIJÓ ALMEIDA

EVIDÊNCIAS DE SINANTROPIZAÇÃO DE MOSQUITOS (DIPTERA:  
CULICIDAE) EM UM ASSENTAMENTO RURAL NA AMAZÔNIA BRASILEIRA

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Condições de Vida e Situações de Saúde na Amazônia, como requisito obrigatório para a obtenção do título de Mestre em Saúde Pública, área de concentração: Determinantes Socioculturais, Ambientais e Biológicos do Processo Saúde-Doença-Cuidado na Amazônia.

Aprovada em: 24/08/2018

BANCA EXAMINADORA

Dr. Felipe Arley Costa Pessoa - Orientador

Instituto Leônidas e Maria Deane – ILMD/FIOCRUZ

Dr. Sergio Luiz Bessa Luz – Membro

Instituto Leônidas e Maria Deane – ILMD/FIOCRUZ

Dr. Vanderson de Souza Sampaio - Membro

Fundação de Vigilância em Saúde do Amazonas - FVS

*Dedico este trabalho a Deus, minha fortaleza e refúgio nos momentos de aflição. Para minha comunidade do Caminho Neocatecumenal, por ser uma das melhores coisas que já aconteceram na minha vida. Aos meus pais, exemplos de pessoas e ao qual tenho orgulho de ser filha.*

## AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Leônidas e Maria Deane, ao Programa de Pós-Graduação em Condições de Vida e Situações de Saúde na Amazônia, pela oportunidade de cursar o Mestrado, e a Fiocruz – VPEIC pela concessão da bolsa de estudo.

Ao PROEP, ILMED, FIOCRUZ e FAPEAM, financiadores do projeto “Arboviroses emergentes na Amazônia: fatores de risco de incidência de *Alphavirus*, com ênfase em *Mayaro*, na fronteira agrícola na Amazônia Central”, projeto guarda-chuva ao qual está inserido este estudo.

Ao Dr. Felipe Pessoa, pela orientação, apoio, ensinamentos, conselhos e amizade ao decorrer de todos esses seis anos no instituto, obrigada por mais uma vez aceitar ser meu orientador nesse “desafio”, também conhecido como mestrado.

À Dr. Claudia Ríos Velásquez, pela oportunidade de trabalho na colônia de mosquitos, agradeço pelo acompanhamento e correções do trabalho ao longo do período do mestrado.

Ao Dr. Bernardo Horta, MSc Fernanda Fonseca, MSc Antônio Balieiro, Dr. Felipe Pessoa e Dr. Claudia Ríos Velásquez, pelo auxílio na delimitação da área de estudo, desenvolvimento do desenho amostral e ajuda nas análises estatísticas.

À Gervilane Ribeiro, pela ajuda nas coletas de campo e principalmente, pela paciência e ensinamentos no momento da identificação taxonômica dos mosquitos.

Aos amigos que auxiliaram em campo e nas confecções das larvitrapa, Mota, Sebastião, Evandro, Lúcio, Eric, Antônio, Francinaldo, Jordam, Mário, Alexandre, Patrícia, Hermon, Heliana e Andreza.

À Heliana, pela ajuda no cuidado das larvas em laboratório, assim como também, na identificação e tabulação dos dados.

À minha tia, Isabel por acreditar em mim, aquele pequeno valor pago no vestibular abriu as portas para concretizar e ampliar meus sonhos e objetivos.

Às minhas queridas amigas de faculdade Máyra, Adana e Greyci por ouvirem meus muitos desabafos, pelas conversas animadas e trocas de ideias acerca de nossos estudos.

*“As posições não trazem distinções; quem as fazem são os homens que as ocupam”.*

*Agesinal II.*

## RESUMO

A fragmentação de florestas, ocasionada pelo homem, modifica os ecossistemas e estruturas de comunidades da flora e fauna, incluindo a composição da fauna de mosquitos; devido aos impactos nos seus ciclos de vida, taxas de reprodução, abundância e riqueza de espécies, essas alterações provocam a emergência e reemergência de doenças veiculadas por mosquitos. Este estudo avaliou a sinantropização de mosquitos, por meio da presença de imaturos, em uma comunidade rural amazônica, em duas paisagens com diferentes graus de antropização. Para a coleta dos imaturos foram utilizadas larvitrapas de internódio de bambu, recipiente plástico e pneu, entre os ambientes de floresta, borda de floresta e peridomicílio. Estes ambientes foram alocados dentro de duas paisagens, delimitadas em perímetros de 200m dos seguintes critérios: com alta densidade populacional (>15 moradores) e alto desmatamento (>43% de área desmatada) e outra com baixa densidade populacional (<=15 moradores) e baixo desmatamento (<=43% área desmatada). Foram coletados 10.131 imaturos, e em seguida criados em laboratório até larva madura ou adultos, e identificados em 20 espécies. As espécies de mosquitos mais abundantes foram *Culex urichii* (29,5%), *Trichoprosopon digitatum* (27,1%) e *Cx. (Melanoconion) spp* (10,4%). Não houve diferença entre diversidade e equitabilidade da composição de espécies entre as categorias ( $p=0.7495$ ). Nos ambientes amostrados em relação às comunidades de mosquitos, borda de floresta apresentou maior diversidade, peridomicílio com maior equitabilidade e em floresta, maior abundância ( $p=0,0010$ ). Entre as larvitrapas analisadas, o recipiente plástico registrou maior diversidade e equitabilidade de espécies, enquanto que pneu foi mais abundante, essas diferenças foram significantes ( $p=0,0005$ ). Neste estudo, *Aedes albopictus* demonstrou ser uma espécie sinantrópica, enquanto que *Cx. urichii* e *Limatus durhamii* tenderam à sinantropização. Espécies tipicamente silvestres, *Sabethes chloropterus* e *Sa. glaucodaemon*, foram coletadas em peridomicílio. Os resultados indicaram que os mosquitos da região exploraram ambientes florestais e antrópicos para a reprodução, o que representa um risco de transmissão de diversas doenças zoonóticas aos moradores do assentamento.

Palavras-chave: Processos antrópicos, mosquitos imaturos, sinantropização, assentamento rural.



## ABSTRACT

The forest fragmentation caused by humans, modifies ecosystem structures of flora and fauna communities, including mosquitoes. Forest fragmentation can impacts on mosquito species life cycles, reproduction rates, abundance and richness of species and then may affect the emergence and reemergence of mosquito-borne diseases. This study used the presence of mosquitoes immature, in a rural Amazon community in two of different degrees of anthropic impact landscapes, to evaluate the synanthropization process. Bamboo internode, plastic containers and tires were used as larval-traps to catch immatures from the three different environments: forest, forest edge and peridomicile. These environments were allocated within two landscapes, delimited in perimeters of 200m, according to two criteria, a high population density ( $> 15$  residents) and high deforestation ( $> 43\%$  of deforested area) and another one with low population density ( $\leq 15$  residents) and low deforestation ( $\leq 43\%$  deforested area). A total of 10.131 immature mosquitoes were collected and reared in the laboratory to mature larvae or adults from which 20 species were identified. The most abundant mosquitoes species were *Culex urichii* (29,5%), *Trichoprosopon digitatum* (27,1%) and *Cx. (Melanoconion) spp* (10,4%). No difference between diversity and equitability of species composition among the categories was detected ( $p = 0.7495$ ). In relation to mosquitos community composition, the forest edge zone presented greater diversit; peridomicile greater equitability; forest greater abundance ( $p = 0.0010$ ). Comparing the larval-traps analyzed, the plastic container captured greater diversity and equitability of species, while the tire trap caught greater abundance of species ( $p = 0.0005$ ). In the study, *Aedes albopictus* appeared as a synanthrope species, whereas *Cx. urichii* and *Limatus durhamii* tended to synanthropization. Other typically wild species such as *Sabethes chloropterus* and *Sa. glaucodaemon*, were collected in the peridomicile, as well as the household species *Ae. albopictus* in the forest. The results indicated that the region's mosquitoes exploit both forest and anthropic environments for breeding, which present a variety zoonotic disease risks for the residents of this settlement.

Keywords: Anthropic processes, immature mosquitoes, environmental changes, rural communities.

## SUMÁRIO

|          |  |    |
|----------|--|----|
| <b>1</b> | <b>Introdução</b>  | 12 |
| 1.1      | <b>Biologia da família Culicidae</b>   | 12 |
| 1.2      | <b>Importância médica dos mosquitos</b>  | 15 |
| 1.2.1    | <b>Malária</b>   | 16 |
| 1.2.2    | <b>Filariose Linfática</b>   | 17 |
| 1.2.3    | <b>Arboviroses</b>   | 19 |
| 1.3      | <b>Mudanças no uso do solo e processo de sinantropização de mosquitos</b>  | 25 |
| 1.4      | <b>Mosquitos no contexto de saúde pública</b>  | 27 |
| <b>2</b> | <b>Justificativa</b>   | 30 |
| <b>3</b> | <b>Objetivos</b>   | 31 |
| 3.1      | <b>Geral</b>   | 31 |
| 3.2      | <b>Específicos</b>   | 31 |
| <b>4</b> | <b>Metodologia</b>   | 32 |
| 4.1      | <b>Local de estudo</b>   | 32 |
| 4.2      | <b>Desenho amostral</b>  | 35 |
| 4.3      | <b>Coletas entomológicas</b>   | 37 |
| 4.4      | <b>Análise dos dados</b>   | 42 |
| 4.5      | <b>Considerações éticas</b>  | 44 |
| <b>5</b> | <b>Resultados</b>  | 44 |
| 5.1      | <b>Composição geral da fauna de mosquitos</b>  | 44 |
| 5.2      | <b>Fauna de mosquitos categorizadas em Alta Densidade Populacional/ Alto Desmatamento (ADenP/ADes) e Baixa Densidade Populacional/ Baixo Desmatamento (BDenP/BDes)</b> | 46 |
| 5.3      | <b>Composição de espécies de mosquitos entre os ambientes: floresta, borda de floresta e peridomicílio</b>   | 49 |
| 5.3.1    | <b>Fauna de mosquitos dos ambientes de floresta, borda de floresta e peridomicílio nas categorias de Alta densidade populacional/ Alto</b>                             |    |

|  |            |
|--|------------|
| desmatamento (ADenP/ADes) e Baixa densidade populacional/ Baixo desmatamento (BDenP/BDes) .....  | 55         |
| <b>5.4 Composição de espécies de mosquitos entre as larvitampas: internódio de bambu, recipiente plástico e pneu .....</b>   | <b>63</b>  |
| <b>5.4.1 Fauna de mosquitos em larvitampas de internódio de bambu, recipiente plástico e pneu nas categorias de Alta densidade populacional (ADenP/ADes) e Baixa densidade populacional/ Baixo desmatamento (BDenP/BDes) .....</b> | <b>68</b>  |
| <b>5.5 Ocorrência e distribuição de mosquitos incriminados como vetores e com competência vetorial .....</b>   | <b>77</b>  |
| <b>6 Discussão .....</b>   | <b>84</b>  |
| <b>6.1 Fauna geral de culicídeos encontrados em larvitampas na Agrovila de Rio Pardo .....</b>   | <b>84</b>  |
| <b>6.2 Abundância e diversidade de mosquitos por categorias: Alta Densidade Populacional/ Alto desmatamento (ADenP/ ADes) e Baixa Densidade Populacional/ Baixo Desmatamento (BDenP/ BDes) .....</b>                               | <b>85</b>  |
| <b>6.3 Abundância e diversidade de mosquitos entre os ambientes .....</b>  | <b>87</b>  |
| <b>6.4 Abundância e diversidade de mosquitos entre larvitampas de internódio de bambu, recipiente plástico e pneu .....</b>  | <b>90</b>  |
| <b>6.5 Abundância de espécies vetoras e putativas .....</b>  | <b>94</b>  |
| <b>7 Conclusões .....</b>  | <b>99</b>  |
| <b>8 Referências .....</b>   | <b>100</b> |

## 1 Introdução

### 1.1 Biologia da família Culicidae

Os mosquitos pertencem a ordem Diptera, família Culicidae e subfamílias Anophelinae e Culicinae. São amplamente distribuídos no globo, habitam desde áreas remotas, com temperaturas elevadas, a regiões muito frias, como o ártico, durante o verão. No mundo são descritas 3.556 espécies em 112 gêneros. No Brasil, até o momento dessa versão da dissertação, foram registradas 530 espécies, distribuídas em 23 gêneros (HARBACH, 2018; HUTCHINGS et al. 2018).

Esses insetos são conhecidos popularmente por pernilongos, mosquitos, muriçocas ou carapanãs. Medem cerca de 3-6 mm de comprimento, possuem corpo delgado, com pernas longas e finas e são recobertos por escamas das mais diversas tonalidades e tamanho, que dão sua coloração e formam manchas, que são elementos para a diagnose específica. Ambos os sexos se alimentam pela ingestão de carboidratos provenientes de seivas, frutos e flores, mas apenas as fêmeas, com exceção do gênero *Toxorhynchites* Theobald, são hematófagas (HORSFALL, 1972). Os culicídeos são holometábolos, onde ovos, larvas e pupas desenvolvem-se em ambientes aquáticos, enquanto que os adultos são terrestres. O acasalamento dessas espécies pode ocorrer durante o voo ou pousados, ou por enxameamento. Após a cópula, a fêmea realiza o repasto sanguíneo para maturação dos ovos e postura (CONSOLI & LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, 1994).

Os ambientes aquáticos para o desenvolvimento das formas imaturas são conhecidos como criadouros, que são artificiais ou naturais. (FORATTINI, 2002). BATES (1949) classificou quatro grupos de criadouros onde desenvolvem-se os imaturos de culicídeos; no primeiro grupo encontram-se culicídeos em criadouros de caráter permanente que, apesar de haver uma redução no período de seca, não desaparecem totalmente e aumentam com a chegada do período chuvoso; no segundo grupo estão os imaturos que desenvolvem-se em coleções líquidas movimentadas, esses criadouros, devido ação da chuva, transbordam e lavam os criadouros adjacentes que voltam a estabilizar-se com a estação seca; no terceiro grupo os imaturos criam-se em coleções líquidas transitórias, esses criadouros são determinados pela chegada da estação chuvosa, uma vez que a eclosão dos ovos ocorre pelo contato com a água, tal fato acontece no início da chuva; no quarto grupo estão os culicídeos que desenvolvem-se tanto em

criadouros permanentes como em transitórios, devido a sua generalização de tipos de criadouros, a densidade populacional das larvas permanece alta durante todo ano.

De acordo com a espécie de mosquito, a oviposição varia de criadouros no solo até copas de árvores (LOPES et al. 1983). TÁTILA-FERREIRA et al. (2017) estudaram alguns aspectos biológicos da oviposição de *Haemagogus leococelaenus* (Dyar & Shannon), um dos vetores da febre amarela, e detectaram ovitrampas com ovos e imaturos dessa espécie, distribuídas desde o solo até em armadilhas suspensas na altura de oito metros. Outras adaptações comportamentais, como a oviposição em salto, onde as fêmeas espalham um lote de ovos entre diferentes locais de oviposição, como é o caso de *Sabethes chloropterus* (von Humboldt) e morfológicas, como o estreitamento do tórax para permitir que fêmea possa ovipositar em locais com orifícios pequenos, em troncos de árvores ou bambu, estas são características de algumas espécies de Sabethini e Culicini, (FORATTINI, 2002; DAY, 2016).

Em geral, o número de ovos depositados pelos mosquitos nos criadouros varia de 12 a 500, podendo ser ovipostos individualmente ou em jangadas sobre a superfície da água ou em superfícies úmidas (HUTCHINGS, 1995; FORATTINI, 2002). Os ovos são elípticos e recobertos pelo córion, a resistência a dessecação dos ovos varia de acordo com a espécie e condições ambientais. Em condições adversas, ovos de *Aedes aegypti* (Linnaeus) podem ter um período de diapausa de um ano ou mais e permanecerem viáveis para a eclosão das larvas após o contato com a água, enquanto que outras espécies são viáveis fora da água apenas por poucas horas ou até um dia (CONSOLI & LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, 1994; VARGAS et al. 2014).

No período de desenvolvimento larval os culicídeos passam por quatro estádios larvais, possuem aspecto vermiforme e coloração pode variar entre os tons de branco, verde, vermelho e até castanho escuro. Respiram por meio de sifão respiratório (subfamília Culicinae) ou por placas respiratórias (subfamília Anophelinae). As larvas do gênero *Mansonia* Blanchard possuem sifão respiratório modificado em forma de espinhode onde se fincam no parênquima aerífero de plantas aquáticas e retiram oxigênio. A larva é prognata, com aparelho bucal do tipo mastigador-raspador em formas de escovas orais (CONSOLI & LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, 1994). Outro mecanismo de alimentação é a predação, sobre outros artrópodes ou canibalismo, que ocorre com espécies do gênero *Psorophora* Robineau-Desvoidy, *Sabethes* Robineau-Desvoidy,

*Trichoprosopon* Theobald e *Toxorhynchites* (MUSPRATT, 1951; FORATTINI, 2002). As pupas são claviformes, com cefalotórax e abdômem. Bolhas gasosas, contidas entre os apêndices cefalotorácicos, desempenham papel de flutuação corporal. Dessa maneira, a fase dorsal do tórax mantém-se em contato com a superfície líquida, o que permite às trompas respiratórias realizar as trocas gasosas (FORATTINI, 1996).

Após a emergência pupal, os adultos vivem cerca de 10 a 40 dias e, nesse período, se dispersam e se reproduzem. Em geral, os adultos procuram abrigo com pouca iluminação, onde permanecem em repouso até o início de suas atividades de cópula e alimentação, e no caso das fêmeas, busca por fontes de repasto sanguíneo. Espécies do gênero *Haemagogus* Williston costumam apresentar maior atividade no período mais quente do dia, enquanto que mosquitos do gênero *Anopheles* Meigen costumam exercer suas atividades ao crepúsculo ou no período noturno e as espécies de *Culex* são mais ativas a noite.

Devido à necessidade da realização de repasto sanguíneo, e para assegurar o sucesso reprodutivo da espécie, as fêmeas, através de estruturas sensoriais, sondam diferentes voláteis dos hospedeiros, como gás carbônico, umidade, ácido láctico, dentre outros (McMENIMAN et al 2014; CARDE & GIBSON, 2010; KHAN et al. 1968). De acordo com a espécie, as fêmeas podem apresentar hábitos alimentares ecléticos ou serem restritas a um determinado tipo de hospedeiro.

A grande maioria das espécies de mosquitos são zoófilas de animais domésticos ou silvestres, outras são antropófilas ou ecléticas; dentre as espécies ecléticas estão inclusas espécies vetoras, como por exemplo, *Sa. chloropterus* (von Humboldt), vetor da Febre Amarela, *Cx. nigripalpus* Theobald, vetor da Encefalite Equina Leste e *Cx. pipiens* Linnaeus, vetor da Encefalite de São Luís. Já as espécies *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* Skuse, vetoras de diversas arboviroses, são antropófilas, (GOMES et al. 2005; CHOW et al. 1993; CONSOLI & LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, 1994).

De maneira geral observa-se que os aspectos comportamentais dos mosquitos da família Culicidae variam e a escolha pelo ambiente onde vivem e realizam o repasto sanguíneo, envolve interações entre fatores físicos, químicos e biológicos. Fatores externos como pressão antrópica, provocam alterações nessa dinâmica e fazem com que haja uma mudança de comportamento dos mosquitos, dentre as consequências a tal

mudanças, estão as emergências ou reemergências de diversas doenças arbovirais, em várias regiões do globo (NORRIS, 2004; PATZ & NORRIS 2004; VASCONCELOS et al. 2001).

## 1.2 Importância médica dos mosquitos

Dentre as doenças veiculadas por mosquitos mais frequentes, e que acometem um amplo número de pessoas no mundo, estão desde as mais antigas registradas, como malária, até as emergentes, como as arboviroses. Essas doenças provocam óbitos ou morbidades, que impactam diretamente na economia, devido aos dias de trabalho perdido por conta da doença, e sobrecarregam o sistema de saúde de muitos países. As doenças transmitidas por vetores representam cerca de 17% de todas as doenças infecciosas no mundo e causam mais de 700 mil mortes anuais (WHO, 2018). Os mosquitos são os vetores de agentes infecciosos (vírus, protozoários e helmintos), que são inoculadas no humano no momento do repasto sanguíneo. Na família Culicidae estão registradas cerca de 150 espécies vetoras, que são a causa indireta de morbidade e mortalidade infecciosas entre os humanos, atingindo principalmente áreas tropicais e subtropicais, e em especial, regiões com população de baixa renda (FORATTINI, 2002; RUEDA, 2008; HARBACH, 2018).

Os gêneros *Anopheles*, *Culex* e *Aedes* são os três principais gêneros de mosquitos vetores de patógenos em humanos, *Plasmodium*, *Wuchereria* e diversos arbovírus das famílias *Bunyaviridae*, *Togaviridae*, *Flaviviridae*, *Reoviridae* e *Rhabdoviridae* (TAIPELAGOS & NATAL, 2003; VASCONCELOS, 2014; TRAVASSOS DA ROSA, 2017).

Quanto ao ciclo de transmissão das doenças veiculadas por mosquitos em humanos, esse varia de acordo com os agentes envolvidos e pode ser classificado em ciclo urbano e silvestre. No ciclo urbano as doenças podem ser mantidas por meio da interação entre mosquitos e humanos, além de hospedeiros vertebrados diversos (ex. aves, cavalos), como no caso do vírus do Oeste do Nilo (JOHNSON et al. 2014, Martins et al. 2018). Já no ciclo silvestre, há uma diversidade de vertebrados que juntamente com os mosquitos, sustentam esse ciclo de transmissão, dentre os vertebrados, foram encontrados infectados preguiças, macacos, aves, marsupiais, roedores e outros. A introdução do homem nesse processo é devido a sua exposição no ambiente florestal. Recentemente, houve emergência de malária humana na região de Mata Atlântica do Rio de Janeiro, a doença foi considerada erradicada nas regiões Sul e Sudeste do Brasil durante mais de cinco

décadas. O surto de malária foi causado por *Plasmodium simium*, espécie de parasita de malária mais comumente encontrada em primatas não humanos (BRASIL et al. 2017).

### 1.2.1 Malária

A malária humana é causada por espécies de protozoários do gênero *Plasmodium*, que infecta o homem através da picada de mosquitos do gênero *Anopheles*. A doença é considerada endêmica em 91 países e ameaça metade da população mundial. Foram registrados 212 milhões de casos novos e estimados 429 mil mortes por malária em todo mundo no ano de 2015. A maioria dessas mortes ocorreram na África (92%), seguido pelo Sudeste Asiático (6%) e Mediterrâneo Oriental (2%). Apesar de haver um declínio das taxas entre os anos de 2010 e 2015, a doença ainda é a principal causa de morte de crianças menores de cinco anos na África Subsaariana, matando uma criança a cada dois minutos (WHO, 2016).

Nas Américas, três espécies de protozoários causam a malária em seres humanos: *P. vivax*, *P. falciparum* e *P. malariae*, mais recentemente, casos de malária causada por *Plasmodium simium* (BRASIL et al. 2017). Na maioria das regiões endêmicas americanas, a malária se deve principalmente à infecção por *P. vivax* e *P. falciparum*, com crescimento expressivo de infecções causadas por *P. vivax*. Apesar de *P. vivax* ter sido considerada benigna em termos de gravidade da doença, quando se comparado com *P. falciparum*, estudos relataram formas mais graves de *P. vivax*. (MS, 2010; WHO, 2016; LACERDA, 2007; RODRIGUES-MORALES, 2015).

A maioria dos casos de malária na América do Sul ocorre na região amazônica. Em 2015, quatro países sul americanos amazônicos foram responsáveis por 83% dos registros de casos de malária: Brasil (24%), Venezuela (30%), Colômbia (10%) e Peru (19%) (WHO, 2016; PAHO, 2016).

Na Amazônia, a maior parte dos casos de malária, é causada pelo *P. vivax*, entretanto, ocorrem casos por *P. falciparum* que favorece a ocorrência nas morbidades graves e de óbitos (MS, 2010). O *An. darlingi*, principal vetor nessa região, ocorre em alta densidade no interior amazônico e apresenta ampla distribuição nacional (BARBIERI et al. 2005). No Brasil, a maioria dos casos de malária restringe-se a região da Amazônia brasileira, em 2016, o país registrou 117.832 casos de malária nessa região e, em 2017, foi de 174.522, um aumento de 48%. Os estados mais afetados pela malária em 2017



foram Amazonas, com 74.423 casos, Pará, com 33.122 casos, Acre, com 32.463 casos, Amapá, com 13.931 e Roraima, com 11.966 casos (PAHO, 2018).

Os fatores climatológicos e ambientais amazônicos favorecem a transmissão da malária durante todo o ano. O Desmatamento e reservatórios artificiais como barragens e tanques de piscicultura têm se configurado em importantes criadouros permanentes de vetores da malária; sendo considerados entre os fatores ambientais de riscos passíveis de intervenções (LIMA et al. 2017). Na área de barragem de Santo Antônio em Porto Velho, *An. darlingi* obteve um pico na sua densidade populacional, ocorrendo simultaneamente com o aumento dos níveis de água da barragem. Em Cruzeiro do Sul, Acre o rompimento financeiro de incentivos governamentais para a construção de tanques de piscicultura gerou o abandono desses tanques e levou ao aumento da densidade do mosquito vetor, e a consequência desse processo foi a alteração da sazonalidade da malária nessa região (COSTA et al. 2010; GIL et al. 2015). A associação entre tanques de piscicultura e aspectos epidemiológico da malária também é discutida por REIS et al. (2015), que por meio de métodos geoestatísticos, aplicados em municípios do Acre, observaram que locais onde haviam várias construções de tanques coincidiram espaciotemporalmente com o aumento na taxa e notificação de malária. SILVA-NUNES (2006), ao estudar a epidemiologia de malária em um assentamento rural no município de Acrelândia, Acre, descreveu que de um total de 467 moradores, 72,2% relataram um ou mais episódios maláricos, tendo 15 deles tido pelo menos uma internação por malária.

ALBUQUERQUE & MUTIS (1997) ressaltaram que os surtos surgem em função da aglomeração de indivíduos em habitações precárias ou simples abrigos, onde estão reunidos os elos da cadeia epidemiológica da malária, ou seja, os portadores do plasmódio, os vetores e os indivíduos suscetíveis.

Em Mâncio Lima, no estado do Acre, foi relatado que entre os anos de 1997 a 2000 o aumento de 4,3% no desmatamento foi associado ao aumento de 48% na incidência da malária (OLSON et al. 2010). Ademais, estradas construídas e não pavimentadas ao longo das rodovias na Amazônia Brasileira mostraram um aumento de 55% na malária para cada 19.0 m/km<sup>2</sup> (HAHN et al. 2014).

### **1.2.2 Filariose Linfática**

A filariose linfática, também conhecida como elefantíase, é uma doença de caráter crônico que prejudica os sistemas linfáticos, pode levar ao aumento anormal dos membros do corpo e causar dor e debilidades físicas. É originada por filárias, que são transmitidas aos seres humanos por mosquitos infectados com microfilárias, que injetam formas metacíclicas L3 na corrente sanguínea do hospedeiro durante o repasto sanguíneo. Os parasitas causadores da filariose linfática são *Wuchereria bancrofti* (cerca de 90% das infecções), *Brugia malayi* e *B. timori*, enquanto os vetores são mosquitos dos gêneros *Culex*, *Anopheles*, *Aedes* e *Mansonia*.

A filariose linfática faz parte do grupo de 17 enfermidades que representam as doenças mais frequentes e comuns das populações pobres ao redor do mundo, ocorre em áreas carentes de saneamento básico, principalmente onde há escassez de água potável e esgoto a céu aberto (FREITAS et al. 2008). De acordo com a WHO a filariose linfática é endêmica em 72 países na Ásia, África e nas Américas e aproximadamente 120 milhões de pessoas no mundo estão infectadas e cerca de 40 milhões sofrem desfiguração no corpo e incapacidade física. Estima-se hoje, que exista 947 milhões de pessoas em risco de infecção em 54 países (WHO, 2010; 2011; 2017).

Apesar de acometer milhares de pessoas, a filariose linfática é uma doença potencialmente erradicável. A administração de medicamentos em massa (AMM) com comprimidos de dietilcarbamazina e albendazol em dose única, foi comprovada como a estratégia mais viável para a eliminação da doença nos países endêmicos. A AMM tem como objetivo, reduzir o nível de microfilaremia em indivíduos infectados, de modo que a transmissão não possa ser mantida (WHO, 2010).

Até o final de 2014, 62 dos 72 países haviam implementado o AMM e 15 desses já alcançaram as metas para interromper a transmissão (WHO, 2017). MODI et al. (2017), avaliaram aspectos epidemiológicos e de adesão das pessoas a introdução do AMM em Gurajat, estado indiano endêmico, do ano de 2010 a 2015 e constataram que houve um aumento gradual no índice de adesão e conhecimento da população sobre os benefícios advindos do tratamento, a cobertura epidemiológica atingiu 89% em 2015 e proporcionou a diminuição em menos de 1% da taxa de prevalência média de microfilária na área.

Na região Norte do Brasil, o município de Belém, Pará, foi considerado foco ativo da doença, todavia, as medidas de contenção adotadas promoveram uma queda substancial ao longo dos anos nos índices microfilarêmicos da população. Hoje, a área

endêmica de filariose linfática é restrita à região metropolitana de Recife, com população em risco estimada em 385 mil habitantes (FONTES et al. 2005; MS, 2016 a).

### 1.2.3 Arboviroses

As arboviroses ganharam destaque nas últimas quatro décadas devido as epidemias que causam no mundo. Os arbovírus (Arthropod-borne virus) são conhecidos devido a parte de seu ciclo de transmissão ocorrer em artrópodos, que podem ser transmitidos aos humanos e outros animais. O ciclo silvestre de transmissão dessas arboviroses inclui hospedeiros vertebrados como: roedores, aves, primatas não humanos e humanos e hospedeiros invertebrados, como mosquitos, flebotomíneos e maruins. O ciclo urbano pode ser desencadeado quando hospedeiros vertebrados se infectam na floresta e retornam para a cidade, onde existem espécies vetoras com potencial de permitir continuidade ao ciclo de transmissão. Os vírus que causam grandes epidemias são veiculados principalmente por mosquitos (PFEFFER & DOBLER, 2010; WEAVER, 2018).

Estima-se que haja mais de 545 espécies de arbovírus, dentre as quais, mais de 150 estão relacionadas com doenças em humanos, sendo a maioria zoonótica. Grande parte desses arbovírus pertencem às famílias *Peribunyaviridae* (*Oropouche*), *Nairoviridae* (gênero *Nairovirus*), *Phenuiviridae* (vírus *SFTS*), *Flaviviridae* (*Febre Amarela*, *Dengue*, *Zika*, *Encefalite Japonesa*, *Oeste do Nilo* e Encefalite transmitida por carrapato) e *Togaviridae* (*Chikungunya*, *Mayaro*, Encefalite Equina Venezuelana) (CLETON et al. 2012; BLITVICH, 2016).

Estudos realizados por LOPES et al. (2014) apontam as famílias *Flaviviridae*, *Togaviridae* e *Peribunyaviridae* como representantes das espécies de arbovírus emergentes e reemergentes no Brasil nas últimas décadas. Em 2015, pelo menos nove espécies de arbovírus patogênicos para humanos estão circulando no Brasil (FIGUEIREDO, 2015). Dentre as principais arboviroses registradas no país estão a Febre Oropouche, Febre Mayaro, Febre Amarela, Dengue, Zika, Chikungunya e recentemente houve registro da circulação da Febre do Nilo Ocidental em regiões do Nordeste (MARTINS et al. 2018; VIEIRA et al. 2015).

- O vírus *Oropouche* é registrado na América do Sul e Central. No Brasil, está presente nas regiões Norte e Centro-Oeste, tem como vetor principal maruins do gênero *Culicoides* Latreille e os vetores secundários são os mosquitos *Coquillettidia*

*venezuelensis*, *Cx. quinquefasciatus* e *Ochlerotatus serratus*. A febre Oropouche está associado com surtos de doenças febris aguda, incluindo alguns casos de meningite (NUNES et al. 2007). O vírus *Oropouche* é conservado na natureza por um ciclo urbano e um ciclo silvestre. No ciclo urbano, *C. paraenses* é o principal vetor, com grandes epidemias que afetam até 100 mil pessoas, enquanto que no ciclo silvestre, os mamíferos, aves silvestres e domesticadas, juntamente com *Cq. venezuelensis*, *Oc. serratus* e *Cx. quinquefasciatus* mantêm tal processo (MOURÃO et al. 2015; VASCONCELOS & CALISHER 2016).

O vírus *Oropouche* circula em baixos níveis nos reservatórios vertebrados, mas quando ocorre uma perturbação no ambiente, como perda de vegetação por meio do desmatamento, destruição dos habitats dos vetores ou imigração humana ou animal de locais endêmicos para outras regiões, há ocorrência de surtos da doença (SAKKAS et al. 2018).

- O vírus *Mayaro* é transmitido pela picada do mosquito arborícola *Ha. janthinomys*, geralmente de primatas não humano infectados para uma pessoa. Dentre os sintomas apresentados no humano infectado estão febre, mialgia, dor retro-orbital, cefaléia, diarreia, erupção exantemática e artralgia, esta última pode permanecer por meses ou anos (PINHEIRO & LEDUC, 1998). Esse vírus é restrito até o momento em países da América Central e do Sul, e altamente endêmico na região amazônica. O primeiro caso no Brasil, foi relatado em 1955, no estado do Pará e posteriormente, houveram surtos registrados ao longo dos anos, todos no mesmo estado (CAUSEY & MAROJA, 1957; VASCONCELOS et al. 1998; AZEVEDO et al. 2009). Em Manaus, estado do Amazonas, MOURÃO et al. (2012) identificaram 33 casos do vírus, durante o período de 2007 e 2008, ao final, sugeriu que o número de casos registrado na cidade provavelmente é muito maior do que os encontrados no estudo. De acordo com o quadro atual do ministério da saúde, entre 2014 e 2016 foram notificados 343 casos humanos suspeito da doença com predominância no estado de Goiás, seguido por Tocantins e Pará (MS, 2016 b).

Apesar do vírus *Mayaro* ser encontrado principalmente na região Norte e ter como principal vetor um mosquito silvestre com hábitos arborícolas, acredita-se que o vírus possui um grande potencial para emergir como um patógeno global, devido a competência vetorial apresentada pelo mosquito urbano *Ae. aegypti* (LONG et al. 2011).

▪ A Febre Amarela é uma doença viral cujo ciclo de transmissão pode ser silvestre, intermediário e urbano. No ciclo silvestre, principal forma de manutenção da arbovirose nas Américas, o vírus é transmitido endemicamente entre várias espécies de macacos e mosquitos que habitam o dossel das florestas (BARRETT & HIGGS 2007). O ciclo intermediário acontece principalmente na África e resulta em epidemias de pequena escala em aldeias rurais da savana africana. Os surtos surgem quando mosquitos sinantrópicos infectados se alimentam de hospedeiros humanos e macacos. O ciclo urbano se inicia quando o vírus é introduzido em uma área com grande aglomeração de pessoas e são transmitidas a indivíduos através da picada de mosquitos urbanos. Os vetores silvestres e urbanos são espécies dos gêneros *Aedes*, *Haemagogus* e *Sabethes* (MONATH & VASCONCELOS, 2015; KLITTING et al. 2018).

A Febre Amarela é caracterizada principalmente por um período de sintomas semelhantes aos da gripe, como cefaleia, dor muscular, perda de apetite, febre, seguido nos casos mais graves, por icterícia, urina escura e dores abdominais com vômitos. Metade dos casos que entram nas formas graves da doença morrem dentro de sete a dez dias (QUARESMA et al. 2013).

A Febre Amarela foi considerada uma das doenças contagiosas mais perigosas do século XVIII, XIX e até início dos anos de 1930, devido a sua alta taxa de óbitos na África e Américas. Atualmente, existem aproximadamente 80 a 2.000 mil casos de Febre Amarela no mundo, com taxa de mortalidade variando de 20% a 60% (DOUAM & PLOSS, 2018; MONATH & VASCONCELOS, 2015). O aumento do número de casos da doença nos últimos anos teve como principal responsável, a diminuição da cobertura vacinal da população nas áreas endêmicas, visto que a mesma é a única forma de proteção contra essa arbovirose (SHEARER et al. 2017).

Os surtos na África são responsáveis por 90% dos casos de Febre Amarela e estima-se que de 84 a 170 mil casos resultam em 29 a 60 mil mortes. Na América do Sul, destaca-se os surtos que estão surgindo no Brasil, em regiões consideradas não endêmicas para a doença. Em 2008-2009 os surtos ocorreram nas cidades de São Paulo e Rio Grande do Sul, o que resultou em uma taxa de letalidade de 41,2%. Novamente em 2016, 2017 e 2018 o vírus reemergiu e causou mais de mil casos e vários óbitos, tal surto reemergiu ainda, no estado do Rio de Janeiro e levou a uma grande procura desordenada da população local na busca da vacina (WHO, 2014; MS, 2009; 2018).

▪ Além da Febre Amarela, Dengue, Zika e Chikungunya são as principais arboviroses de relevância para a saúde pública mundial devido as várias epidemias e pandemias registradas nos últimos anos em países de diversos continentes; tais vírus alastram-se de forma rápida e causam morbidade e mortalidade em pessoas de todas as faixas etárias. O sucesso expansivo dos vírus, deve-se principalmente a presença em alta abundância de seus vetores, *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* (KRAEMER et al. 2015). O mosquito *Ae. aegypti* tem sido considerado como vetor dessas arboviroses por ser uma espécie urbana, com ciclo de vida em estreita proximidade com o humano e antropófila. Já *Ae. albopictus* é considerado vetor menos eficiente desses vírus, encontrado principalmente em regiões periurbanas e rurais, possui hábito alimentar eclético, pode se adaptar a ambientes mais frios e por ser antropófilo é uma ameaça a populações das mais diversas regiões do mundo (ECDC, 2013; DELATTE et al. 2010).

O ciclo da Dengue, Zika e Chikungunya é restrito a interação do homem com o vetor e a infecção ocorre quando o mosquito, ao fazer o repasto, ingere partículas virais do humano infectado, que posteriormente é passado para o humano não infectado por meio do repasto subsequente. Outra forma de propagação das arboviroses é através da transmissão vertical, onde o mosquito fêmea grávida infectado consegue passar os vírus para a sua prole ou ainda, pela transmissão venérea, onde por meio do acasamento, mosquitos infectados podem transmitir o vírus para os não infectados (COSTA et al. 2018; CIOTA et al. 2017; PEREIRA-SILVA et al. 2018). A sintomatologia dessas doenças arbovirais variam desde uma síndrome febril aguda, acompanhada por cefaléia, dores nas articulações e musculares, fadiga, erupções cutâneas e em casos mais graves, ocorre encefalite e/ou manifestações hemorrágicas que podem levar a óbito. Por possuir similaridades de sintomas compartilhados entre esses arbovírus, o diagnóstico clínico é deficiente e o tratamento é voltado apenas para atenuar os sintomas, devido a inexistência de drogas antivirais específicas (WILDER-SMITH et al. 2017; PATTERSON et al. 2016).

Quanto ao número de casos das arboviroses, o vírus da dengue, mais frequentemente relatado no mundo, apresenta estimativas em torno de 390 milhões de pessoas infectadas e dessas 96 milhões são sintomáticos. Em 2017, no Brasil foram registrados 214.990 casos prováveis, sendo a região Nordeste com maior número de casos (80.447 casos) (BRATT et al. 2013; PAHO, 2017 a, b). O vírus Chikungunya apresentou 123.087 casos confirmados na Américas em 2017, no mesmo ano, no Brasil houveram

112.963 casos (PAHO, 2017 a, b; MS, 2017). Já para o vírus Zika, dados de 2015 a 2017 relataram 223.336 casos confirmados nas Américas e 137.288 no Brasil (PAHO, 2017 a, b; MS, 2017).

A febre Chikungunya que é caracterizada por apresentar o sintoma de poliartralgia, apresentou seu primeiro surto no Brasil em 2014, no estado da Bahia, com 2.190 casos, e aumentou exponencialmente ao longo dos anos em várias regiões do Brasil (MS, 2015). Até junho de 2018 foram registrados 34.079 casos confirmados da doença, sendo a região Sudeste a apresentar o maior número de casos, seguida pelas regiões Centro-Oeste, Nordeste, Norte e Sul (MS, 2018).

O vírus *Zika* foi detectado no Brasil em 2015 na região Nordeste e rapidamente se alastrou pelo resto do país e para as Américas, no mesmo ano houve a associação de microcefalia em bebês nascidos de mães infectadas com o Zika (POSSAS, 2016; MIRANDA-FILHO et al. 2016). O número de registros chegou a um total de 2.782 casos suspeitos de microcefalia relacionado ao vírus (MS, 2016 c). Até junho de 2018, foram confirmados 2.115 casos da doença com maiores taxas nas regiões sudeste, seguida do nordeste, centro-oeste, norte e sul do país (MS, 2018).

- A febre do Nilo Ocidental é transmitida por diferentes espécies de mosquitos do gênero *Culex* (*Cx. pipiens*, *Cx. tarsalis*, *Cx. quinquefasciatus* e *Cx. restuans*) de acordo com a região geográfica do mundo, seu ciclo envolve a interação de aves, mosquitos, equinos e humanos, tendo as aves a função amplificadora do vírus, enquanto que humanos e equinos são considerados hospedeiros acidentais e terminais do vírus (AHLERS & GOODMAN, 2018). No humano, estima-se que 20% dos indivíduos infectados apresentam sintomas como febre aguda, mal-estar, anorexia, vômitos, distúrbios no movimento, dor retro-orbital, cefaléia, mialgia e linfadenopatia; aproximadamente um em cada 150 casos pode ocorrer problemas neurológicos severos como meningite, encefalite, poliomielite ou paralisia facial (HUBÁLEK & HALOUZKA, 1999; HAYES et al. 2005; MOSTASHARI et al. 2001).

O vírus do Nilo Ocidental possui ampla distribuição, sua ocorrência foi registrada nas regiões da África, Europa, Oriente Médio, parte da Ásia e Américas. O primeiro registro do vírus nas Américas ocorreu em 1999 em Nova York, nos Estados Unidos, e causou uma epidemia de encefalite e meningite com 59 casos e sete óbitos. Segundo MOSTASHARI et al. (2001), a extensão do surto possivelmente foi na escala de milhares

de infecções, visto que menos de 1% dos indivíduos acometidos evoluíram para doenças neurológicas graves.

No Brasil, o vírus do Nilo Ocidental foi registrado pela primeira vez no ano de 2011 em cavalos nas áreas do Pantanal, Mato Grosso do Sul (PAUVOLID-CORRÊA et al. 2011). No ano seguinte, MELANDRI et al. (2012) encontraram soropositividade para os vírus em cavalos e galinhas do Pantanal brasileiro. SILVA et al. (2013) encontraram o vírus do Nilo Ocidental em equinos nos estados de Mato Grosso do Sul e Paraíba. Mais recentemente foram registrados casos da doença em equinos em municípios do Espírito Santo (MATINS et al. 2018).

O primeiro caso de infecção em humano pelo vírus do Nilo Ocidental registrado no Brasil ocorreu em 2014, em um paciente residente de área rural do município de Aroeiras do Itaim, Piauí (VIEIRA, 2015). Desde então, de acordo com dados da Secretaria de Estado da Saúde do Piauí, já foram investigados 285 casos suspeitos da doença no estado (SBMT, 2017). Existem casos neurológicos graves e óbitos em crianças de um a dez anos, registrados em julho de 2018, em Natal, Rio Grande do Norte associados ao vírus do Nilo Ocidental (COUTINHO, 2018).

MARTINS et al. (2018) fizeram o primeiro isolamento do vírus do *Nilo Ocidental* no Brasil, em um cavalo com manifestações clínicas neurológicas residente de área rural do município de São Mateus, estado do Espírito Santo, filogeneticamente, essa cepa de vírus isolada foi mais próxima das cepas registradas na Argentina e Estados Unidos. PEREIRA-SILVA (2016) chamou atenção quanto ao risco da emergência do vírus do *Nilo Ocidental* no Brasil, devido as condições favoráveis encontradas no país, tais como abundância de seus mosquitos vetores e diversidade de hospedeiros vertebrados, inclusive o humano. Comentou ainda que são necessárias melhorias no controle vetorial e vigilância epidemiológica, com o intuito de minimizar as possíveis futuras epidemias da doença no país.

MUSSO et al. (2018) levantaram questões sobre como prever surtos de doenças arbovirais e apontaram fatores como crescimento urbano e globalização, intrinsecamente relacionados a novas epidemias que irão surgir, como por exemplos os vírus *Mayaro*, vírus da *Febre Amarela*, vírus *Ross River*, vírus *Barmah Forest*, vírus *Oropouche*, vírus da *Encefalite Equina Venezuelana*, vírus da *Febre Vale do Rift*, vírus *Sepik*, vírus *Spondweni*, vírus *Kedougou*, vírus *Edge Hill*, vírus *Wesselsbron*, vírus *Usutu* e o vírus



*O'nyong Nyong*. Os autores descreveram que é de suma importância pesquisas para entender melhor a ecologia desses vírus e seus vetores, melhorias na vigilância sanitária e desenvolvimento de ferramentas de controle mais eficazes para a contenção rápida das doenças arbovirais

### **1.3 Mudanças no uso do solo e processo de sinantropização de mosquitos**

As alterações ambientais naturais ou antropogênicas impactam diretamente na fauna de diversas espécies de mosquitos. As condições ambientais como temperatura, precipitação pluviométrica e umidade afetam a distribuição, a abundância, a taxa de reprodução e a sobrevivência dos mosquitos (VONESCH et al. 2016). Nas larvas dos mosquitos, o aumento da temperatura tende a acelerar o seu processo de desenvolvimento, enquanto que nos adultos fêmeas, esse aumento faz com que o sangue sugado de vertebrados seja digerido mais rapidamente e aumente a taxa de picada em animais e humanos (WU et al. 2016; ASAD & CARPENTER, 2018). A precipitação pluviométrica influencia na população de mosquitos; em geral, o aumento das chuvas possibilita a expansão de criadouros para a oviposição e desenvolvimento dos imaturos; em excesso, a precipitação pode fazer com que os criadouros transbordem, e assim eliminem as larvas nos criadouros locais (ASAD & CARPENTER, 2018; WALDOCK et al. 2013). A umidade relativa atua na atividade e tempo de vida dos mosquitos adultos, a espécie *Ae. albopictus* tem o tempo de vida reduzido a 8 dias, quando a umidade relativa do ar está a 85%, e para 6 dias com umidade em 35% (REISKIND & LOUNIBOS, 2009).

As alterações ambientais oriundas de processos antrópicos mudam a composição de fauna dos mosquitos (BURKETT-CADENA & VITTOR, 2018; BARROS & HONÓRIO, 2015). As modificações ambientais para o uso da terra, tais como desmatamento, construções de estradas, pastos e usinas hidrelétricas causam distúrbios na fauna local (STEIGER et al. 2016; FERRAGUTE et al. 2016). Áreas desmatadas sofrem maior radiação solar em comparação com florestas primárias e secundárias e, portanto, apresentam características que aumentam a taxa de sobrevivência e desenvolvimento dos mosquitos imaturos (LIMA et al. 2017).

As pressões antrópicas causadas no habitat, influenciam no processo de adaptação de algumas espécies de mosquitos, em especial, as espécies mais resilientes. Esse processo de adaptação é chamado de sinantropização (McKINNEY, 2008; GUETTÉ et al. 2017). A sinantropização pode ser classificada como a adaptação de espécies animais

ou vegetais, a ambientes modificados pelo homem (TOMIALOJC, 1970). No entanto, diferencia-se do termo domesticação pelo fato de que essas espécies não dependem exclusivamente do homem para a sua sobrevivência. Espécies sinantrópicas beneficiam-se das condições oferecidas pelos seres humanos, tais condições incluem riscos reduzidos de predação, proteção contra estresses climáticos, locais de reprodução e abundância de alimento durante todo o ano (JOHNSTON, 2001).

FORATTINI et al. (1991) estudaram a domiciliação de *Culex (Melanoconion)* spp. e concluíram que *Cx. ribeirensis* Forattini & Sallum e *Cx. sacchettae* Sirivanakarn & Jakob possuíam tendência à domiciliação, visto que houve uma alta abundância no intradomicílio e antropofilia dessas espécies. FORATTINI et al. (2000), avaliaram a possibilidade de sinantropização em espécies de *Anopheles (Kerteszia)* Theobald e *Culex* e mostraram que *An. bellator* Dyar & Knab e *An. cruzii* Dyar & Knab frequentaram ambientes antropizados para hematofagia, e em seguida buscaram abrigo em área silvestre circundante, além disso, *Cx. quinquefasciatus* apresentou endofilia e *Cx. sacchettae* esteve presente em meio antropizado. O comportamento dessas espécies representou diferentes momentos de adaptação, *Cx. sacchettae* aparentemente apresentou maior facilidade no processo adaptativo do que os anofelinos.

KWEKA et al. (2016) constataram que o desmatamento e a mudança no uso do solo foram os principais responsáveis pela elevação da temperatura no oeste do Quênia; com consequências na taxa de desenvolvimento larval e abundância das espécies vetoras de malária *An. gambiae*, *An. funestus* Giles e *An. arabiensis* Patton. Houve também o aumento do ciclo gonadotrófico de *An. gambiae* com a elevação da temperatura em 1°C, nas áreas desmatadas.

Outros estudos desenvolvidos no oeste do Quênia, sobre mudanças no uso do solo e *An. gambiae* mostraram que houve uma maior abundância de suas larvas em ambientes de terras agrícolas, assim como uma eclosão de ovos significativamente maior, quando comparados com ambientes florestais (MINAKAUA et al. 2005; MUNGA et al. 2005).

STEIGER et al. (2012) analisaram a composição de fauna de mosquitos adultos nos ambientes de pasto, borda de floresta e floresta, em uma região da Austrália tropical, e observaram que não houve diferença na diversidade de espécies entre os ambientes de pastos e borda de florestas; porém, ambos diferiram do ambiente de floresta. A riqueza

de espécies encontrada no ambiente modificado de pasto, foi maior do que a encontrada no ambiente de floresta.

Na Amazônia, a agricultura, o desmatamento e a mineração são atividades que potencializam mudanças no microclima da região modificada e causam alterações na biodiversidade (incluindo predadores naturais de mosquitos) bem como propiciam abundância de locais para a formação de criadouros de mosquitos (BAUCH, et al. 2015).

MOUTINHO et al. (2011) pesquisaram aspectos biológicos de *An. darlingi* em assentamento rural no Acre e constataram que a abundância dessa espécie foi maior em um ramal recentemente ocupado, quando comparado com área já degradada e com maior número de casas, apesar de ambos possuírem características similares (áreas inundadas, estrutura domiciliares, presença de florestas ciliares e pastos próximos as residências). BARROS & HONÓRIO (2015) relataram que pequenas contenções de água ou lago em áreas de borda de floresta de regiões fragmentadas na Amazônia brasileira, favoreceram o desenvolvimento de larvas de *An. darlingi*, dessa forma, populações humanas residentes em tais áreas estavam mais propensas a malária. Os trabalhos citados evidenciaram que as ações antrópicas de fato, proporcionam adaptabilidade de espécies de mosquitos aos ambientes menos florestados, por oferecerem condições favoráveis para seu desenvolvimento.

De acordo com uma revisão sistemática feita por BURKETT-CADENA & VITTOR (2018), de um total de 17 trabalhos realizados em 12 países que correlacionaram desmatamento e mosquitos, cerca de metade das espécies (52,9%) de mosquitos estavam associados a habitats desmatados e dessas, 56,5% eram vetores de patógenos aos humanos. Dentre as espécies vetoras favorecidas pelas ações antrópicas encontradas no estudo estavam *An. bancroftii* Giles, *An. darlingi*, *An. farauti* Laveran, *An. funestus* Giles, *An. gambiae*, *An. subpictus* Grassi, *Ae. aegypti*, *Ae. vigilax* (Skuse), *Cx. annulirostris* Skuse e *Cx. quinquefasciatus*. Tais resultados demonstraram que o desmatamento favoreceu espécies vetoras, e aumentou o risco de emergência e reemergências de diversas doenças veiculadas por vetores em vários lugares do mundo.

#### **1. 4 Mosquitos no contexto de saúde pública**

As doenças tropicais negligenciadas são associadas as regiões subdesenvolvidas ou em desenvolvimento, com condições de insalubridade, desprovidas de infraestrutura adequada e pouco investimento em saúde. Uma parcela dessas doenças tem como vetores,

mosquitos, que associados a mudança no habitat (provenientes de ações antrópicas) e processo de globalização, são responsáveis pela disseminação de patógenos para as mais diversas regiões (CAMARGO, 2008; KILPATRICK & RANDOLPH, 2013).

As doenças veiculadas por mosquitos afetam principalmente as populações mais vulneráveis e a incidência dessas doenças sobrecarrega os sistemas de saúde das regiões; causando a promoção de pobreza em razão de seu impacto sobre a saúde, o desenvolvimento infantil, a gravidez e a produtividade do trabalhador (PAHO, 2017). A qualidade das moradias associadas a existência ou não de rede de água e esgoto, bem como a densidade populacional e a exposição prévia ao vírus, são fatores que ajudam a determinar a taxa de transmissão e infecção de patógenos veiculados por mosquitos (TEIXEIRA et al. 1999). Esse panorama afeta de forma desproporcional as diferentes classes sociais, como foi o caso do Zika, que teve um maior impacto na região do Nordeste brasileiro (LESSER & KITRON, 2016).

No cenário amazônico, fatores biológicos associados as grandes desigualdades sociais e baixa cobertura de acesso aos serviços de saúde na região formam condições que propiciam a emergência e reemergência de doenças zoonóticas (CONFALONIERE, 2000). Os assentamentos rurais, comuns na Amazônia brasileira, configuram-se em locais de risco de doenças veiculadas por mosquitos, devido à proximidade que esse tipo de ocupação tem com áreas florestadas (GOTTWALT, 2013).

As construções de assentamentos rurais na Amazônia brasileira, na década de 1960 pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), foram iniciativas do governo da época em colonizar a região. Milhares de migrantes, principalmente nordestinos, foram atraídos não só pelas promessas de terras que poderiam ser cultivadas, mas também para trabalharem nas construções de estradas, hidrelétricas e aberturas de minas (TOURNEAU & BURSZTYN, 2010). Estima-se que o projeto da Reforma Agrária resultou em mais de 8.500 assentamentos, cobrindo mais de oito milhões de hectares em todo país, sendo que quase 90% do total de áreas de assentamento na Amazônia (EZZINE-DE-BLAS et al. 2011).

Essa política de expansão de fronteiras agrícolas na Amazônia levou a importantes mudanças ambientais, CALANDINO et al. 2012, ASSUNÇÃO & ROCHA (2016) e ALENCAR et al. (2016) relataram em seus estudos, que os assentamentos rurais foram as principais causas do desmatamento na Amazônia, e chegaram a representar 30% do

total de áreas desmatadas na região em 2014. Dentre os principais causadores do desmatamento nos assentamentos amazônicos brasileiros, estão a pecuária extensiva, extração ilegal de madeira e agricultura de corte e queima, que estão diretamente relacionados com às atividades produtivas dos assentados (ALENCAR et al. 2016).

Atreladas as questões do desmatamento extensivo, nos assentamentos rurais persistem diversos problemas sociais, como condições precárias de moradia e saneamento básico e dificuldade do acesso a saúde e educação (BERGAMASCO, 1997; LIMA & LOPES, 2012). Devido aos fatores biológicos envolvidos na dinâmica ecológica dos mosquitos, como hábitos comportamentais da população e precariedade assistencial por parte do governo, essas populações podem ficar mais expostas as incidências de doenças veiculadas por mosquitos.

A malária é a doença mais comumente relatada nessas comunidades, com um extenso histórico que correlacionam o modelo de ocupação com o desmatamento, vitimando e levando a óbito diversas pessoas. CHAVES et al. (2018) correlacionaram a incidência de malária com padrão de fragmentação da floresta por ações antrópicas e observaram que para cada quilômetro quadrado de área desmatada, ocorre 27 novos casos de malária. SANTOS et al. 2009 ao analisarem casos de malária em um assentamento rural a partir de fatores ambientais e sociais, constataram a incidência parasitária foi de 493 casos por 1.000 habitantes, sendo os casos, concentrados principalmente em áreas próximas aos garimpos, a malária foi mais frequente no sexo masculino, com grau de instrução em média de 5 anos de estudo e com faixa etária de 30 a 39 anos.

SANTOS & SILVA (2011) realizaram uma série histórica dos casos autóctones de malária dos anos de 2003 a 2010 em Rio Branco e constataram que durante esse período houve 5.394 casos, sendo em sua maioria ocorrendo em indivíduos do sexo masculino, com faixa etária de 10 a 19 anos, a prevalência de malária foi maior em assentamentos rurais (60,3%), seguido de região periurbanas (26,12) e urbana (6,7). Dados do Ministério da Saúde (MS, 2018), apontaram que os casos de malária em assentamentos rurais representam hoje, cerca de pelos menos 127 mil ocorrências do total de 190 mil casos que foram registrados no Brasil somente o ano de 2017 (MS, 2018).

Por vezes as arboviroses são passadas despercebidas devido aos curtos períodos dos sintomas clínicos, associadas a falta de assistência médica e/ou indisponibilidade de diagnóstico laboratorial; ABAD-FRANCH et al. (2012) aplicaram um multimodelo para

avaliar fatores de risco relacionados ao vírus *Mayaro* em um assentamento rural amazônico e verificaram que a distância das casas para a floresta e o uso do mosquiteiro foram as principais variáveis de proteção, os animais domésticos foram variáveis que tiveram pouca ou nenhuma influência no risco de aquisição do vírus. Concluíram também que os trabalhadores estão expostos ao vírus *Mayaro*, por adentrarem na floresta e serem sujeitos a picadas pelo mosquito vetor diurno que habita a floresta, mas, devido aos achados de anticorpos do vírus em crianças sugeriram também que essa arbovirose esteja sendo transmitida em áreas peridomiciliares e intradomiciliares por mosquitos com hábitos noturnos.

Ressalta-se, portanto, a importância do fortalecimento das políticas públicas adequadas para o combate das doenças veiculadas por mosquitos, melhoria da infraestrutura nas cidades e zonas rurais e investimento na saúde e educação para assim, minimizar a emergência e reemergência de tais doenças.

## **2 Justificativa**

A prática exploratória adotada pelos assentados, associados a abertura de estradas, mineração, construção de barragens e outros acabam por ocasionar mudança na paisagem local, devido a perturbações que os habitats sofrem com ações antrópicas, e impactar na diversidade e abundância da fauna local, de forma que pode aumentar o risco de transmissão de doenças as populações residentes nas áreas impactadas (CONFALONIERI, 2000; CONFALONIERI, 2005; PATZ et al. 2000). O desmatamento é uma das mudanças que mais afeta a população de vetores, em especial de mosquitos pois, as alterações no uso do solo pode favorecer a população de anofelinos e outro culicídeos por apresentar condições favoráveis para o seu desenvolvimento, como presença de criadouros e fontes de repasto sanguíneo (homem e animais domésticos), e leva-los ao processo de sinantropização.

PEREIRA-SILVA (2017) estudou a ecologia de mosquitos adultos em ambientes florestados e antropizados da Agrovila de de Rio Pardo e constatou que a maior riqueza de espécies foi no ambiente de borda de floresta, enquanto que peridomicílio obteve a maior abundância de espécies de mosquitos; além disso, oito mosquitos vetores de arboviroses foram capturados no peridomicílio e borda de floresta e espécies tipicamente acrodentrófilos foram encontradas ao nível do solo. ABAD-FRANCH et al. (2012) observaram altas soroprevalências de pessoas para o vírus *Mayaro* no mesmo

assentamento, inclusive em pessoas que habitualmente não adentravam a floresta, como crianças pequenas e mulheres. Esse fato levou os autores a especular de que nessa comunidade, o vírus *Mayaro* não está sendo transmitido somente pelo vetor primário *Hg. janthinomys*, que é uma espécie diurna, associada a florestas, e sim também por vetores adaptados a áreas degradadas, noturnos e endofílicos. Esses dados podem dar um indicativo de que está havendo um direcionamento da fauna de mosquitos, especialmente dos considerados vetores, para ambientes mais alterados, no entanto, o fato de serem alados pode representar um viés no momento de correlacionar a espécie ao ambiente. Estudar os mosquitos imaturos, preferência de ambiente e local de oviposição é de suma importância para confirmar de fato a presença da espécie no ambiente, pois significa que o local oferece condições necessárias para o seu estabelecimento e desenvolvimento do ciclo de vida da espécie.

Portanto, esse projeto é justificado pela tendência de sinantropização de algumas espécies de mosquitos e transmissão de doenças, vista como um fator de risco no processo de saúde-doença das pessoas do assentamento de Rio Pardo. Ademais, identificar as espécies adaptadas aos ambientes antrópicos e seu comportamento pode fornecer subsídios para medidas de controle sanitário destes insetos.

### **3 Objetivos**

#### **3.1 Geral**

Avaliar a ocorrência de sinantropização de mosquitos em duas paisagens com diferentes graus de antropização (desmatamento e ocupação) em um assentamento rural amazônico.

#### **3.2 Específicos**

Identificar a composição, abundância e riqueza da fauna de mosquitos em paisagens com alta densidade populacional/ alto desmatamento e baixa densidade populacional/ baixo desmatamento em um assentamento rural amazônico.

Identificar a composição, abundância e riqueza da fauna de mosquitos nos ambientes de floresta, borda de floresta e peridomicílio em um assentamento rural amazônico.

Identificar a composição, abundância e riqueza da fauna de mosquitos em larvitrapa de internódio de bambu, recipiente plástico e pneu, em um assentamento rural amazônico.

## 4 Metodologia

### 4.1 Local de estudo

As coletas foram realizadas na Agrovila de Rio Pardo (ARP) ( $S01^{\circ}49'02.4''$   $W060^{\circ}19'03.6''$ ), município de Presidente Figueiredo, Amazonas, estando à distância de 160 km de Manaus com acesso pela BR-174, fazendo limite com a agrovila Canoas, a Reserva Indígena Waimiri - Atroari e com terras privadas ou da União (Figura 1).

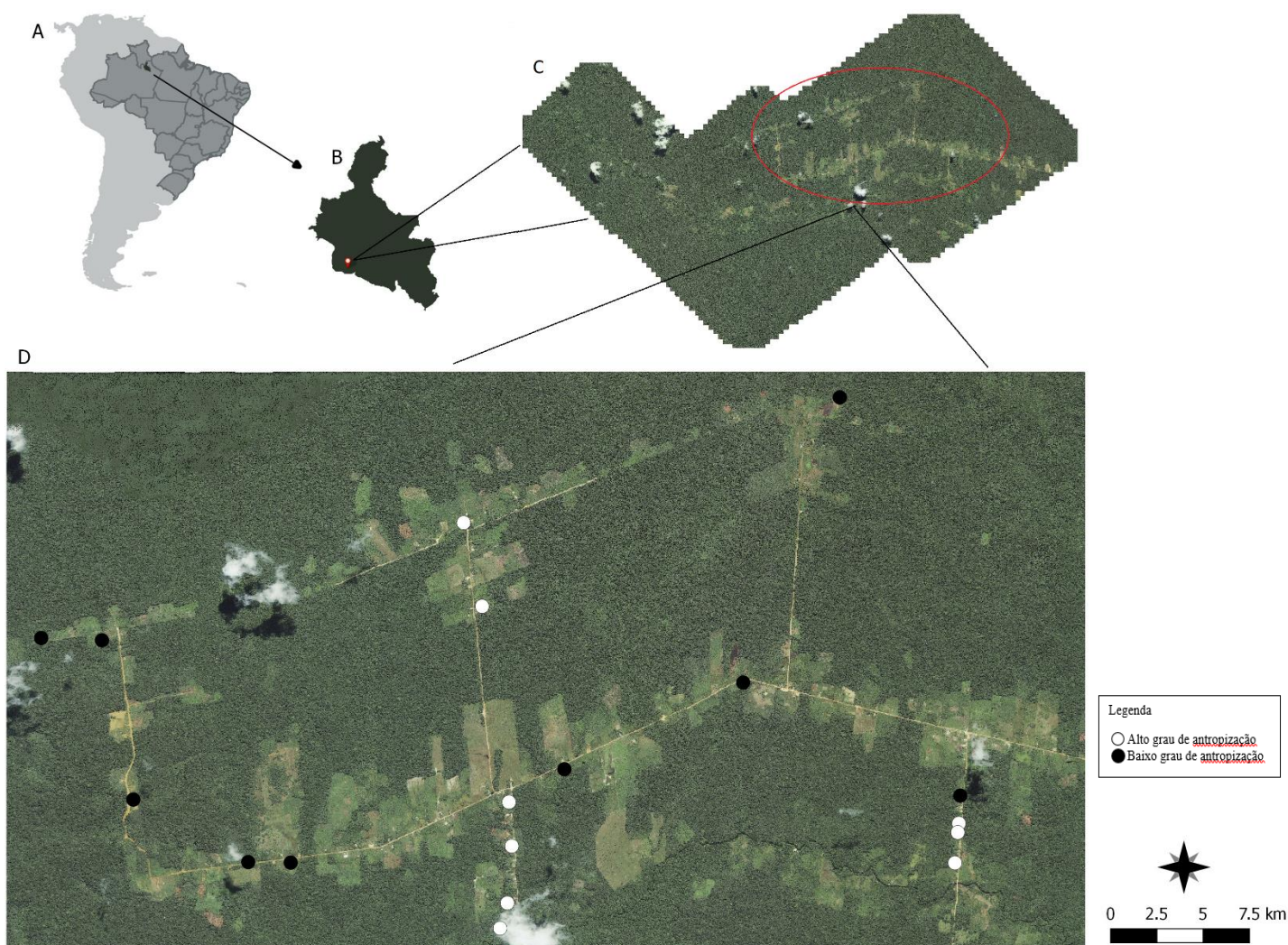


Figura 1: Localização geográfica da área de estudo, onde se destacam: A – Em diferentes tons de cinzas; América do Sul; Brasil e município de Presidente Figueiredo. B – Realce da delimitação da área do município de Presidente Figueiredo e sinalização da agrovila de Rio Pardo. C - Agrovila de Rio Pardo e em destaque, ramais onde foram distribuídas larvitrapas para as colatas de imaturos de mosquitos. D – Localização dos pontos de coletas ao longo dos ramais da agrovila, onde os círculos brancos representam a Alta densidade populacional e o Alto desmatamento e os pretos, a Baixa densidade populacional e o Baixo desmatamento. A imagem de satélite foi obtida por IKONOS™ e adaptado por Fonseca, F. Acervo LEDTA.



A ARP (Figuras 2 e 3) foi criada oficialmente pelo Instituto Nacional de Colonização da Reforma Agrária (INCRA) em 1996, em uma área de floresta tropical densa de terra firme. O clima da região caracteriza-se como tropical úmido, conforme classificação de Koppen, com temperatura média anual de 27 °C. Na agrovila ocorrem dois períodos climáticos: um período chuvoso (de novembro a maio) e um período seco (de junho a outubro).

Existem na ARP seis ramais não pavimentados (figura 1) e uma parte dos lotes se localiza ao longo das margens do igarapé principal, o Rio Canoas. As águas do Rio Canoas são barrentas, enquanto os tributários locais são, na sua grande maioria, igarapés de águas claras ou pretas (Figura 4).

Para o auxílio nos estudos de campo nas dependências da agrovila, o Instituto Leônidas e Maria Deane (ILMD) possui uma base permanente de trabalho de campo estruturada e com laboratório. Dados do censo da população de Rio Pardo, realizado pela equipe do ILMD em 2015 apontaram aproximadamente 550 moradores. As principais atividades econômicas da comunidade são a agricultura e pecuária de pequeno porte, extrativismo vegetal (madeiras, castanha, ervas medicinais) e animal (pesca e caça) e criação de peixes em viveiros.



Figura 2. Localização de casa próxima a pequeno igarapé. Agrovila de Rio Pardo, Presidente Figueiredo, Amazonas. Acervo LEDTA.



Figura 3. Característica física de grande parte das casas da Agrovila de Rio pardo, Presidente Figueiredo, Amazonas. Acervo LEDTA.

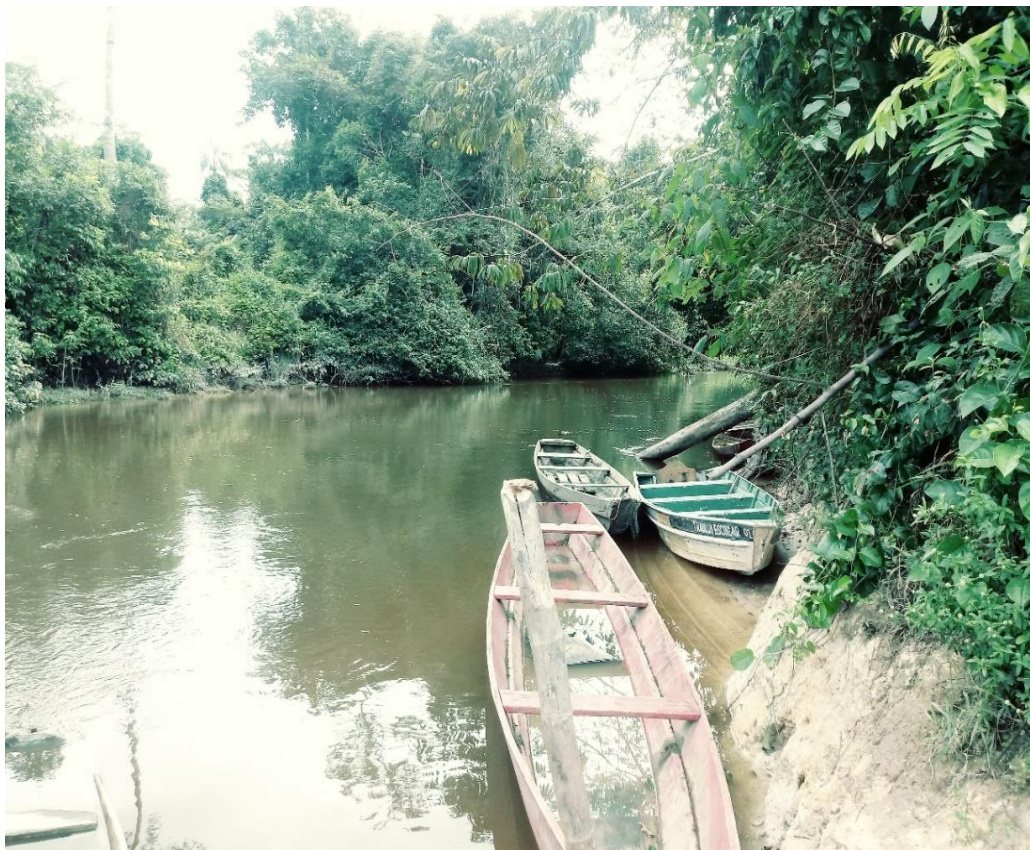


Figura 4. Igarapé principal, conhecido como Rio Canoas; Agrovila de Rio Pardo, Presidente Figueiredo, Amazonas. Acervo LEDTA.

#### 4. 2 Desenho amostral

A área delimitada para o estudo foi classificada em duas categorias: 1 - Baixa densidade populacional/ Baixo desmatamento (BDenP/BDes) e 2 - Alta densidade populacional/ Alto desmatamento (ADenP/ADes).

Os critérios utilizados para a escolha das categorias de (BDenP/BDes) e (ADenP/ADes) foram:

Floresta com baixo desmatamento: ( $\leq 43\%$  área desmatada); Baixa densidade populacional ( $\leq 15$  moradores) (Figura 5).

Floresta com alto desmatamento: ( $> 43\%$  área desmatada); Alta densidade populacional ( $> 15$  moradores) (Figura 6).

As porcentagens de desmatamento e densidade populacional foram selecionadas de maneira arbitrária. Dados detalhados das unidades domiciliares foram obtidas através do censo realizado em 2015 pelo Instituto Leônidas e Maria Deane. Todas as unidades domiciliares foram georreferenciadas com auxílio do GPS (Global Positioning System) e

as imagens de satélites da área e das unidades domiciliares foram obtidas através do software livre QGIS versão 3.2.

O desenho amostral realizado foi com base na espécie de mosquito mais abundante da região, o *Cx. quinquefasciatus*, em levantamento prévio mostrado por Pereira-Silva (2017). Ao final, foram escolhidos 18 pontos amostrais, nove pontos em cada categoria. Cada ponto amostral abrangeu um perímetro de 200 metros e foi composto por ambiente de floresta, borda de floresta e peridomicílio.



Figura 5: Ponto amostral de armadilhas do tipo larvitampa para coletas de mosquitos imaturos, caracterizado por possuir baixa densidade populacional e baixo desmatamento, agrovila de Rio Pardo, Presidente Figueiredo, Amazonas. Foto Victor Souza, LEDTA.



Figura 6: Ponto amostral de armadilhas do tipo larvitampa para coletas de mosquitos imaturos, caracterizado por possuir alta densidade populacional e alto desmatamento, agrovila de Rio Pardo, Presidente Figueiredo, Amazonas. Foto Victor Souza, LEDTA.

### 4.3 Coletas entomológicas

Foram realizadas quatro coletas de campo ao longo do estudo, intercaladas por um período de 15 dias, durante os meses de novembro (2017), janeiro e fevereiro (2018). Para a captura dos imaturos foram utilizados três diferentes tipos de larvitampas: internódio de bambu, recipiente plástico e pneu (Figura 7). Foram instaladas uma unidade de cada tipo de armadilha, distribuídos nos ambientes de floresta, borda de floresta e peridomicílio, separadas por uma distância mínima de 7m e a 1m do solo, ao final, resultou em 9 armadilhas por ponto amostral e 162 armadilhas por evento de coleta (Figura 8). As armadilhas foram preenchidas com cerca de 500ml de água oriunda de torneira, obtida de cacimba não tratada, localizada na base de campo do ILMD, localizado no ARP.

Decorridos 15 dias após a instalação das armadilhas, o conteúdo que ali se encontrava foi coletado, acondicionado em sacos plásticos e etiquetado, e a armadilha preenchida novamente com água. As larvas coletadas foram inicialmente triadas, visando

separa-las de ocasionais predadores, e criadas em recipientes plásticos contendo a água e o material orgânico, originários do momento da coleta (Figuras 9 e 10). No laboratório os recipientes plásticos, onde continham os imaturos, foram verificados diariamente para observar se já havia larvas de quarto instar ou então emergido o mosquito adulto.

Foram identificadas, quando possível, até nível específico, os mosquitos coletados criados; larvas de quarto instar e adultos, com auxílio das chaves de identificação de LANE (1953), FORATTINI (2002), CONSOLI & LOURENÇO-DE-OLIVEIRA (1994), ZAVORTINK (1968). Os gêneros foram abreviados de acordo com REINERT (2009). Após a identificação, as larvas de quarto instar das espécies identificadas foram armazenadas em microtubos contendo álcool e os adultos, em tubos feitos com papel alumínio e preservados com cilica e naftalina.



Figura 7. Larvitrapas utilizadas para a captura de mosquitos da agrovila de Rio Pardo, Presidente Figueiredo, Amazonas. A – recipiente plástico; B – internódio de bambu; C – pneu. Acervo LEDTA.



Figura 8: Instalações das larvitrapas na agrovila de Rio Pardo, Presidente Figueiredo, Amazonas; A – internócio de bambu; B – pneu; C – recipiente plástico; D – coleta do material. As setas apontaram para as larvitrapas instaladas e a coleta do material. Acervo LEDTA.





Figura 9: Criação dos imaturos de mosquitos no laboratório EDTA, oriundos de coletas realizadas em larvitampas na agrovila de Rio Pardo, Presidente Figueiredo, Amazonas. Acervo LEDTA.

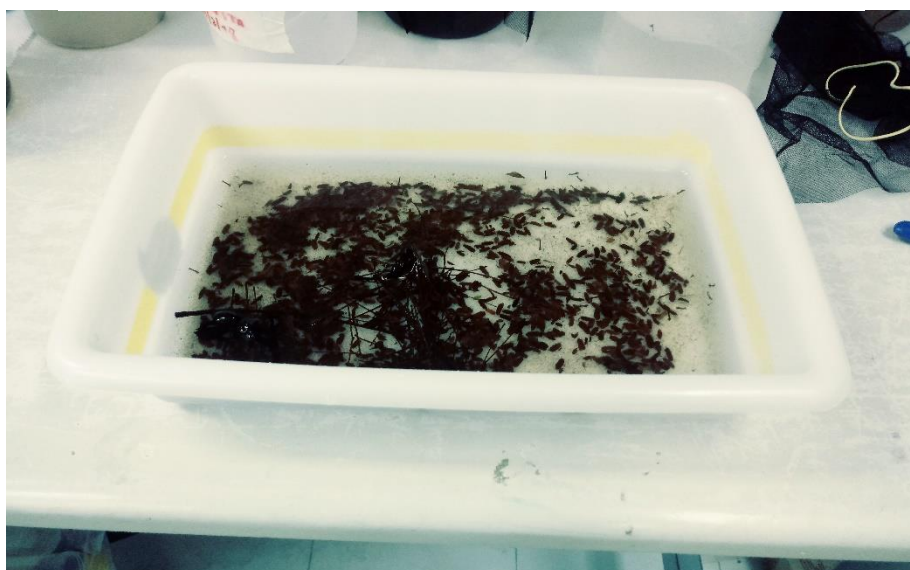


Figura 10: Matéria orgânica utilizada para a alimentação das larvas de mosquitos, coletadas em larvitampas na agrovila de Rio Pardo, Presidente Figueiredo, Amazonas e criadas no LEDTA. Acervo LEDTA.

#### 4.4 Análise dos dados

Os dados obtidos oriundos da criação das larvas foram quantificados, identificadas e tabulados em planilhas no Microsoft Excel versão 1.5, com informações sobre local da captura, armadilha, espécie, data e coordenadas geográficas, obtidas através de GPS. Os índices de diversidade de Shannon-Wiener ( $H'$ ), índice de equitabilidade de Pielou ( $J'$ ) e índice de similaridade de Jaccard ( $C_j$ ) foram calculados com o auxílio do software DivEs, versão 2.0 e Past versão 3.14.

Fórmulas dos índices de diversidade, equitabilidade e similaridade utilizados no estudo:

- Índice de Shannon-Wiener ( $H'$ )

$$H' = \frac{\left[ N \ln(N) - \sum_{i=1}^S n_i \ln(n_i) \right]}{N}$$

$H'$  = Índice de Shannon-Wiener.

$n_i$  = Número de indivíduos amostrados da  $i$ -ésima espécie.

$N$  = Número total de indivíduos amostrados.

$S$  = Número total de espécies amostradas.

$\ln$  = logaritmo de base neperiana.

Quanto maior o valor de  $H'$ , maior será a diversidade da população estudada. Este índice expressa riqueza e uniformidade.

- Equitabilidade de Pielou ( $J'$ )

$$J = \frac{H'}{H \max.}$$

$H \max = \ln(S)$

$J'$  = Equitabilidade de Pielou.

$S$  = Número total de espécies amostradas.

$H'$  = Índice de diversidade de Shannon-Wiener.

O índice de Equitabilidade pertence ao intervalo [0,1], onde 1 representa a máxima diversidade, ou seja, todas as espécies são igualmente abundantes.

- Similaridade de Jaccard (Cj)

$$J = \frac{S_{com}}{s_1 + s_2 - S_{com}}$$

J' = Similaridade de Jaccard

S<sub>com</sub> = Número de espécies comuns em duas amostras.

s<sub>1</sub> e s<sub>2</sub> = Número total de espécies em cada uma das amostras.

S = Total de espécies no conjunto da amostra.

O índice de Jaccard indica a proporção de espécies compartilhadas entre duas amostras em relação ao total de espécies.

Para calcular o esforço amostral realizado no estudo, foram utilizadas curvas de rarefações das espécies em função da frequência de indivíduos capturados para determinar se o número de imaturos coletados atingiu o ponto em que a riqueza de espécies é saturada. As curvas de rarefação foram obtidas pelo programa Past versão 3.14.

Para verificar a influência das categorias, ambientes e armadilhas sobre a composição das espécies de mosquitos, foi aplicado uma análise de variância multivariada permutacional (PERMANOVA), que consistiu em uma análise não paramétrica multivariada baseada em permutações. O escalonamento multidimensional não métrico (NMDS) foi utilizado para visualizar espacialmente a similaridade ou dissimilaridade da diversidade de espécies nos ambientes estudados. Também foi utilizado o Valor de Indicação de Espécies (IndVal) para verificar a fidelidade e especificidade que as espécies apresentam com um determinado ambiente. Essas análises foram realizadas no RStudio, utilizando os pacotes vegan, lme4, ggplot2, reshape2 e labdsv.

*Culex (Melanoconion)* seção Melanoconion foi considerado aqui como uma espécie e, portanto, inclusa em todas as análises estatísticas realizadas ao longo do estudo. O subgênero *Melanoconion* apresenta um complexo de espécies pouco estudado, a identificação a nível de espécie é somente em conjunto de caracteres morfológicos de

larvas, pupas e machos, sendo as fêmeas indistinguíveis, o que dificulta o processo de identificação.

#### **4.5 Considerações éticas**

Para a coleta do material, o coordenador do projeto possui licença permanente SISBIO: N° 12186.

### **5 Resultados**

#### **5.1 Composição geral da fauna de mosquitos**

O esforço amostral do estudo foi de 16 dias, distribuídos em quatro coletas e 384 horas/ armadilha, totalizando ao final 62.208 horas de coleta. Considerando-se que havia nove larvitrapas em cada um dos 18 pontos amostrais e observando-se a colonização de mosquitos nos mesmos, chegou-se ao número de 588 (91%) análises de larvitrapas, das 648 programadas. Portanto, 60 (09%) larvitrapas foram retiradas das análises por circunstâncias alheias ao trabalho (furto, deslocamento mecânico com perda de água, completa evaporação de água).

Foram coletados 10.131 imaturos de culicídeos, agrupados em 10 gêneros e 20 espécies (Tabela 1). Os gêneros mais abundantes foram *Culex* (45,42%), *Trichoprosopon* (27,10%) e *Limatus* Theobald (12,99%). Os gêneros menos abundantes foram *Haemagogus* Williston (0,44%), *Wyeomyia* Theobald (0,42%) e *Ochlerotatus* Lynch Arribálzaga (0,07%) (Tabela 1).

Tabela 1: Gêneros dos mosquitos imaturos coletados em larvitrapas de internódio de bambu, recipiente plástico e pneu, durante os meses de novembro (2017) e janeiro e fevereiro (2018), na agrovila de Rio Pardo, Presidente Figueiredo, Amazonas.

| Gênero                | Número de indivíduos | %     |
|-----------------------|----------------------|-------|
| <i>Aedes</i>          | 577                  | 5,70  |
| <i>Culex</i>          | 4.602                | 45,42 |
| <i>Haemagogus</i>     | 45                   | 0,44  |
| <i>Limatus</i>        | 1.316                | 12,99 |
| <i>Ochlerotatus</i>   | 7                    | 0,07  |
| <i>Orthopodomyia</i>  | 59                   | 0,58  |
| <i>Sabethes</i>       | 393                  | 3,88  |
| <i>Toxorhynchites</i> | 343                  | 3,39  |
| <i>Trichoprosopon</i> | 2.746                | 27,10 |
| <i>Wyeomyia</i>       | 43                   | 0,42  |
| Total                 | 10.131               | 100   |

As espécies mais abundantes foram *Cx. urichii* Coquillett com 2.988 espécimes (29,5%), *Tr. digitatum* Theobald com 2.746 espécimes (27,1%), *Cx. (Melanoconion) spp* com 1.052 espécimes (10,4%), *Li. durhamii* Theobald com 947 espécimes (9,3%), *Ae. albopictus* com 577 espécimes (5,7%), *Cx. nigripalpus* Theobald com 558 espécimes (5,5%). As demais espécies ocorreram em menor abundância, e juntas representaram 12,5% do total de espécimes. A espécie *Sa. amazonicus* Gordon & Evans apresentou um único exemplar (Tabela 2).

Tabela 2: Composição da fauna de mosquitos imaturos coletados em larvitrapas de internódio de bambu, recipiente plástico e pneu, durante os meses de novembro (2017) e janeiro e fevereiro (2018), na agrovila de Rio Pardo, Presidente Figueiredo, Amazonas.

| Espécie                         | Número de indivíduos | %     |
|---------------------------------|----------------------|-------|
| <i>Aedes albopictus</i> *       | 577                  | 5,70  |
| <i>Culex (Melanoconion) spp</i> | 1.052                | 10,38 |
| <i>Culex nigripalpus</i> *      | 558                  | 5,51  |
| <i>Culex quinquefasciatus</i> * | 4                    | 0,04  |
| <i>Culex urichii</i>            | 2.988                | 29,49 |
| <i>Haemagogus janthinomys</i> * | 45                   | 0,44  |
| <i>Limatus durhamii</i> **      | 947                  | 9,35  |
| <i>Limatus flavisetosus</i> **  | 369                  | 3,64  |

|                                       |               |            |
|---------------------------------------|---------------|------------|
| <i>Ochlerotatus argyrothorax</i> **   | 7             | 0,07       |
| <i>Orthopodomyia fascipes</i>         | 59            | 0,58       |
| <i>Sabethes albiprivus</i> **         | 32            | 0,32       |
| <i>Sabethes amazonicus</i>            | 1             | 0,01       |
| <i>Sabethes belisarioi</i> **         | 3             | 0,03       |
| <i>Sabethes chloropterus</i> *        | 26            | 0,26       |
| <i>Sabethes cyaneus</i> *             | 4             | 0,04       |
| <i>Sabethes glaucodaemon</i> **       | 18            | 0,18       |
| <i>Sabethes tridentatus</i>           | 309           | 3,05       |
| <i>Toxorhynchites haemorrhoidalis</i> | 343           | 3,39       |
| <i>Trichoprosopon digitatum</i> **    | 2.746         | 27,10      |
| <i>Wyeomyia aporonomia</i> **         | 43            | 0,42       |
| <b>Total</b>                          | <b>10.131</b> | <b>100</b> |

\* Espécies vetoras de arbovirose

\*\* Espécies com registros de infecções naturais para arbovirus

## **5.2 Fauna de mosquitos categorizadas em Alta Densidade Populacional/ Alto Desmatamento (ADenP/ADes) e Baixa Densidade Populacional/ Baixo Desmatamento (BDenP/BDes)**

A categoria de ADenP/ADes apresentou uma abundância de 5.123 espécimes coletados (50,6%) distribuídas em 19 espécies. A maior abundância de espécies foi no ambiente de floresta (2.400 espécimes) e a espécie mais abundante foi *Cx. urichii* (1.918 espécimes). Quanto a diversidade, o ambiente que se destacou foi o de borda de floresta, com 17 espécies, seguido de peridomicílio, com 15 espécies e floresta, com 14 espécies (Tabela 3).

A categoria BDenP/BDes apresentou uma abundância de 5.008 espécimes coletados (49,4%) de um total de 17 espécies. A maior abundância foi encontrada no ambiente de floresta (1.829 espécimes) e a espécie mais abundante foi *Tr. digitatum* (1.627 espécimes). Quanto a diversidade, destacaram-se os ambientes de floresta e borda de floresta, ambos com 15 espécies, já o peridomicílio apresentou 14 espécies coletadas (Tabela 3).

Tabela 3: Abundância de mosquitos coletados em armadilhas de larvitampas de internódio de bambu, recipiente plástico e pneu, durante os meses de novembro (2017) e janeiro e fevereiro (2018), na agrovila de Rio Pardo, Presidente Figueiredo, Amazonas, categorizadas em: Alta densidade populacional e Alto desmatamento e Baixa densidade populacional e Baixo desmatamento.

| Espécie                               | Alta densidade populacional/Alto desmatamento | %     | Baixa densidade populacional/Baixo desmatamento | %     |
|---------------------------------------|---|-------|---|-------|
| <i>Aedes albopictus</i>               | 360   | 7,03  | 217   | 4,33  |
| <i>Culex (Melanoconion) spp</i>       | 434   | 8,47  | 618   | 12,3  |
| <i>Culex nigripalpus</i>              | 214   | 4,18  | 344   | 6,87  |
| <i>Culex quinquefasciatus</i>         | 4   | 0,08  | 0   | 0,00  |
| <i>Culex urichii</i>                  | 1.918   | 37,44 | 1.070   | 21,30 |
| <i>Haemagogus janthinomys</i>         | 24  | 0,47  | 21  | 0,42  |
| <i>Limatus durhamii</i>               | 409   | 7,98  | 538   | 10,70 |
| <i>Limatus flavisetosus</i>           | 161   | 3,14  | 208   | 4,15  |
| <i>Ochlerotatus argyrothorax</i>      | 7   | 0,14  | 0   | 0,00  |
| <i>Orthopodomyia fascipes</i>         | 41  | 0,80  | 18  | 0,36  |
| <i>Sabethes albiprivus</i>            | 9   | 0,18  | 23  | 0,46  |
| <i>Sabethes amazonicus</i>            | 1   | 0,02  | 0   | 0,00  |
| <i>Sabethes belisarioi</i>            | 0   | 0,00  | 3   | 0,06  |
| <i>Sabethes chloropterus</i>          | 16  | 0,31  | 10  | 0,20  |
| <i>Sabethes cyaneus</i>               | 1   | 0,02  | 3   | 0,06  |
| <i>Sabethes glaucodaemon</i>          | 10  | 0,20  | 8   | 0,16  |
| <i>Sabethes tridentatus</i>           | 179   | 3,49  | 130   | 2,60  |
| <i>Toxorhynchites haemorrhoidalis</i> | 186   | 3,63  | 157   | 3,13  |
| <i>Trichoprosopon digitatum</i>       | 1.119   | 21,84 | 1.627   | 32,40 |
| <i>Wyeomyia aporonoma</i>             | 30  | 0,59  | 13  | 0,26  |
| Total                                 | 5.123   | 100   | 5.008   | 100   |

A categoria de BDenP/ BDes obteve uma maior diversidade de espécies, assim como também uma maior equitabilidade de espécimes entre as espécies ( $H' = 1,963$ ;  $J' = 0,6929$ ), quando comparado com a categoria de ADenP/ ADes ( $H' = 1,93$ ;  $J' = 0,6554$ ).

A composição das espécies de mosquitos entre as categorias ADenP/ADes e BDenP/BDes não teve diferença estatisticamente significativa (PERMANOVA pseudo- $F = 0.56451$ ,  $p = 0.7495$ ). O teste de Mann-Whitney U também não demonstrou diferença significativa entre as duas categorias, quanto a diversidade de espécies de mosquitos ( $p = 0,97758$ ).

Em relação a curva de rarefação é possível observar que em ambas as categorias (ADenP/ ADes e BDenP/ BDes) as curvas atingiram as assíntotas, sendo que em ADenP/ ADes a curva estabilizou-se em torno de 3.500 indivíduos e 19 espécies e em BDenP/ BDes a partir de 2.000 indivíduos e 17 espécies (Figura 11).

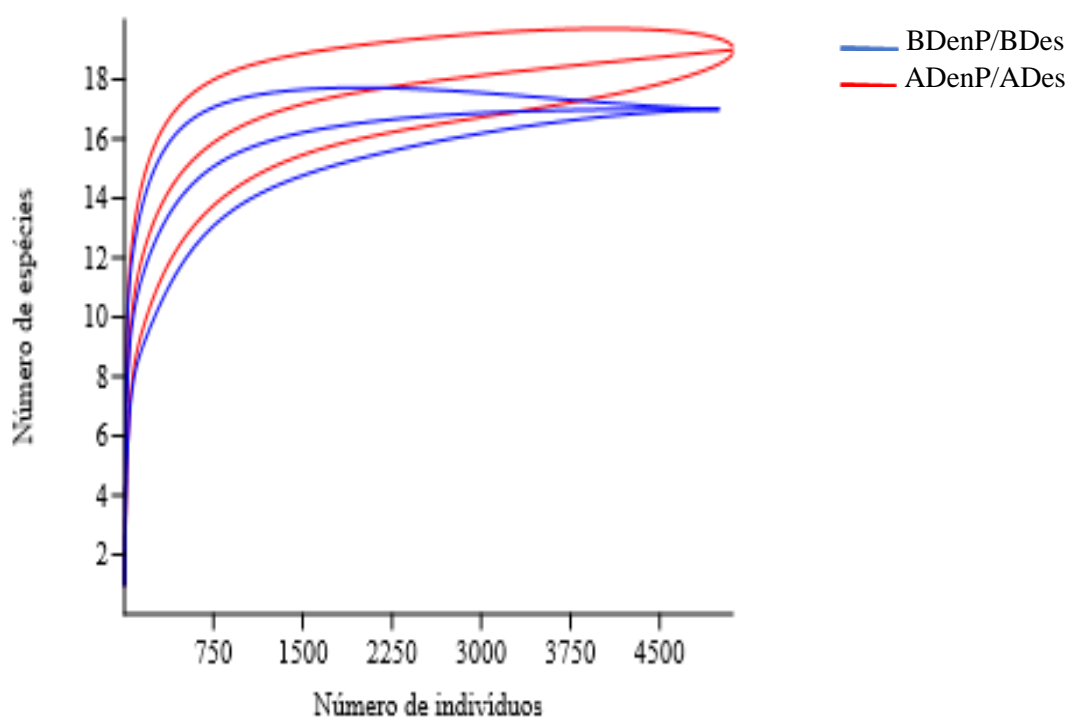


Figura 11: Curvas de rarefação representando a riqueza acumulada das espécies de mosquitos imaturos coletados em larvitampas de internódio de bambu, recipiente plástico e pneu, durante os meses de novembro (2017) e janeiro e fevereiro (2018), nas categorias de Alta densidade populacional/ Alto desmatamento (ADenP/ADes) e Baixa densidade populacional/ Baixo desmatamento (BDenP/BDes), na agrovila de Rio Pardo, Presidente Figueiredo, Amazonas.



A análise feita pelo índice de diversidade de Rényi, para avaliar a composição das espécies entre as categorias, mostrou que a BDenP/BDes possuiu uma maior diversidade quando comparada com a ADenP/ ADes (Figura 12). Ao calcular o indicador das espécies (IndVal) entre as categorias, não foi possível encontrar correlação de especificidade e fidelidade das espécies de mosquitos com as categorias.

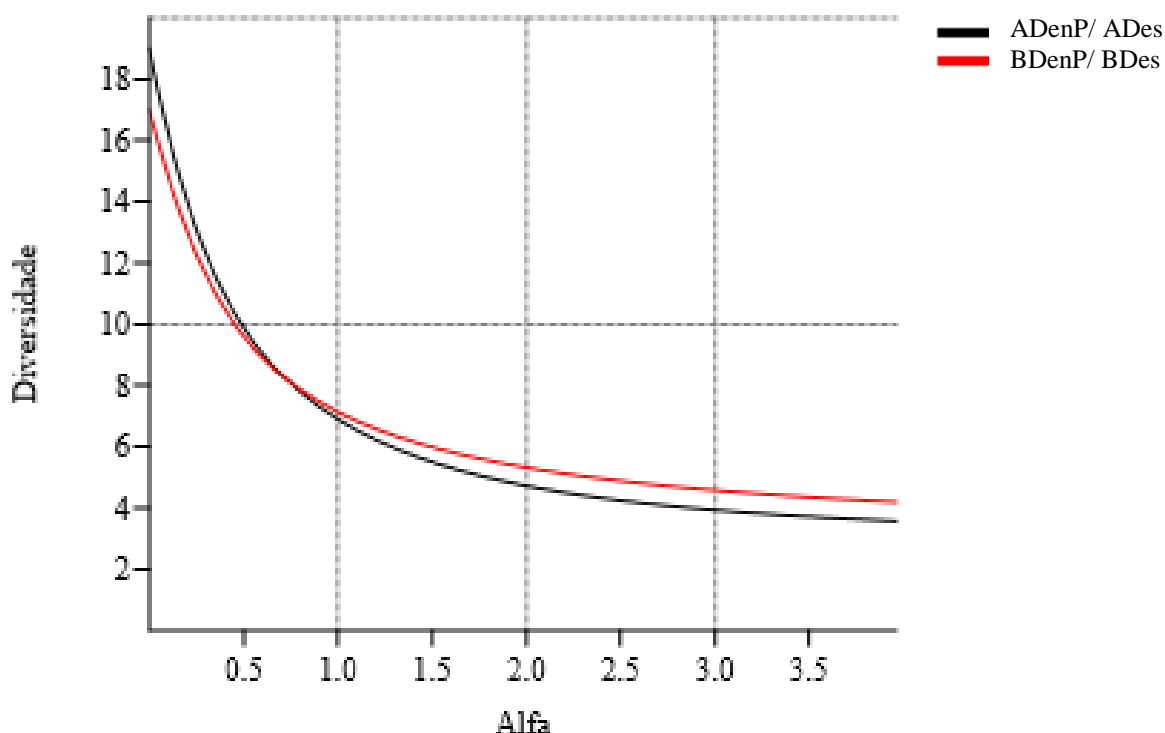


Figura 12: Perfis de diversidade de Rényi em função da diversidade de espécies de mosquitos imaturos coletados em larvitrapas de internódio de bambu, recipiente plástico e pneu, no período de novembro (2017) e janeiro e fevereiro (2018), nas categorias de Alta densidade populacional/ Alto desmatamento (ADenP/ADes) e Baixa densidade populacional/ Baixo desmatamento (BDenP/BDes), na agrovila de Rio Pardo, Presidente Figueiredo, Amazonas. Eixo X: Alfa = log riqueza; 1 = Índice de Shannon; 2 = Índice de Simpson. Eixo Y: diversidade de espécies coletadas no estudo.

### 5.3 Composição de espécies de mosquitos entre os ambientes: floresta, borda de floresta e peridomicílio

O ambiente de floresta apresentou abundância de 4.229 espécimes (41,74%) (Figura 13) e 16 espécies. As espécies mais abundantes desse ambiente foram *Cx. urichii* com 1.789 espécimes (42,30%), seguido por *Tr. digitatum*, com 1.170 espécimes (27,67), e *Culex (Melanoconion) spp*, com 500 espécimes (11,82%). As espécies menos abundantes foram *Sa. chloropterus* (von Humboldt), com quatro espécimes (0,09%), *Sa.*

*glaucodaemon* (Dyar & Shannon), com dois espécimes (0,05%) e *Sa. amazonicus*, com um espécime (0,02%) (Tabela 4).

O ambiente de borda de floresta obteve uma abundância de 2.826 espécimes (27,89%) (Figura 13), distribuídos em 18 espécies. As espécies mais abundantes foram *Tr. digitatum*, com 685 espécimes (24,24%), *Cx. urichii*, com 668 espécimes (23,64%) e *Li. durhamii*, com 449 espécimes (15,89%). As espécies menos abundantes foram *Cx. quinquefasciatus* e *Sa. cyaneus* (Fabricius), ambos com 4 espécimes (0,14%) e *Oc. argyrothorax* Bonne-Wepster & Bonne, com apenas um único exemplar (0,04%) (Tabela 4).

O ambiente de peridomicílio apresentou abundância de 3.076 espécimes (30,36%) (Figura 13), distribuídas em 16 espécies. As espécies mais abundantes foram *Tr. digitatum* com 891 espécimes (28,97%), *Cx. urichii* com 531 espécimes (17,26%) e *Ae. albopictus* com 484 espécimes (15,73%). As espécies menos abundantes foram *Oc. agyrothorax*, com seis espécimes (0,20%), seguido por *Sa. belisarioi* Neiva, com três espécimes (0,10%) e *Sa. albiprivus* Theobald, com um exemplar (0,03%) (Tabela 4).

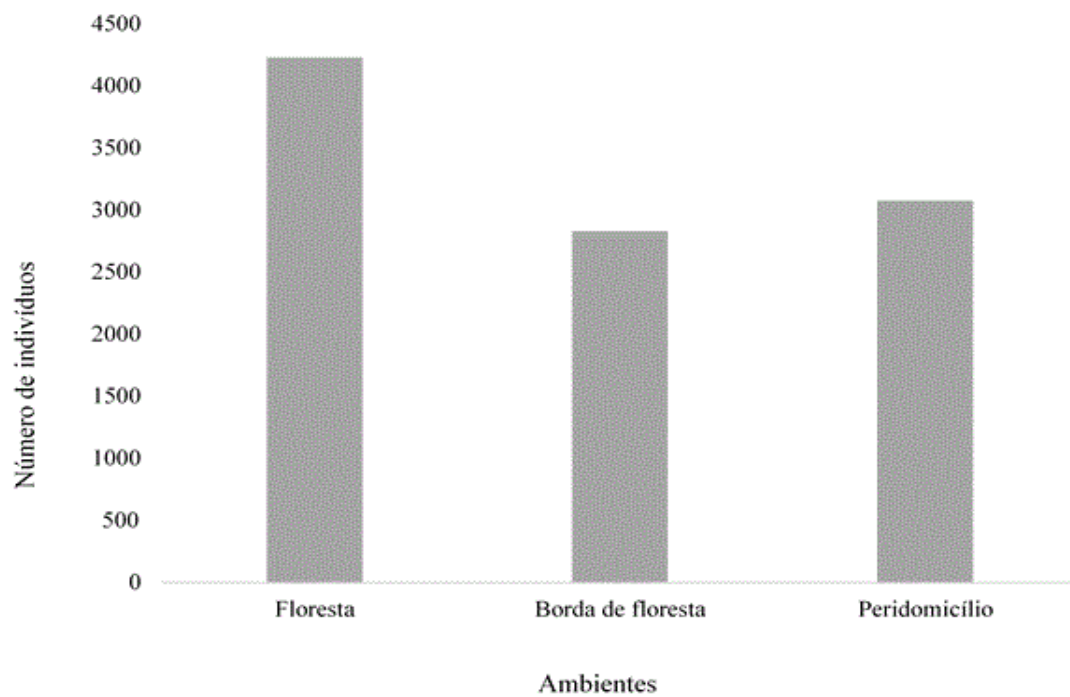


Figura 13: Abundância de mosquitos imaturos nos ambientes de floresta, borda de floresta e peridomicílio, coletados em larvitrapas de internódio de bambu, recipiente plástico e pneu, no período de novembro (2017) e janeiro e fevereiro (2018), na agrovila de Rio Pardo, Presidente Figueiredo, Amazonas.

Tabela 4: Abundância de espécies de mosquitos imaturos coletados em larvitampas de internódio de bambu, recipiente plástico e pneu, no período de novembro (2017) e janeiro e fevereiro (2018) e distribuídas entre os ambientes de floresta, borda de floresta e peridomicílio, na agrovila de Rio Pardo, Presidente Figueiredo, Amazonas.

| Espécie                               | Floresta | %     | Borda | %     | Peridomicílio | %     |
|---------------------------------------|----------|-------|-------|-------|---------------|-------|
| <i>Aedes albopictus</i>               | 44       | 1,04  | 49    | 1,73  | 484           | 15,73 |
| <i>Culex (Melanoconion) spp</i>       | 500      | 11,82 | 365   | 12,92 | 187           | 6,08  |
| <i>Culex nigripalpus</i>              | 221      | 5,23  | 164   | 5,80  | 173           | 5,62  |
| <i>Culex quinquefasciatus</i>         | 0        | 0,00  | 4     | 0,14  | 0             | 0,00  |
| <i>Culex urichii</i>                  | 1.789    | 42,30 | 668   | 23,64 | 531           | 17,26 |
| <i>Haemagogus janthinomys</i>         | 5        | 0,12  | 10    | 0,35  | 30            | 0,98  |
| <i>Limatus durhamii</i>               | 114      | 2,70  | 449   | 15,89 | 384           | 12,48 |
| <i>Limatus flavisetosus</i>           | 141      | 3,33  | 176   | 6,23  | 52            | 1,69  |
| <i>Ochlerotatus argyrothorax</i>      | 0        | 0,00  | 1     | 0,04  | 6             | 0,20  |
| <i>Orthopodomyia fascipes</i>         | 18       | 0,43  | 41    | 1,45  | 0             | 0,00  |
| <i>Sabethes albiprivus</i>            | 19       | 0,45  | 12    | 0,42  | 1             | 0,03  |
| <i>Sabethes amazonicus</i>            | 1        | 0,02  | 0     | 0,00  | 0             | 0,00  |
| <i>Sabethes belisarioi</i>            | 0        | 0,00  | 0     | 0,00  | 3             | 0,10  |
| <i>Sabethes chloropterus</i>          | 4        | 0,09  | 11    | 0,39  | 11            | 0,36  |
| <i>Sabethes cyaneus</i>               | 0        | 0,00  | 4     | 0,14  | 0             | 0,00  |
| <i>Sabethes glaucodaemon</i>          | 2        | 0,05  | 9     | 0,32  | 7             | 0,23  |
| <i>Sabethes tridentatus</i>           | 75       | 1,77  | 63    | 2,23  | 171           | 5,56  |
| <i>Toxorhynchites haemorrhoidalis</i> | 106      | 2,51  | 108   | 3,82  | 129           | 4,19  |
| <i>Trichoprosopon digitatum</i>       | 1.170    | 27,67 | 685   | 24,24 | 891           | 28,97 |
| <i>Wyeomyia aporonoma</i>             | 20       | 0,47  | 7     | 0,25  | 16            | 0,52  |
| Total                                 | 4.229    | 100   | 2.826 | 100   | 3.076         | 100   |

O índice de diversidade de Shannon ( $H'$ ) mostrou que o ambiente de borda de floresta foi o mais diverso ( $H' = 2,04$ ), seguido pelo ambiente de peridomicílio ( $H' = 2,036$ ) e floresta ( $H' = 1,641$ ). A maior uniformidade na distribuição dos espécimes entre as espécies foi no ambiente de peridomicílio (índice de Pielou ( $J'$ ) = 0,7342) quando comparado com borda de floresta ( $J' = 0,7057$ ) e floresta ( $J' = 0,592$ ). O índice de similaridade de Jaccard ( $C_j$ ) mostrou maior semelhança na composição das espécies entre os ambientes de borda de floresta e peridomicílio ( $C_j = 0,7895$ ).

A comparação dos perfis de diversidade de Rényi para estimar a diversidade das espécies de mosquitos nos ambientes de floresta, borda de floresta e peridomicílio, mostrou que os ambiente de borda de floresta e peridomicílio possuam uma diversidade de espécies similares, com linhas intercruzando-se, quando avaliados os índices de Shannon (1.0) e Simpson (2.0). Já o ambiente de floresta apresentou uma diversidade inferior aos ambientes de borda de floresta e peridomicílio (Figura 14).

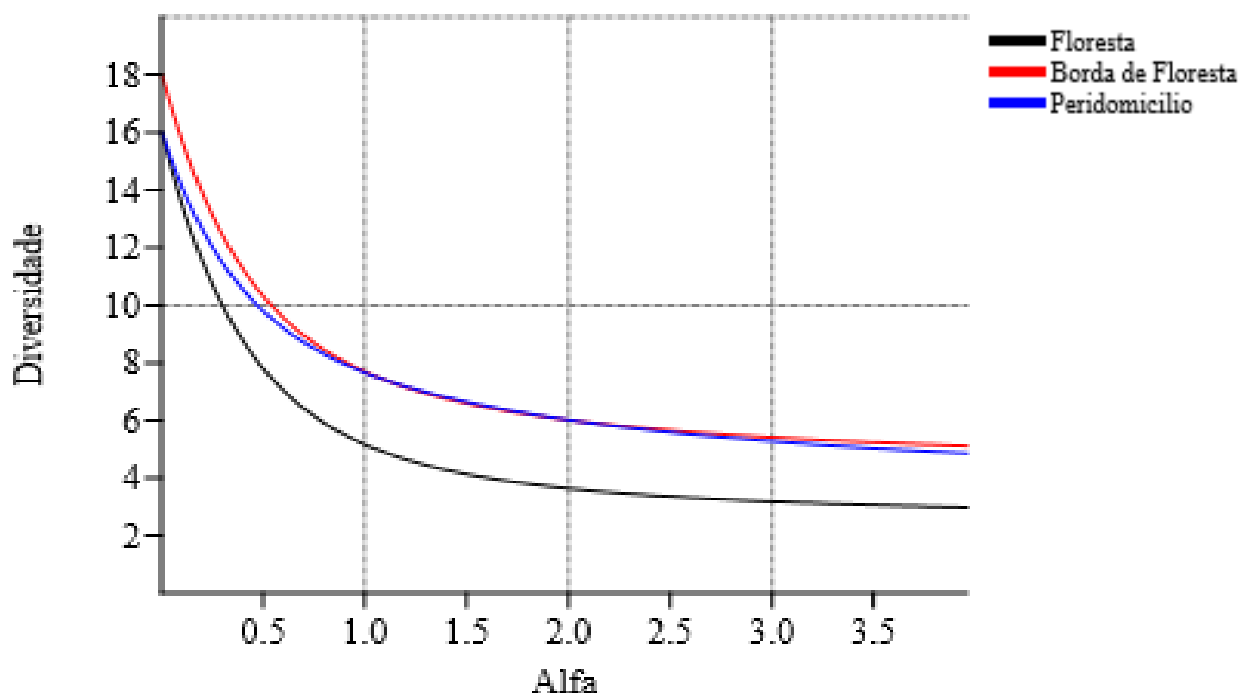


Figura 14: Perfis de diversidade de Rényi em função da diversidade de espécies de mosquitos imaturos coletados em larvitampas de internódio de bambu, recipiente plástico e pneu, no período de novembro (2017) e janeiro e fevereiro (2018), para as coletas realizadas nos ambientes de floresta, borda de floresta e peridomicílio, na agrovila de Rio Pardo, Presidente Figueiredo, Amazonas. Eixo X: Alfa = log riqueza; 1 = Índice de Shannon; 2 = Índice de Simpson. Eixo Y: diversidade de espécies coletadas no estudo.

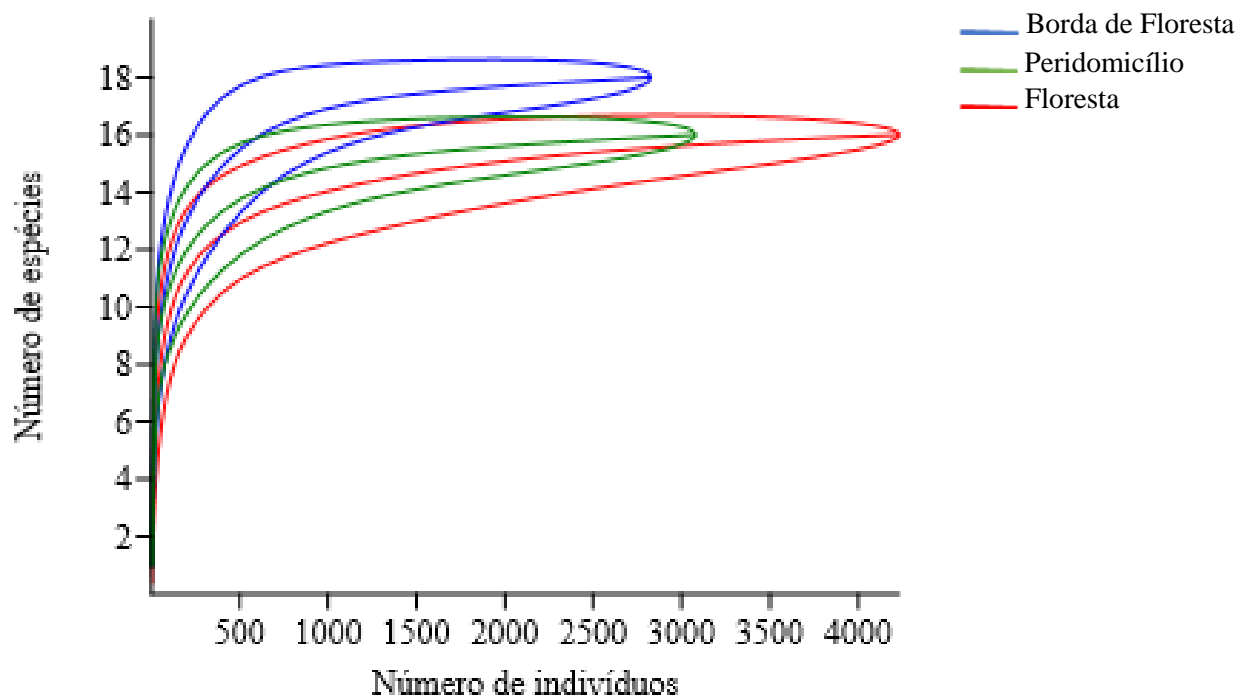


Figura 15: Curvas de rarefação representando a riqueza acumulada das espécies de mosquitos imaturos coletados em larvitampas de internódio de bambu, recipiente plástico e pneu, durante os meses de novembro (2017) e janeiro e fevereiro (2018), nos ambientes de floresta, borda de floresta e peridomicílio, na agrovila de Rio Pardo, Presidente Figueiredo, Amazonas.

As curvas de rarefação atingiram a assíntota e, portanto, mostraram que houve uma boa estimativa da riqueza de espécies coletadas nos ambientes. Floresta atingiu a estabilidade em torno de 3.000 indivíduos e 16 espécies, enquanto que em borda de floresta foi por volta de 2.500 indivíduos e 18 espécies e peridomicílio e peridomicílio, a partir de 2.000 indivíduos e 16 espécies (Figura 15). Os ambientes de floresta, borda de floresta e peridomicílio foram diferentes na diversidade das espécies de mosquitos (PERMANOVA pseudo-F=3,22809  $p < 0,0010$ ).

Do total de espécies coletadas nos ambientes de floresta, borda de floresta e peridomicílio, a análise do Valor de Indicação de Espécies (IndVal), identificou três espécies com potenciais valores de bioindicação, sendo *Cx. urichii* a espécie que apresentou fidelidade e especificidade ao ambiente de floresta e *Ae. albopictus* e *Sab. tridentatus* ao ambiente de peridomicílio (Tabela 5). Borda de floresta não apresentou espécies bioindicadoras.

Tabela 5: Espécies bioindicadoras dos ambientes de floresta e peridomicílio, de acordo com o Valor de Indicação de Espécies (IndVal), coletadas em larvitrapas de internódio de bambu, recipiente plástico e pneu, no período de novembro (2017) e janeiro e fevereiro (2018), na agrovila de Rio Pardo, Presidente Figueiredo, Amazonas.

| Espécie                     | Ambiente      | IndVal% | P     | Frequência |
|-----------------------------|---------------|---------|-------|------------|
| <i>Culex urichii</i>        | Floresta      | 42,2    | 0,030 | 37         |
| <i>Aedes albopictus</i>     | Peridomicílio | 51,8    | 0,001 | 26         |
| <i>Sabethes tridentatus</i> | Peridomicílio | 46,6    | 0,006 | 39         |

### 5.3.1 Fauna de mosquitos dos ambientes de floresta, borda de floresta e peridomicílio nas categorias de Alta densidade populacional/ Alto desmatamento (ADenP/ADes) e Baixa densidade populacional/ Baixo desmatamento (BDenP/BDes)

Na categoria ADenP/ADes o ambiente de floresta apresentou uma abundância de 2.400 espécimes coletados (46,85%) distribuídas em 14 espécies. As espécies mais abundantes foram *Cx. urichii*, com 1.416 espécimes (59%), seguido por *Tr. digitatum*, com 383 espécimes (15,96%) e *Cx. (Melanoconion) spp*, com 256 espécimes (10,67%). Já as menos abundantes foram *Sab. chloropterus*, com três espécimes (0,13%), seguido por *Sab. glaucodaemon* e *Sab. amazonicus*, ambos com apenas um exemplar (0,04%) (Tabela 6).

Na borda de floresta houve uma abundância de 1.394 espécimes coletados (27,21%) de um total de 17 espécies. As espécies mais abundantes foram *Tr. digitatum*, com 461 espécimes (33,07%), seguido por *Cx. urichii*, com 282 espécimes (20,23%) e *Li. durhamii*, com 163 espécimes (11,69%). Já as menos abundantes foram *Wy. aporonoma* Dyar & Knab, com dois espécimes (0,14%), seguido por *Oc. argyrothorax* e *Sa. cyaneus* (Fabricius), ambos com apenas um exemplar (0,07%) (Tabela 6).

No ambiente de peridomicílio a abundância foi de 1.329 espécimes coletados (25,94%) distribuídas em 15 espécies. As espécies mais abundantes foram *Ae. albopictus*, com 309 espécimes (23,25%), seguido por *Tr. digitatum*, com 275 espécimes (20,69%) e *Cx. urichii*, com 220 espécimes (16,55%). Já as menos abundantes foram *Sa. glaucodaemon*, *Sa. chloropterus*, ambos com cinco espécimes (0,38%) e *Sa. albiprivus*, com apenas um exemplar (0,08%) (Tabela 6).

O ambiente de peridomicílio apresentou a maior diversidade de espécies de mosquitos ( $H' = 2,104$ ) quando comparado com borda de floresta ( $H' = 2,02$ ) e floresta ( $H' = 1,401$ ). Ao calcular a uniformidade da distribuição dos espécimes entre as espécies, através do índice de Pielou ( $J'$ ), observou-se que o ambiente de peridomicílio apresentou maior equitabilidade ( $J' = 0,7771$ ), seguido de borda de floresta ( $J' = 0,7128$ ) e floresta ( $J' = 0,5308$ ). O índice de similaridade de Jaccard ( $C_j$ ) mostrou maior semelhança entre as espécies encontradas nos ambientes de floresta e peridomicílio ( $C_j = 0,8125$ ).

O índice de diversidade de Rényi mostrou que o ambiente de peridomicílio foi o mais diverso, seguido pelo ambiente de borda de floresta e floresta (Figura 16).



Tabela 6: Abundância de espécies de mosquitos imaturos coletados em larvitampas de internódio de bambu, recipiente plástico e pneu, no período de novembro (2017) e janeiro e fevereiro (2018), na agrovila de Rio Pardo, Presidente Figueiredo, Amazonas, distribuídas entre os ambientes de floresta, borda de floresta e peridomicílio, em locais caracterizado com Alta densidade populacional/ Alto desmatamento.

| Espécie                               | Floresta | %     | Borda de floresta | %     | Peridomicílio | %     |
|---------------------------------------|----------|-------|-------------------|-------|---------------|-------|
| <i>Aedes albopictus</i>               | 26       | 1,08  | 25                | 1,79  | 309           | 23,20 |
| <i>Culex (Melanoconion) spp</i>       | 256      | 10,60 | 121               | 8,68  | 57            | 4,29  |
| <i>Culex nigripalpus</i>              | 54       | 2,25  | 92                | 6,60  | 68            | 5,12  |
| <i>Culex quinquefasciatus</i>         | 0        | 0,00  | 4                 | 0,29  | 0             | 0,00  |
| <i>Culex urichii</i>                  | 1.416    | 59,00 | 282               | 20,20 | 220           | 16,50 |
| <i>Haemagogus janthinomys</i>         | 0        | 0,00  | 9                 | 0,65  | 15            | 1,13  |
| <i>Limatus durhamii</i>               | 98       | 4,08  | 163               | 11,60 | 148           | 11,10 |
| <i>Limatus flavisetosus</i>           | 45       | 1,88  | 93                | 6,67  | 23            | 1,73  |
| <i>Ochlerotatus argyrothorax</i>      | 0        | 0,00  | 1                 | 0,07  | 6             | 0,45  |
| <i>Orthopodomyia fascipes</i>         | 0        | 0,00  | 41                | 2,94  | 0             | 0,00  |
| <i>Sabethes albiprivus</i>            | 8        | 0,33  | 0                 | 0,00  | 1             | 0,08  |
| <i>Sabethes amazonicus</i>            | 1        | 0,04  | 0                 | 0,00  | 0             | 0,00  |
| <i>Sabethes belisarioi</i>            | 0        | 0,00  | 0                 | 0,00  | 0             | 0,00  |
| <i>Sabethes chloropterus</i>          | 3        | 0,13  | 8                 | 0,57  | 5             | 0,38  |
| <i>Sabethes cyaneus</i>               | 0        | 0,00  | 1                 | 0,07  | 0             | 0,00  |
| <i>Sabethes glaucodaemon</i>          | 1        | 0,04  | 4                 | 0,29  | 5             | 0,38  |
| <i>Sabethes tridentatus</i>           | 42       | 1,75  | 38                | 2,73  | 99            | 7,45  |
| <i>Toxorhynchites haemorrhoidalis</i> | 54       | 2,25  | 49                | 3,52  | 83            | 6,25  |
| <i>Trichoprosopon digitatum</i>       | 383      | 15,90 | 461               | 33,00 | 275           | 20,60 |
| <i>Wyeomyia aporonoma</i>             | 13       | 0,54  | 2                 | 0,14  | 15            | 1,13  |
| Total                                 | 2.400    | 100   | 1.394             | 100   | 1.328         | 100   |

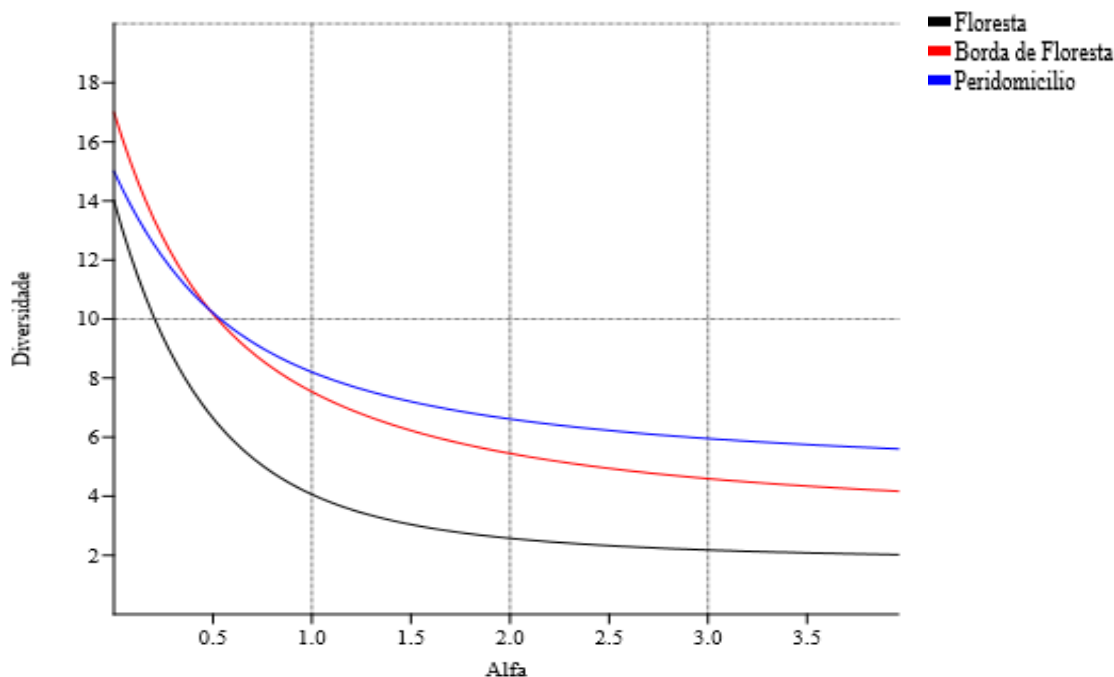


Figura 16: Perfis de diversidade calculado pela série de Rényi em função da diversidade de espécies de mosquitos imaturos coletados por larvitrapas de internódio de bambu, recipiente plástico e pneu, no período de novembro (2017) e janeiro e fevereiro (2018), para as coletas realizadas nos ambientes de floresta, borda de floresta e peridomicílio, dentro da categoria Alta densidade populacional/ Alto desmatamento, na agrovila de Rio Pardo, Presidente Figueiredo, Amazonas. Eixo X: Alfa = log riqueza; 1 = Índice de Shannon; 2 = Índice de Simpson. Eixo Y: diversidade de espécies de mosquitos coletadas no estudo.

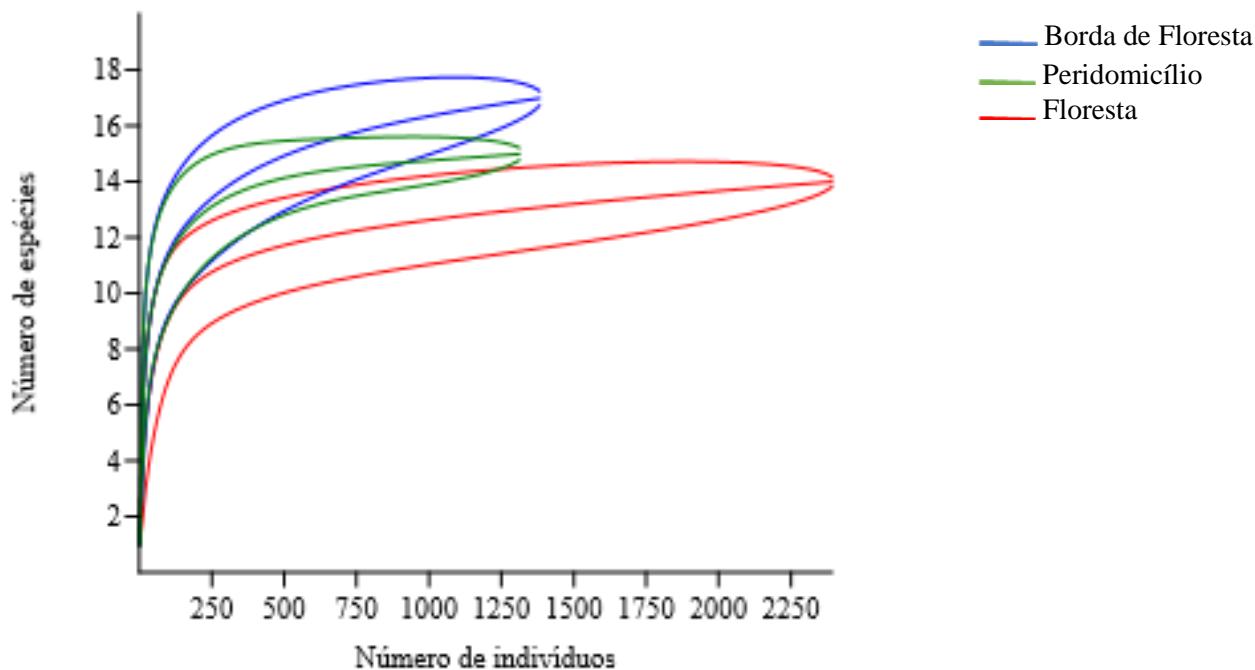


Figura 17: Curva de rarefação representando a riqueza acumulada das espécies de mosquitos imaturos coletados em larvitrapas de internódio de bambu, recipiente plástico e pneu, no período de novembro (2017) e janeiro e fevereiro (2018), nos ambientes de floresta, borda de floresta e peridomicílio da categoria Alta densidade populacional/ Alto desmatamento, na agrovila de Rio Pardo, Presidente Figueiredo, Amazonas.

A curva de rarefação da riqueza acumulada de espécies mostrou que dentro da categoria ADenP/ ADes, as curvas nos ambientes de floresta e peridomicílio atingiram a assíntota, com estabilidade em torno de 1.700 indivíduos e 14 espécies e 1.000 indivíduos e 15 espécies, respectivamente, tal resultado significa que houve uma boa estimativa de riqueza de mosquitos, no entanto, no ambiente de borda de floresta a sua curva tendeu a estabilização (Figura 17).

Os ambientes de floresta, borda de floresta e peridomicílio na categoria ADenP/ ADes, possuíram diversidade de espécies similares, devido a sobreposição de seus pontos entre os ambientes, segundo o gráfico do escalonamento multidimensional não métrico (NMDS) (Figura 18).

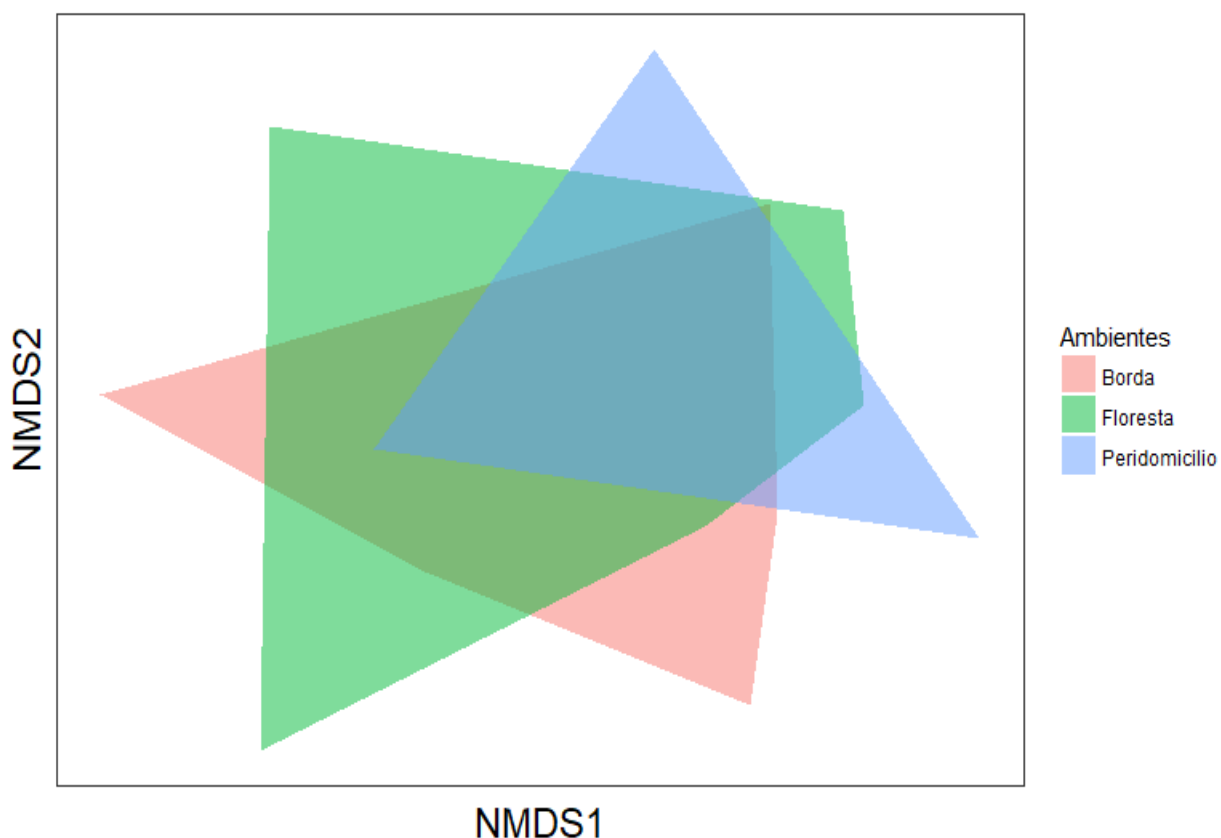


Figura 18: Escalonamento multidimensional não métrico (NMDS) em relação a diversidade de espécies de mosquitos imaturos, coletados em larvitampas de internódio de bambu, recipiente plástico e pneu, no período de novembro (2017) e janeiro e fevereiro (2018), nos ambientes de floresta, borda de floresta e peridomicílio da categoria de Alta densidade populacional/ Alto desmatamento, na agrovila de Rio Pardo, Presidente Figueiredo, Amazonas.

Na categoria BDenP/BDes o ambiente de floresta apresentou uma abundância de 1.829 espécimes coletados (36,52%) distribuídas em 15 espécies. As espécies mais abundantes foram *Tr. digitatum*, com 787 espécimes (43,03%), seguido por *Cx. urichii*, com 373 espécimes (20,39%) e *Cx. (Melanoconion) spp*, com 244 espécimes (13,34%). Já as menos abundantes foram *Ha. janthinomys*, com cinco espécimes (0,27%), seguido por *Sa. glaucodaemon* e *Sa. chloropterus*, ambos com apenas um exemplar (0,05%) (Tabela 7).

Na borda de floresta houve uma abundância de 1.432 espécimes coletados (28,59%) de um total de 15 espécies. As espécies mais abundantes foram *Cx. urichii*, com 386 espécimes (26,96%), seguido por *Li. durhamii*, com 286 espécimes (19,97%) e *Cx. (Melanoconion) spp*, com 244 espécimes (17,04%). Já as menos abundantes foram *Sa. chloropterus*, *Sa. cyaneus*, ambos com três espécimes (0,21%) e *Ha. janthinomys*, com apenas um exemplar (0,05%) (Tabela 7).

No ambiente de peridomicílio a abundância foi de 1.747 espécimes coletados (34,89%) distribuídos em 14 espécies. As espécies mais abundantes foram *Tr. digitatum*, com 616 espécimes (35,26%), seguido por *Cx. urichii*, com 311 espécimes (17,80%) e *Li. durhamii*, com 236 espécimes (13,51%). Já as espécies menos abundantes foram *Sa. belisarioi*, com três espécimes (0,17%), *Sa. glaucodaemon*, com duas espécimes (0,11%) e *Wy. aporonoma*, com apenas um exemplar (0,06%) (Tabela 7).

A maior diversidade de espécies de mosquitos foi encontrada no ambiente de borda de floresta ( $H' = 1,963$ ), seguido de peridomicílio ( $H' = 1,917$ ) e floresta ( $H' = 1,712$ ). A uniformidade da distribuição dos espécimes entre as espécies, através do índice de Pielou ( $J'$ ), mostrou que o ambiente de peridomicílio ( $J' = 0,7262$ ) apresentou maior equitabilidade, quando comparado com os de borda de floresta ( $J' = 0,725$ ) e floresta ( $J' = 0,632$ ). O índice de similaridade de Jaccard ( $C_j$ ) mostrou maior semelhança entre as espécies encontradas nos ambientes de floresta e peridomicílio ( $C_j = 0,8125$ ).

De acordo com o índice de diversidade de Rényi, a maior diversidade de espécies foi identificada no ambiente de borda de floresta, seguido pelo ambiente de peridomicílio e floresta (Figura 19).

Tabela 7: Abundância de espécies de mosquitos imaturos coletados em larvitrapas de internódio de bambu, recipiente plástico e pneu, no período de novembro (2017) e janeiro e fevereiro (2018), na agrovila de Rio Pardo, Presidente Figueiredo, Amazonas, distribuídas entre os ambientes de floresta, borda de floresta e peridomicílio, em locais caracterizado com Baixa densidade populacional/ Baixo desmatamento.

| Espécie                               | Floresta | %     | Borda de floresta | %     | Peridomicílio | %     |
|---------------------------------------|----------|-------|-------------------|-------|---------------|-------|
| <i>Aedes albopictus</i>               | 18       | 0,98  | 24                | 1,68  | 175           | 10,02 |
| <i>Culex (Melanoconion) spp</i>       | 244      | 13,34 | 244               | 17,04 | 130           | 7,44  |
| <i>Culex nigripalpus</i>              | 167      | 9,13  | 72                | 5,03  | 105           | 6,01  |
| <i>Culex quinquefasciatus</i>         | 0        | 0,00  | 0                 | 0,00  | 0             | 0,00  |
| <i>Culex urichii</i>                  | 373      | 20,39 | 386               | 26,96 | 311           | 17,80 |
| <i>Haemagogus janthinomys</i>         | 5        | 0,27  | 1                 | 0,07  | 15            | 0,86  |
| <i>Limatus durhamii</i>               | 16       | 0,87  | 286               | 19,97 | 236           | 13,51 |
| <i>Limatus flavisetosus</i>           | 96       | 5,25  | 83                | 5,80  | 29            | 1,66  |
| <i>Ochlerotatus argyrothorax</i>      | 0        | 0,00  | 0                 | 0,00  | 0             | 0,00  |
| <i>Orthopodomyia fascipes</i>         | 18       | 0,98  | 0                 | 0,00  | 0             | 0,00  |
| <i>Sabethes albiprivus</i>            | 11       | 0,60  | 12                | 0,84  | 0             | 0,00  |
| <i>Sabethes amazonicus</i>            | 0        | 0,00  | 0                 | 0,00  | 0             | 0,00  |
| <i>Sabethes belisarioi</i>            | 0        | 0,00  | 0                 | 0,00  | 3             | 0,17  |
| <i>Sabethes chloropterus</i>          | 1        | 0,05  | 3                 | 0,21  | 6             | 0,34  |
| <i>Sabethes cyaneus</i>               | 0        | 0,00  | 3                 | 0,21  | 0             | 0,00  |
| <i>Sabethes glaucodaemon</i>          | 1        | 0,05  | 5                 | 0,35  | 2             | 0,11  |
| <i>Sabethes tridentatus</i>           | 33       | 1,80  | 25                | 1,75  | 72            | 4,12  |
| <i>Toxorhynchites haemorrhoidalis</i> | 52       | 2,84  | 59                | 4,12  | 46            | 2,63  |
| <i>Trichoprosopon digitatum</i>       | 787      | 43,03 | 224               | 15,64 | 616           | 35,26 |
| <i>Wyeomyia aporonoma</i>             | 7        | 0,38  | 5                 | 0,35  | 1             | 0,06  |
| Total                                 | 1.829    | 100   | 1.432             | 100   | 1.747         | 100   |

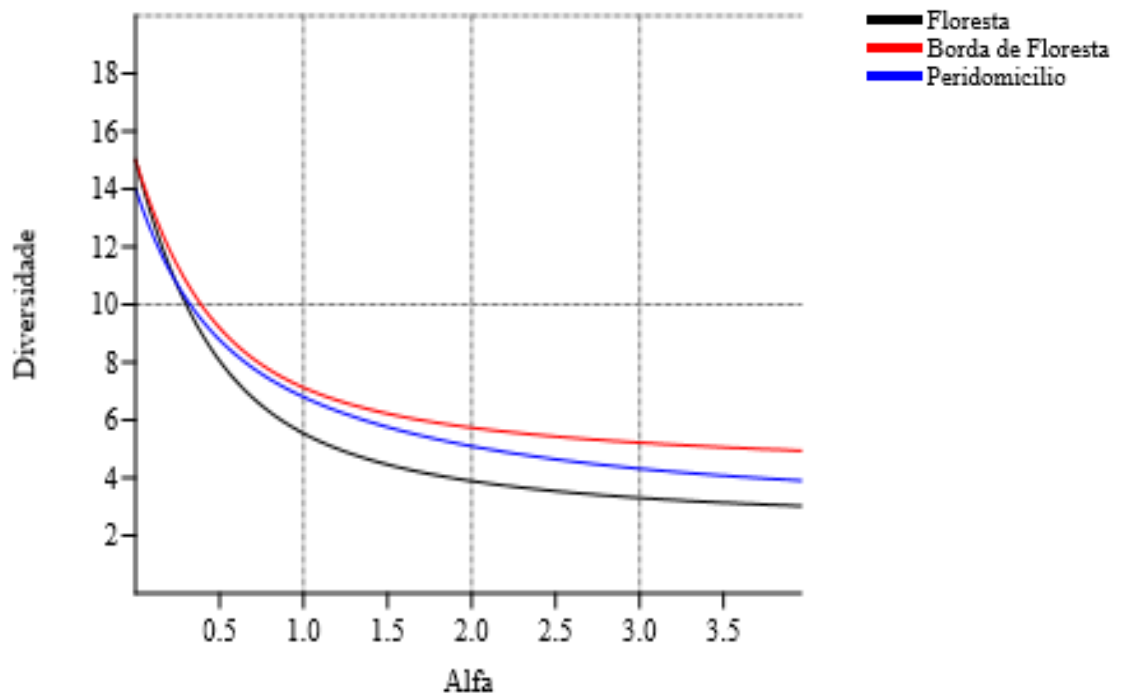


Figura 19: Perfis de diversidade calculado pela série de Rényi em função da diversidade de espécies de mosquitos imaturos, coletados por larvitrapas de internódio de bambu, recipiente plástico e pneu, no período de novembro (2017) e janeiro e fevereiro (2018), nos ambientes de floresta, borda de floresta e peridomicílio, dentro da categoria Baixa densidade populacional/ Baixo desmatamento, na agrovila de Rio Pardo, Presidente Figueiredo, Amazonas. Eixo X: Alfa = log riqueza; 1 = Índice de Shannon; 2 = Índice de Simpson. Eixo Y: diversidade de espécies de mosquitos coletadas no estudo.

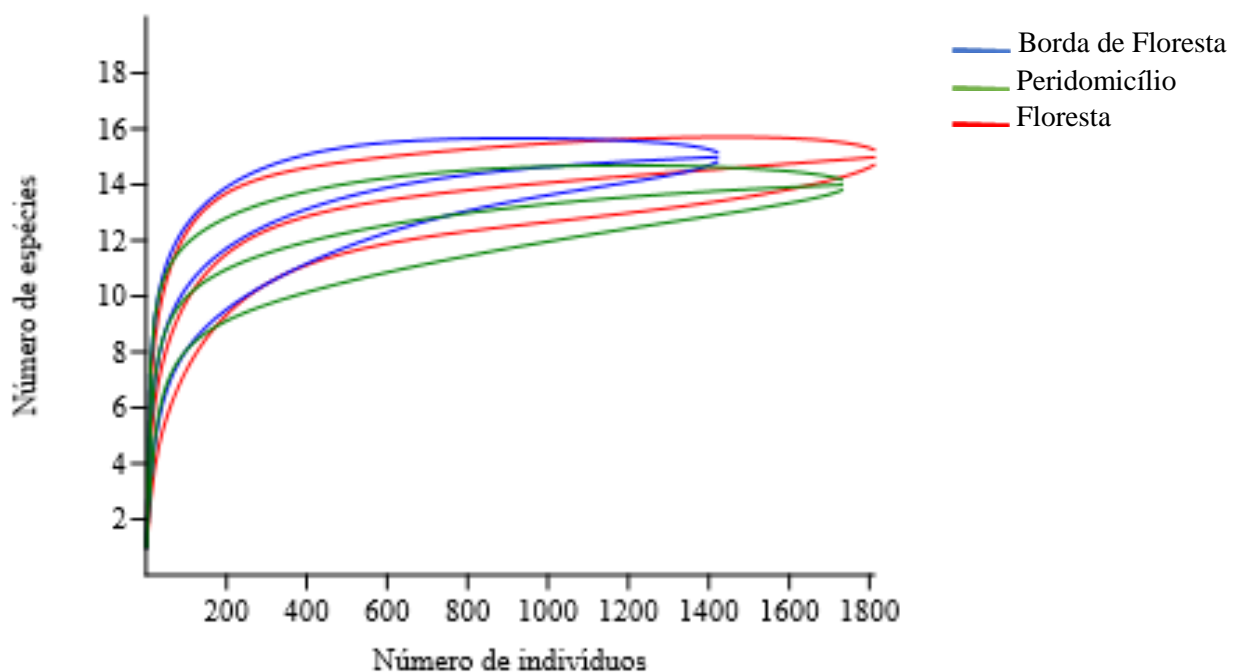


Figura 20: Curva de rarefação representando a riqueza acumulada das espécies de mosquitos imaturos coletados em larvitrapas de internódio de bambu, recipiente plástico e pneu, no período de novembro (2017) e janeiro e fevereiro (2018), nos ambientes de floresta, borda de floresta e peridomicílio na categoria Baixa densidade populacional/ Baixo desmatamento, na agrovila de Rio Pardo, Presidente Figueiredo, Amazonas.

Na curva de rarefação da riqueza acumulada de espécies foi possível observar que todos os ambientes estudados atingiram a assíntota. O ambiente de floresta atingiu a estabilização em torno de 1.200 indivíduos e 15 espécies, enquanto que em borda de floresta foi em torno de 1.000 indivíduos e 15 espécies e peridomicílio foi por volta de 1.200 indivíduos e 14 espécies (Figura 20).

Os ambientes de floresta, borda de floresta e peridomicílio possuíram similaridade na sua diversidade de espécies de mosquitos, principalmente entre os ambientes de floresta e peridomicílio, devido a sobreposição de seus pontos ((NMDS) (Figura 21).

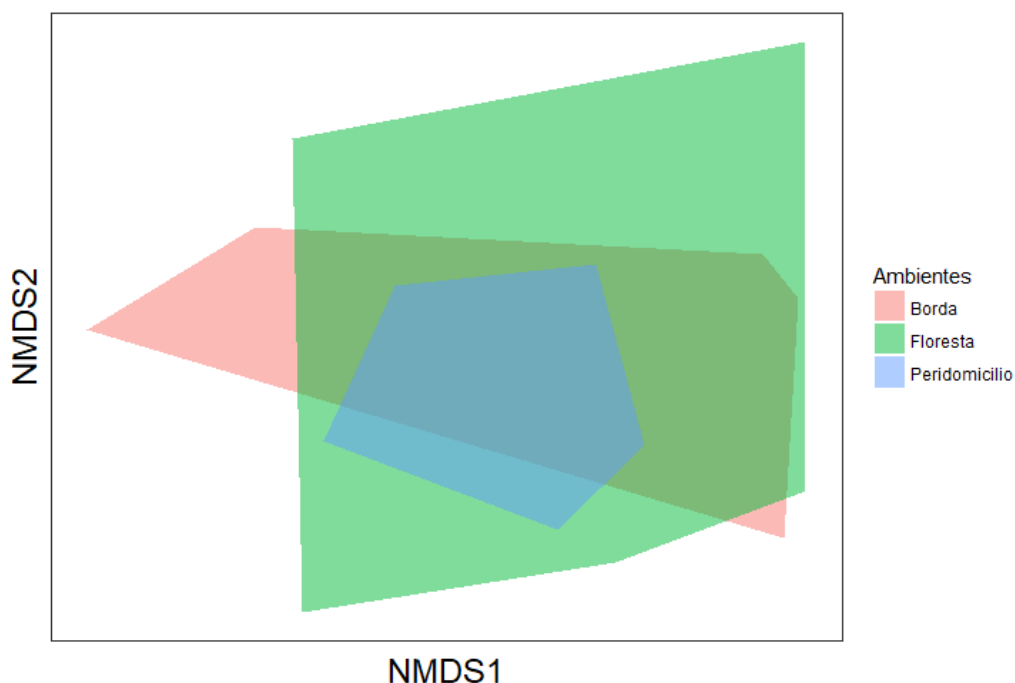


Figura 21: Escalonamento multidimensional não métrico (NMDS) em relação a diversidade de espécies de mosquitos imaturos, coletados em larvitampas de internódio de bambu, recipiente plástico e pneu, no período de novembro (2017) e janeiro e fevereiro (2018), nos ambientes de floresta, borda de floresta e peridomicílio na categoria Baixa densidade populacional/ Baixo desmatamento, na agrovila de Rio Pardo, Presidente Figueiredo, Amazonas.

#### 5.4 Composição de espécies de mosquitos entre as larvitampas: internódio de bambu, recipiente plástico e pneu

A larvitampa de internódio de bambu obteve uma abundância de 2.593 espécimes (25,59%) distribuídos em 17 espécies. As espécies mais abundantes foram *Tr. digitatum*, com 1.580 espécimes (60,93%), seguidas de *Culex (Melanoconion) spp*, com 240 espécimes (9,26%) e *Sa. tridentatus*, com 176 espécimes (6,79%). As espécies menos

abundantes dessa armadilha foram *Sa. belisarioi*, com três espécimes (0,12%), *Li. flavisetosus* e *Sa. amazonicus*, ambos com um único exemplar (0,04%) (Tabela 8).

A larvitampa de recipiente plástico apresentou uma abundância de 1.343 espécimes (13,26%) de um total de 16 espécies. As espécies mais abundantes foram *Culex (Melanoconion) spp*, com 434 espécimes (32,32%), *Li. durhamii*, com 237 espécimes (17,65%) e *Tr. digitatum*, com 156 espécimes (11,62%). As espécies menos abundantes foram *Sa. chloropterus*, *Sa. albiprivus*, ambos com seis espécimes (0,45%), seguido de *Sa. cyaneus*, com quatro espécimes (0,30%) e *Cx. quinquefasciatus*, este apenas com um exemplar (0,07%) (Tabela 8).

A larvitampa de pneu mostrou uma abundância de 6.195 espécimes (61,15%) distribuídos em 15 espécies. A maior abundância foi observada nas espécies *Cx. urichii*, com 2.802 espécimes (45,23%), *Tr. digitatum*, com 1.010 espécimes (16,30%) e *Li. durhamii*, com 591 espécimes (9,54%). Já as menores abundâncias ocorreram nas espécies *Cx. quinquefasciatus*, *Sa. albiprivus*, ambos com três espécimes (0,05%), *Sa. chloropterus*, com dois espécimes (0,03%) e *Ha. janthinomys*, com apenas um espécime (0,02%) (Tabela 8).



Tabela 8: Abundância de espécies de mosquitos imaturos, distribuídas entre as larvitampas de internódio de bambu, recipiente plástico e pneu, coletadas no período de novembro (2017) e janeiro e fevereiro (2018), na agrovila de Rio Pardo, Presidente Figueiredo, Amazonas.

| Espécie                               | Internódio de bambu | %     | Recipiente plástico | %     | Pneu  | %     |
|---------------------------------------|---------------------|-------|---------------------|-------|-------|-------|
| <i>Aedes albopictus</i>               | 80                  | 3,09  | 132                 | 9,83  | 365   | 5,89  |
| <i>Culex (Melanoconion) spp</i>       | 240                 | 9,26  | 434                 | 32,32 | 378   | 6,10  |
| <i>Culex nigripalpus</i>              | 144                 | 5,55  | 54                  | 4,02  | 360   | 5,81  |
| <i>Culex quinquefasciatus</i>         | 0                   | 0,00  | 1                   | 0,07  | 3     | 0,05  |
| <i>Culex urichii</i>                  | 84                  | 3,24  | 102                 | 7,59  | 2802  | 45,23 |
| <i>Haemagogus janthinomys</i>         | 27                  | 1,04  | 17                  | 1,27  | 1     | 0,02  |
| <i>Limatus durhamii</i>               | 119                 | 4,59  | 237                 | 17,65 | 591   | 9,54  |
| <i>Limatus flavisetosus</i>           | 1                   | 0,04  | 31                  | 2,31  | 337   | 5,44  |
| <i>Ochlerotatus argyrothorax</i>      | 0                   | 0,00  | 0                   | 0,00  | 7     | 0,11  |
| <i>Orthopodomyia fascipes</i>         | 59                  | 2,28  | 0                   | 0,00  | 0     | 0,00  |
| <i>Sabethes albiprivus</i>            | 23                  | 0,89  | 6                   | 0,45  | 3     | 0,05  |
| <i>Sabethes amazonicus</i>            | 1                   | 0,04  | 0                   | 0,00  | 0     | 0,00  |
| <i>Sabethes belisarioi</i>            | 3                   | 0,12  | 0                   | 0,00  | 0     | 0,00  |
| <i>Sabethes chloropterus</i>          | 18                  | 0,69  | 6                   | 0,45  | 2     | 0,03  |
| <i>Sabethes cyaneus</i>               | 0                   | 0,00  | 4                   | 0,30  | 0     | 0,00  |
| <i>Sabethes glaucodaemon</i>          | 11                  | 0,42  | 7                   | 0,52  | 0     | 0,00  |
| <i>Sabethes tridentatus</i>           | 176                 | 6,79  | 97                  | 7,22  | 36    | 0,58  |
| <i>Toxorhynchites haemorrhoidalis</i> | 11                  | 0,42  | 39                  | 2,90  | 293   | 4,73  |
| <i>Trichoprosopon digitatum</i>       | 1580                | 60,93 | 156                 | 11,62 | 1010  | 16,30 |
| <i>Wyeomyia aporonoma</i>             | 16                  | 0,62  | 20                  | 1,49  | 7     | 0,11  |
| Total                                 | 2.593               | 100   | 1.343               | 100   | 6.195 | 100   |

A larvitrapa de recipiente plástico apresentou a maior diversidade de espécies de mosquitos ( $H' = 2,07$ ), seguido por pneu ( $H' = 1,741$ ) e internódio de bambu ( $H' = 1,527$ ). De acordo com o índice de Pielou ( $J'$ ), a maior equitabilidade da composição de espécies de mosquitos foi na larvitrapa de recipiente plástico ( $J' = 0,7467$ ), quando comparado com pneu ( $J' = 0,6429$ ) e internódio de bambu ( $J' = 0,5389$ ). A maior similaridade na diversidade de espécies de mosquitos foi observada entre as larvitrapas de recipiente plástico e pneu ( $C_j = 0,8235$ ).

Através das estimativas de diversidade da fauna de mosquitos feitas pela diversidade de Rényi, foi possível observar que a maior diversidade foi na larvitrapa de recipiente plástico, seguido de pneu e internódio de bambu (Figura 22).

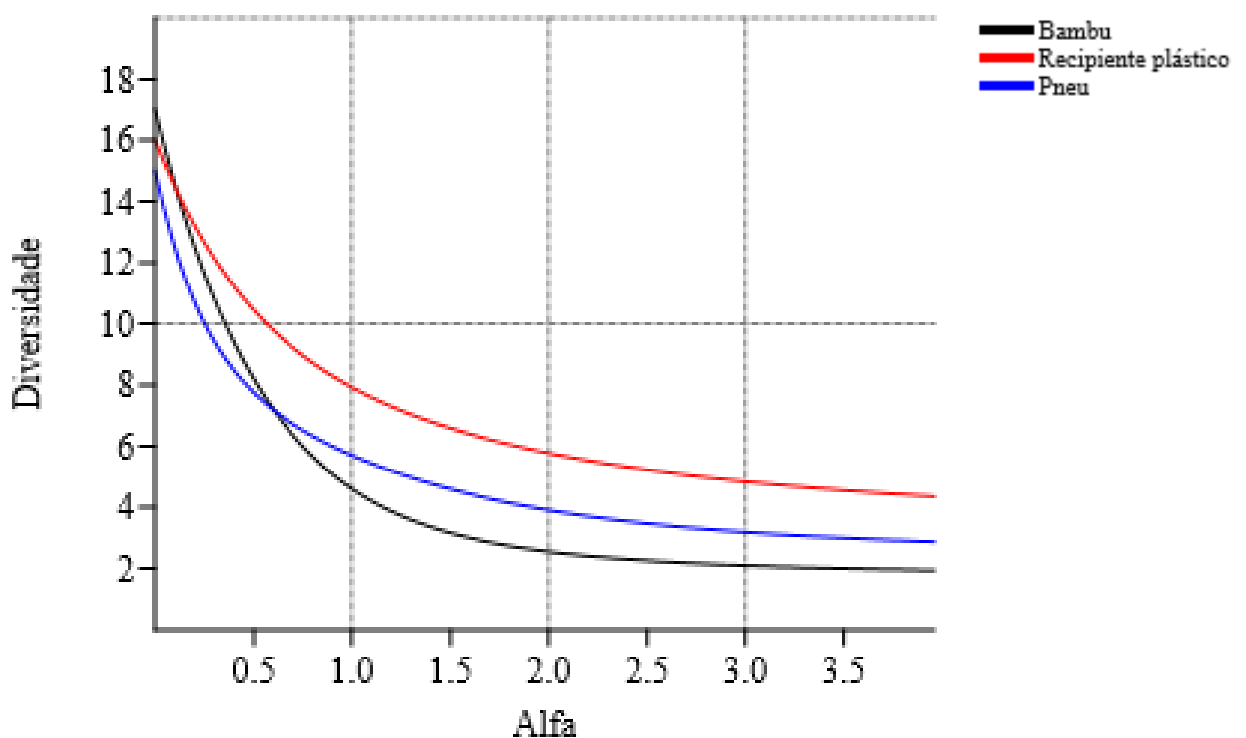


Figura 22: Perfis de diversidade calculado pela série de Rényi em função da diversidade de espécies de mosquitos imaturos, coletados por larvitrapas de internódio de bambu, recipiente plástico e pneu, no período de novembro (2017) e janeiro e fevereiro (2018), para as coletas realizadas no de internódio de bambu, recipiente plástico e pneu, na agrovila de Rio Pardo, Presidente Figueiredo, Amazonas. Eixo X: Alfa = log riqueza; 1 = Índice de Shannon; 2 = Índice de Simpson. Eixo Y: diversidade de espécies de mosquitos coletadas no estudo.

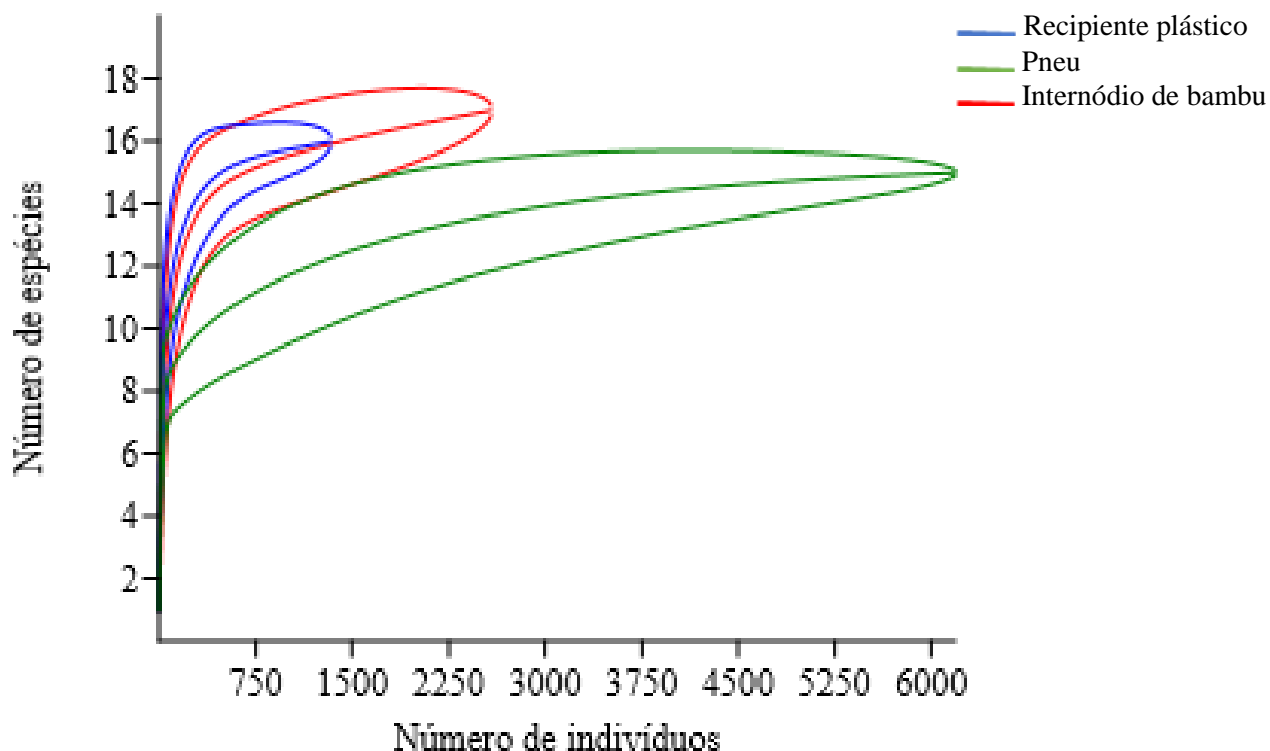


Figura 23: Curvas de rarefação representando a riqueza acumulada das espécies de mosquitos imaturos coletados em larvitampas de recipiente plástico, pneu e internódio de bambu, no período de novembro (2017) e janeiro e fevereiro (2018), na agroviola de Rio Pardo, Presidente Figueiredo, Amazonas.

Na curva de rarefação da riqueza acumulada de espécies é possível identificar que o recipiente plástico e o pneu obtiveram assíntotas nas suas curvas, com curvas estabilizando-se em torno de 1.100 indivíduos e 16 espécies e 3.500 indivíduos e 15 espécies, respectivamente, na armadilha de internódio de bambu, observou-se uma curva tendendo a estabilização (Figura 23).

A PERMANOVA mostrou diferença estatisticamente significativa, quando comparado a diversidade de espécies entre as larvitampas de internódio de bambu, recipiente plástico e pneu (PERMANOVA pseudo-F=8,84090  $p < 0,0005$ ).

Do total de espécies coletadas nas larvitampas, a análise de IndVal identificou 10 espécies com potenciais valores de bioindicação. *Sabethes tridentatus*, *Tr. digitatum*, *Sab. albiprivus* e *Or. fascipes* foram as espécies que apresentaram maior especificidade e fidelidade a larvitampa de bambu, enquanto que *To. haemorrhoidalis*, *Cx. urichii*, *Li. flavisetosus*, *Li. durhamii*, *Cx. nigripalpus* e *Ae. albopictus* ao de pneu. A larvitampa de recipiente plástico não apresentou espécies bioindicadoras (Tabela 9).

Tabela 9: Espécies bioindicadoras das larvitrapas de internódio de bambu e pneu, de acordo com o Valor de Indicação de Espécies (IndVal), coletadas no período de novembro (2017) e janeiro e fevereiro (2018), na agrovila de Rio Pardo, Presidente Figueiredo, Amazonas.

| Espécie                               | Larvitampa  | IndVal% | P     | Frequência |
|---------------------------------------|-------------|---------|-------|------------|
| <i>Sabethes tridentatus</i>           | I. de bambu | 38,0    | 0.027 | 39         |
| <i>Trichoprosopon digitatum</i>       | I. de bambu | 33,5    | 0.044 | 33         |
| <i>Sabethes albiprivus</i>            | I. de bambu | 27,0    | 0.012 | 12         |
| <i>Orthopodomyia fascipes</i>         | I. de bambu | 16,7    | 0.036 | 4          |
| <i>Toxorhynchites haemorrhoidalis</i> | Pneu        | 85,5    | 0.001 | 49         |
| <i>Culex urichii</i>                  | Pneu        | 74,3    | 0.001 | 37         |
| <i>Limatus flavisetosus</i>           | Pneu        | 53,3    | 0.001 | 25         |
| <i>Limatus durhamii</i>               | Pneu        | 52,0    | 0.001 | 46         |
| <i>Culex nigripalpus</i>              | Pneu        | 43,3    | 0.005 | 35         |
| <i>Aedes albopictus</i>               | Pneu        | 37,0    | 0.010 | 26         |

I.=internódio

#### 5.4.1 Fauna de mosquitos em larvitrapas de internódio de bambu, recipiente plástico e pneu nas categorias de Alta densidade populacional (ADenP/ADes) e Baixa densidade populacional/ Baixo desmatamento (BDenP/BDes)

Na categoria ADenP/ADes a larvitampa de internódio de bambu apresentou uma abundância de 1.270 espécimes coletados (24,79%) distribuídas em 16 espécies. As espécies mais abundantes foram *Tr. digitatum*, com 747 espécimes (58,82%), seguido por *Cx. (Melanoconion) spp*, com 132 espécimes (10,39%) e *Sa. tridentatus*, com 99 espécimes (7,80%). Já as menos abundantes foram *Sa. albiprivus*, com três espécimes (0,24%), seguido por *Li. flavisetosus* e *Sa. amazonicus*, ambos com apenas um exemplar (0,08%) (Tabela 10).

Na larvitampa de recipiente plástico houve uma abundância de 691 espécimes coletados (13,49%) de um total de 16 espécies. As espécies mais abundantes foram *Cx. (Melanoconion) spp*, com 201 espécimes (29,09%), seguido por *Li. durhamii*, com 145 espécimes (20,98%) e *Tr. digitatum*, com 127 espécimes (18,38%). Já as menos abundantes foram *Sa. chloropterus*, com três espécimes (0,43%), seguido por *Sa. cyaneus* e *Cx. quinquefasciatus*, ambos com apenas um exemplar (0,14%) (Tabela 10).

Na larvitampa de pneu a abundância foi de 3.162 espécimes coletados (61,72%) distribuídas em 13 espécies. As espécies mais abundantes foram *Cx. urichii*, com 1.786

espécimes (56,48%), seguido por *Ae. albopictus*, com 272 espécimes (8,60%), e *Li. durhamii*, com 253 espécimes (8,00%). Já as menos abundantes foram *Cx. quinquefasciatus*, com três espécimes (0,09%), *Ha. janthinomys* e *Wy. aporonoma*, ambos com apenas um exemplar (0,03%) (Tabela 10).

A larvitampa que possuiu a maior diversidade de espécies foi o recipiente plástico ( $H' = 2,014$ ), seguido por pneu ( $H' = 1,554$ ) e internódio de bambu ( $H' = 1,545$ ). Ao calcular a uniformidade da distribuição dos espécimes entre as espécies, através do índice de Pielou ( $J'$ ), observou-se que a larvitampa de recipiente plástico ( $J' = 0,7265$ ) apresentou maior equitabilidade, quando comparada com o pneu ( $J' = 0,606$ ) e internódio de bambu ( $J' = 0,5574$ ). O índice de similaridade de Jaccard ( $C_j$ ) mostrou maior semelhança entre as espécies encontradas na larvitampa de internódio de bambu e recipiente plástico ( $C_j = 0,7778$ ).

A diversidade de Rényi mostrou que a larvitampa de recipiente plástico apresentou maior diversidade na sua composição de espécies de mosquitos, enquanto que internódio de bambu e pneu tiveram resultados semelhantes (Figura 24).

Tabela 10: Abundância de mosquitos imaturos coletados em larvitampas de internódio de bambu, recipiente plástico e pneu, no período de novembro (2017) e janeiro e fevereiro (2018), nos ambientes de floresta, borda de floresta e peridomicílio, em locais caracterizado com Alta densidade populacional/ Alto desmatamento. Agrovila de Rio Pardo, Presidente Figueiredo, Amazonas.

| Espécie                               | Internódio de bambu | %     | Recipiente plástico | %     | Pneu  | %     |
|---------------------------------------|---------------------|-------|---------------------|-------|-------|-------|
| <i>Aedes albopictus</i>               | 70                  | 5,51  | 18                  | 2,60  | 272   | 8,60  |
| <i>Culex (Melanoconion) spp</i>       | 132                 | 10,39 | 201                 | 29,09 | 101   | 3,19  |
| <i>Culex nigripalpus</i>              | 40                  | 3,15  | 20                  | 2,89  | 154   | 4,87  |
| <i>Culex quinquefasciatus</i>         | 0                   | 0,00  | 1                   | 0,14  | 3     | 0,09  |
| <i>Culex urichii</i>                  | 75                  | 5,91  | 57                  | 8,25  | 1.786 | 56,48 |
| <i>Haemagogus janthinomys</i>         | 18                  | 1,42  | 5                   | 0,72  | 1     | 0,03  |
| <i>Limatus durhamii</i>               | 11                  | 0,87  | 145                 | 20,98 | 253   | 8,00  |
| <i>Limatus flavisetosus</i>           | 1                   | 0,08  | 9                   | 1,30  | 151   | 4,78  |
| <i>Ochlerotatus argyrothorax</i>      | 0                   | 0,00  | 0                   | 0,00  | 7     | 0,22  |
| <i>Orthopodomyia fascipes</i>         | 41                  | 3,23  | 0                   | 0,00  | 0     | 0,00  |
| <i>Sabethes albiprivus</i>            | 3                   | 0,24  | 6                   | 0,87  | 0     | 0,00  |
| <i>Sabethes amazonicus</i>            | 1                   | 0,08  | 0                   | 0,00  | 0     | 0,00  |
| <i>Sabethes belisarioi</i>            | 0                   | 0,00  | 0                   | 0,00  | 0     | 0,00  |
| <i>Sabethes chloropterus</i>          | 13                  | 1,02  | 3                   | 0,43  | 0     | 0,00  |
| <i>Sabethes cyaneus</i>               | 0                   | 0,00  | 1                   | 0,14  | 0     | 0,00  |
| <i>Sabethes glaucodaemon</i>          | 6                   | 0,47  | 4                   | 0,58  | 0     | 0,00  |
| <i>Sabethes tridentatus</i>           | 99                  | 7,80  | 52                  | 7,53  | 28    | 0,89  |
| <i>Toxorhynchites haemorrhoidalis</i> | 4                   | 0,31  | 22                  | 3,18  | 160   | 5,06  |
| <i>Trichoprosopon digitatum</i>       | 747                 | 58,82 | 127                 | 18,38 | 245   | 7,75  |
| <i>Wyeomyia aporonoma</i>             | 9                   | 0,71  | 20                  | 2,89  | 1     | 0,03  |
| Total                                 | 1.270               | 100   | 691                 | 100   | 3.162 | 100   |

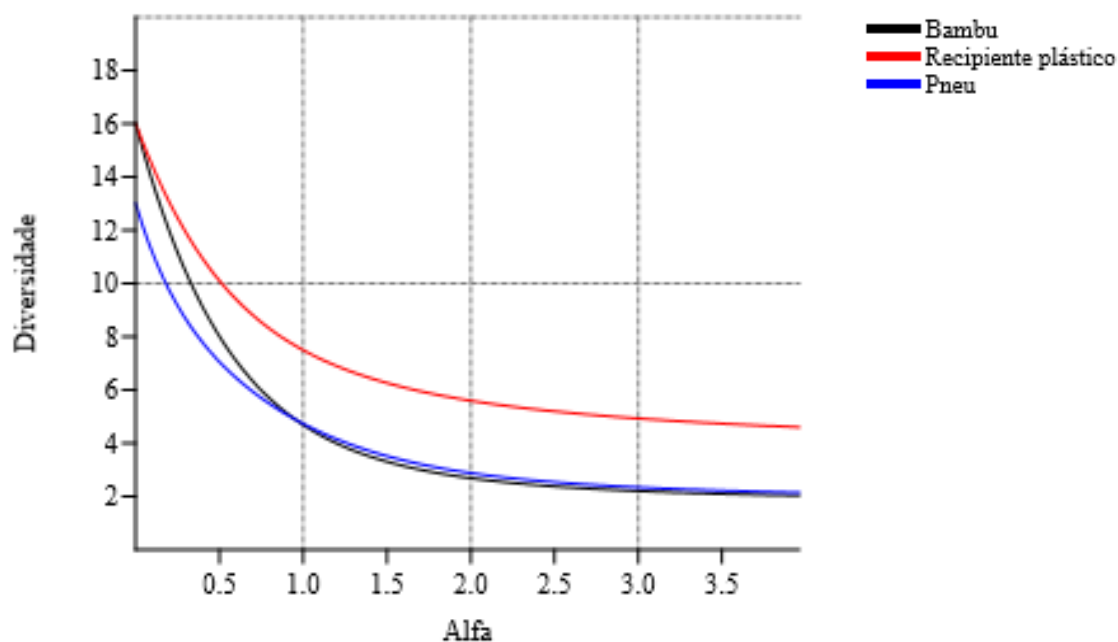


Figura 24: Perfis de diversidade calculado pela série de Rényi em função da diversidade de espécies de mosquitos imaturos, coletados em larvitampas de internódio de bambu, recipiente plástico e pneu, no período de novembro (2017) e janeiro e fevereiro (2018), dentro da categoria Alta densidade populacional/ Alto desmatamento, na agrovila de Rio Pardo, Presidente Figueiredo, Amazonas. Eixo X: Alfa = log riqueza; 1 = Índice de Shannon; 2 = Índice de Simpson. Eixo Y: diversidade de espécies de mosquitos coletadas no estudo.

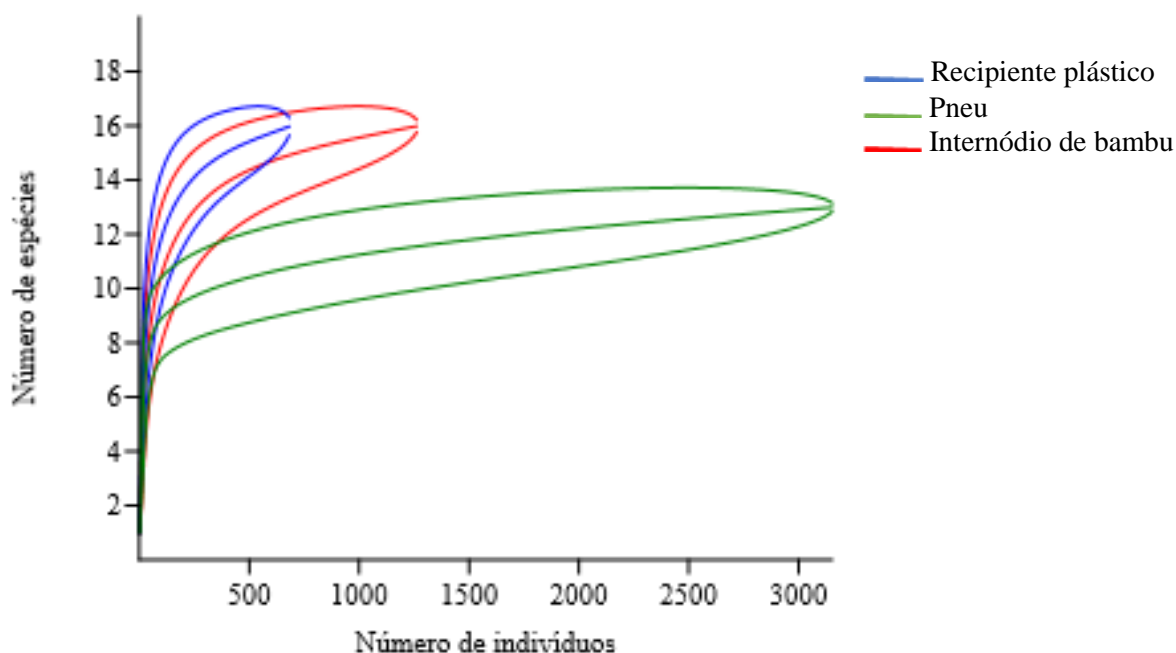


Figura 25: Curva de rarefação representando a riqueza acumulada das espécies de mosquitos imaturos coletados em larvitampas de internódio de bambu, recipiente plástico e pneu, no período de novembro (2017) e janeiro e fevereiro (2018), na categoria Alta densidade populacional/ Alto desmatamento, na agrovila de Rio Pardo, Presidente Figueiredo, Amazonas.

Segundo a curva de rarefação da riqueza de espécies, na larvitrapa de pneu a curva atingiu a assíntota com 2.200 indivíduos e 13 espécies. As curvas das larvitrapas de recipiente plástico e internódio de bambu tenderam a estabilização (Figura 25).

Ao aplicar a representação gráfica do escalonamento multidimensional não métrico (NMDS) é possível observar que ocorreu um distanciamento dos pontos entre as larvitrapas analisadas, ou seja, as larvitrapas estudadas são dissimilares quanto a sua diversidade de espécies, especialmente no pneu, quando comparado com recipiente plástico e internódio de bambu (Figura 26).

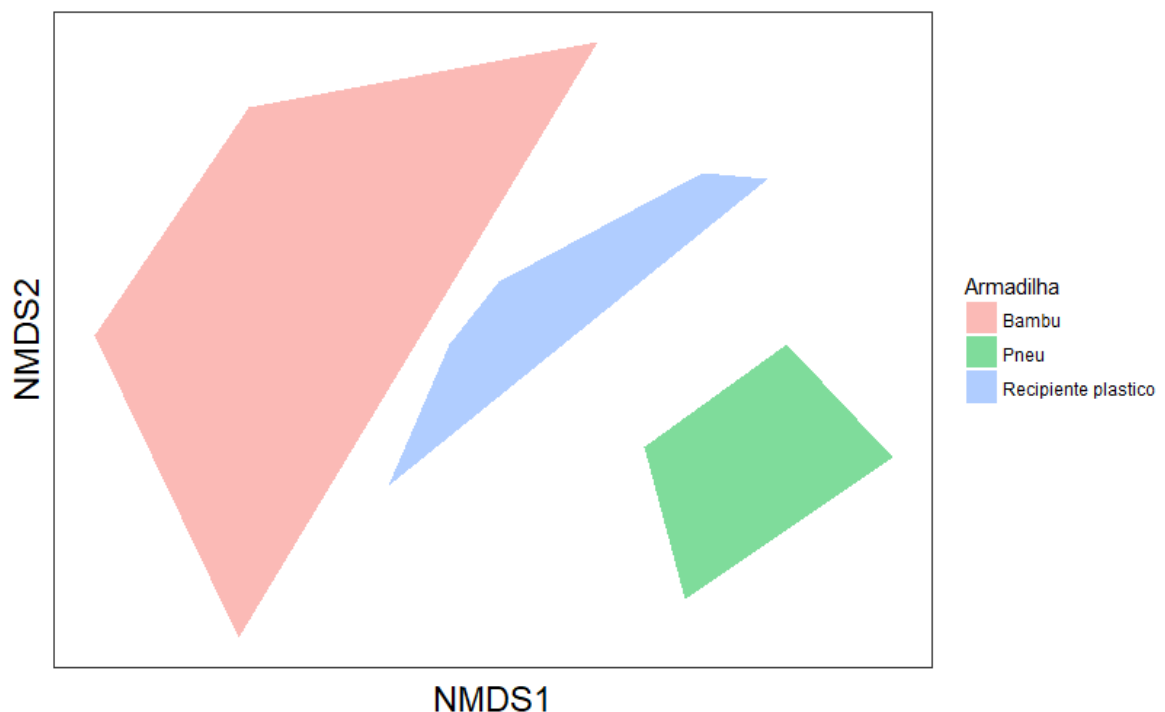


Figura 26: Escalonamento multidimensional não métrico (NMDS) em relação a diversidade de espécies de mosquitos imaturos, coletados em larvitrapas de internódio de bambu, recipiente plástico e pneu, no período de novembro (2017) e janeiro e fevereiro (2018), na categoria Alta densidade populacional/ Alto desmatamento, na agrovila de Rio Pardo, Presidente Figueiredo, Amazonas.



Na categoria BDenP/BDes a larvitrapa de internódio de bambu apresentou uma abundância de 1.323 espécimes coletados (26,42%) de um total de 15 espécies. As espécies mais abundantes foram *Tr. digitatum*, com 833 espécimes (62,96%), seguido por *Cx. (Melanoconion) spp* e *Li. durhamii*, ambos com 108 espécimes (8,16%). Já as menos abundantes foram *Sa. chloropterus*, *Sa. glaucodaemon*, ambos com cinco espécimes (0,38%) e *Sa. belisarioi*, com três espécimes (0,23%) (Tabela 11).

No recipiente plástico houve uma abundância de 652 espécimes coletados (13,02%) distribuídas em 13 espécies. As espécies mais abundantes foram *Cx. (Melanoconion) spp*, com 233 espécimes (35,74%), seguido por *Ae. albopictus*, com 114 espécimes (17,48%) e *Li. durhamii*, com 92 espécimes (14,11%). Já as menos abundantes foram *Sa. chloropterus*, seguido por *Sa. cyaneus* e *Sa. glaucodaemon*, todos com três espécimes (0,46%) (Tabela 11).

Na larvitrapa de pneu a abundância foi de 3.033 espécimes coletados (60,56%) distribuídas em 12 espécies. As espécies mais abundantes foram *Cx. urichii*, com 1.016 espécimes (33,50%), seguido por *Tr. digitatum*, com 765 (25,22%) e *Ae. albopictus*, com 338 espécimes (11,14%). Já as menos abundantes foram *Wy. aporonomia*, com seis espécimes (0,20%), *Sa. albiprivus*, com três espécimes (0,10%) e *Sa. chloropterus*, com dois espécimes (0,07%) (Tabela 11).

A larvitrapa de recipiente plástico abrangeu uma maior diversidade de espécies de mosquitos imaturos ( $H' = 1,968$ ), seguido por pneu ( $H' = 1,814$ ) e internódio de bambu ( $H' = 1,404$ ). Ao calcular a uniformidade da distribuição dos espécimes entre as espécies, através do índice de Pielou ( $J'$ ), observou-se que a larvitrapa de recipiente plástico ( $J' = 0,7672$ ) apresentou maior equitabilidade, quando comparado com o pneu ( $J' = 0,7302$ ) e bambu ( $J' = 0,5184$ ). O índice de similaridade de Jaccard ( $C_j$ ) mostrou maior semelhança entre as espécies encontradas nas larvitampas de internódio de bambu e pneu ( $C_j = 0,6875$ ).

A diversidade de Rényi mostrou que a larvitrapa de recipiente plástico e pneu foram similares quanto a diversidade na sua composição de espécies, enquanto que o internódio de bambu apresentou média inferior (Figura 27).

Tabela 11: Abundância de mosquitos imaturos coletados em larvitrapas de internódio de bambu, recipiente plástico e pneu, no período de novembro (2017) e janeiro e fevereiro (2018), nos ambientes de floresta, borda de floresta e peridomicílio, em locais caracterizado com Baixa densidade populacional/ Baixo desmatamento. Agrovila de Rio Pardo, Presidente Figueiredo, Amazonas.

| Espécie                               | Internódio de bambu | %     | Recipiente plástico | %     | Pneu  | %     |
|---------------------------------------|---------------------|-------|---------------------|-------|-------|-------|
| <i>Aedes albopictus</i>               | 10                  | 0,76  | 114                 | 17,48 | 93    | 3,07  |
| <i>Culex (Melanoconion) spp</i>       | 108                 | 8,16  | 233                 | 35,74 | 277   | 9,13  |
| <i>Culex nigripalpus</i>              | 104                 | 7,86  | 34                  | 5,21  | 206   | 6,79  |
| <i>Culex quinquefasciatus</i>         | 0                   | 0,00  | 0                   | 0,00  | 0     | 0,00  |
| <i>Culex urichii</i>                  | 9                   | 0,68  | 45                  | 6,90  | 1.016 | 33,50 |
| <i>Haemagogus janthinomys</i>         | 9                   | 0,68  | 12                  | 1,84  | 0     | 0,00  |
| <i>Limatus durhamii</i>               | 108                 | 8,16  | 92                  | 14,11 | 338   | 11,14 |
| <i>Limatus flavisetosus</i>           | 0                   | 0,00  | 22                  | 3,37  | 186   | 6,13  |
| <i>Ochlerotatus argyrothorax</i>      | 0                   | 0,00  | 0                   | 0,00  | 0     | 0,00  |
| <i>Orthopodomyia fascipes</i>         | 18                  | 1,36  | 0                   | 0,00  | 0     | 0,00  |
| <i>Sabethes albiprivus</i>            | 20                  | 1,51  | 0                   | 0,00  | 3     | 0,10  |
| <i>Sabethes amazonicus</i>            | 0                   | 0,00  | 0                   | 0,00  | 0     | 0,00  |
| <i>Sabethes belisarioi</i>            | 3                   | 0,23  | 0                   | 0,00  | 0     | 0,00  |
| <i>Sabethes chloropterus</i>          | 5                   | 0,38  | 3                   | 0,46  | 2     | 0,07  |
| <i>Sabethes cyaneus</i>               | 0                   | 0,00  | 3                   | 0,46  | 0     | 0,00  |
| <i>Sabethes glaucodaemon</i>          | 5                   | 0,38  | 3                   | 0,46  | 0     | 0,00  |
| <i>Sabethes tridentatus</i>           | 77                  | 5,82  | 45                  | 6,90  | 8     | 0,26  |
| <i>Toxorhynchites haemorrhoidalis</i> | 7                   | 0,53  | 17                  | 2,61  | 133   | 4,39  |
| <i>Trichoprosopon digitatum</i>       | 833                 | 62,96 | 29                  | 4,45  | 765   | 25,22 |
| <i>Wyeomyia aporonoma</i>             | 7                   | 0,53  | 0                   | 0,00  | 6     | 0,20  |
| Total                                 | 1.323               | 100   | 652                 | 100   | 3.033 | 100   |

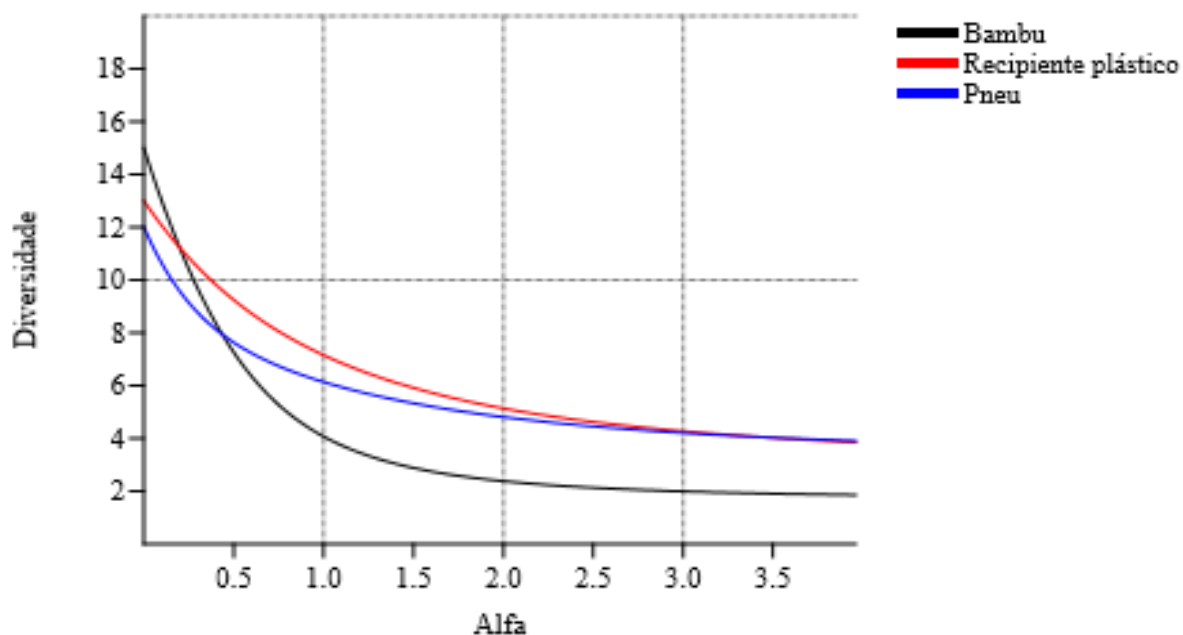


Figura 27: Perfis de diversidade calculado pela série de Rényi em função da diversidade de espécies de mosquitos imaturos, coletados em larvitrapas de internódio de bambu, recipiente plástico e pneu, no período de novembro (2017) e janeiro e fevereiro (2018), dentro da categoria de Baixa densidade populacional/ Baixo desmatamento, na agrovila de Rio Pardo, Presidente Figueiredo, Amazonas. Eixo X: Alfa = log riqueza; 1 = Índice de Shannon; 2 = Índice de Simpson. Eixo Y: diversidade de espécies de mosquitos coletadas no estudo.

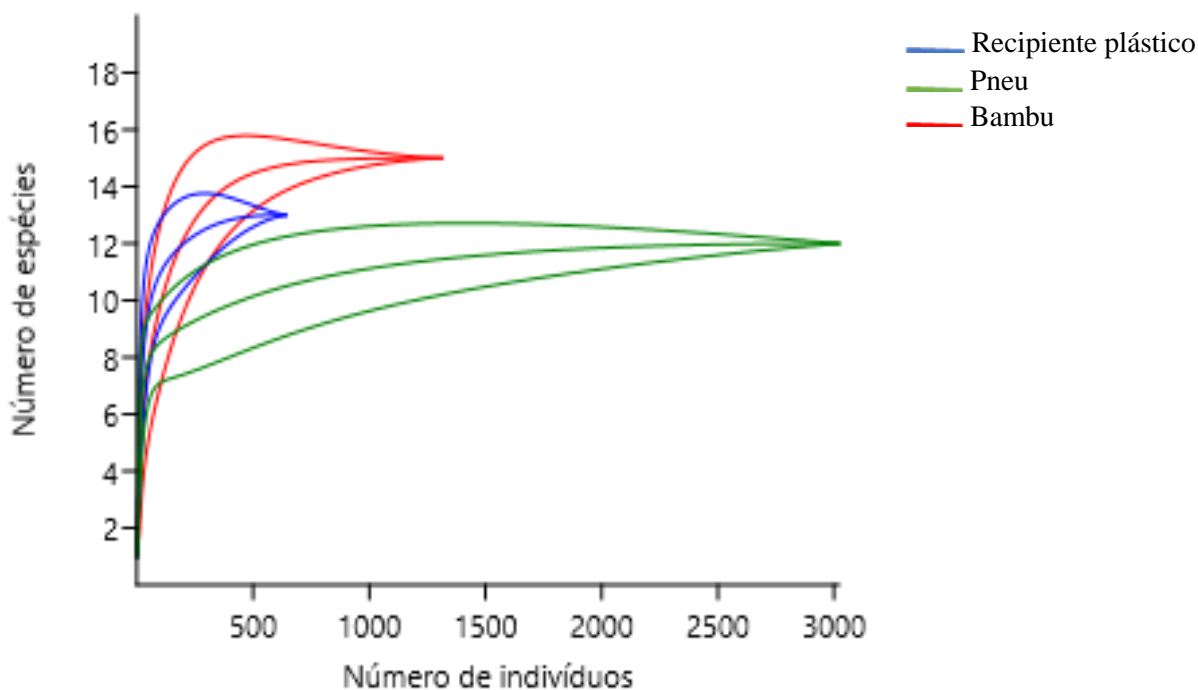


Figura 28: Curva de rarefação representando a riqueza acumulada das espécies de mosquitos imaturos coletados em larvitrapas de internódio de bambu, recipiente plástico e pneu, no período de novembro (2017) e janeiro e fevereiro (2018), na categoria Baixa densidade populacional/ Baixo desmatamento, na agrovila de Rio Pardo, Presidente Figueiredo, Amazonas.

A curva de rarefação da riqueza acumulada de espécies demonstrou que as coletas realizadas nas larvitampas de internódio de bambu, recipiente plástico e pneu atingiram a assíntota. É observada a estabilização da curva da larvitampa de internódio de bambu em torno de 700 indivíduos e 15 espécies, enquanto que no recipiente plástico e pneu, as estabilizações ocorrem em torno de 500 indivíduos e 13 espécies e 1.500 indivíduos e 12 espécies, respectivamente (Figura 28).

Assim como no ADenP/ADes, quando comparado as larvitampas de internódio de bambu, recipiente plástico e pneu, no BDenP/ BDes, também ocorreu uma dissimilaridade ao aplicar a representação gráfica do escalonamento multidimensional não métrico (NMDS). Dessa forma, observou-se um distanciamento expressivo dos pontos entre as larvitampas, indicando que houve diferenças quanto a diversidade de espécies de mosquitos imaturos entre o internódio de bambu, recipiente plástico e pneu (Figura 29).

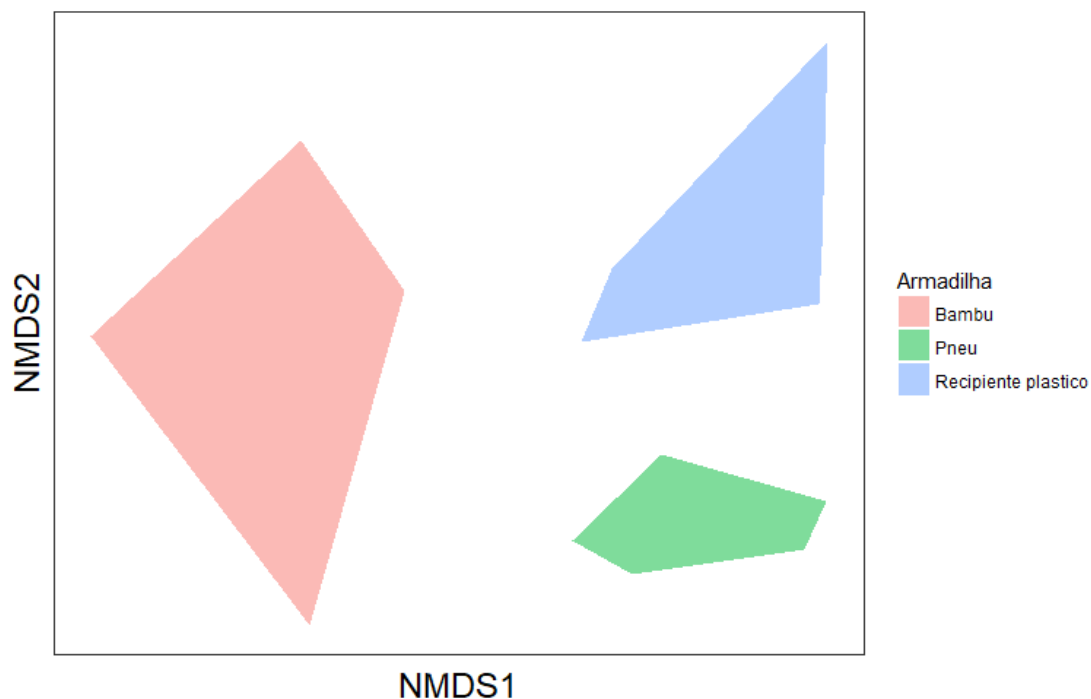


Figura 29: Escalonamento multidimensional não métrico (NMDS) em relação a diversidade de espécies de mosquito imaturos, coletados em larvitampas de internódio de bambu, recipiente plástico e pneu, coletados no período de novembro (2017) e janeiro e fevereiro (2018), na categoria Baixa densidade populacional/ Baixo desmatamento, na agrovila de Rio Pardo, Presidente Figueiredo, Amazonas.

## 5.5 Ocorrência e distribuição de mosquitos incriminados como vetores e com competência vetorial

Das 20 espécies de mosquitos imaturos capturados, seis espécies foram registradas como vetoras de arbovirose e oito espécies já foram encontradas infectadas naturalmente com alguma espécie de arbovírus em estudos anteriores. Dentre as espécies vetoras encontradas no nosso estudo estão: *Ae. albopictus*, *Cx. nigripalpus*, *Cx. quinquefasciatus*, *Ha. janthinomys*, *Sa. chloropterus* e *Sa. cyaneus*. As espécies já registradas naturalmente infectadas, e coletadas no trabalho foram: *Li. durhamii*, *Li. flavisetosus*, *Oc. argyrothorax*, *Sa. albiprivus*, *Sa. belisarioi*, *Sa. glaucodaemon*, *Tr. digitatum* e *Wy. aporonoma*.

Em relação a abundância dos vetores nas categorias ADenP/ ADes e BDenP/ BDes, foi capturado um número de mosquitos relativamente maior em ADenP/ ADes (619 espécimes – 51%) quando comparado com BDenP/ BDes (595 espécimes – 49%). A espécie mais abundante da categoria ADenP/ ADes foi *Ae. albopictus*, com 360 espécimes (58,16%) e da categoria BDenP/ BDes foi *Cx. nigripalpus*, com 344 espécimes (57,82%) (figura 30).

O ambiente que obteve a maior abundância de espécies vetoras foi o peridomicílio, com quatro espécies e 698 espécimes, seguido por floresta, com quatro espécies e 274 espécimes e borda de floresta, com seis espécies e 242 espécimes. As espécies *Ae. albopictus* e *Cx. nigripalpus* foram as mais abundantes e mais frequentes em todos os ambientes e representou 93,48% da abundância total dos vetores coletados. *Haemagogus janthinomys* e *Sa. chloropterus* também foram encontradas em todos os ambientes, representando 3,71% e 2,14% respectivamente, do total de vetores. As espécies *Cx. quinquefasciatus* e *Sa. cyaneus* foram encontradas somente no ambiente de floresta, ambas com abundância de 0,33% (Figuras 30 e 31). O teste PERMANOVA mostrou diferença estatisticamente significativa quando comparado a diversidade das espécies vetoras entre os ambientes (PERMANOVA pseudo-F= 2,6594 p<0,0256).

A larvitrapa de pneu capturou o maior número de vetores (731 espécimes e cinco espécies), seguido por internódio de bambu (269 espécimes e quatro espécies) e recipiente plástico (214 espécimes e seis espécies). Assim como ocorreu nos ambientes, as espécies *Ae. albopictus* e *Cx. nigripalpus* foram as mais abundantes e frequentes em todas as

armadilhas, em especial, na armadilha de pneu (365 e 360 espécimes, respectivamente). *Haemagogus janthinomys* e *Sa. chloropterus*, também ocorreram em todas as armadilhas, com abundância de 45 e 26 espécimes, respectivamente. Já *Cx. quinquefasciatus* foi encontrado nas armadilhas de recipiente plástico (um espécime) e pneu (três espécimes) e *Sa. cyaneus* foi encontrado somente no recipiente plástico (quatro espécimes) (Figuras 30 e 31). De acordo com o teste de PERMANOVA houve diferença estatisticamente significativa quando comparado a diversidade das espécies vetoras entre as armadilhas (PERMANOVA pseudo-F= 6,7249  $p < 0,0004$ ).

A abundância das oito espécies com competência vetorial e encontrada no estudo, foi maior na BDenP/ BDes (2.420 espécimes – 58,1%) quando comparado com ADenP/ ADes (1.745 espécimes – 41,9%). *Trichoprosopon digitatum* foi a espécie mais abundante em ambas as categorias, com 1.627 espécimes na BDenP/ BDes e 1.119 espécimes na ADenP/ ADes (Figuras 32 e 33).

Floresta foi o ambiente com maior diversidade e abundância de mosquitos com competência vetorial (1.466 espécimes e seis espécies), seguido por peridomicílio (1.360 espécimes e oito espécies) e borda de floresta (1.339 espécimes e sete espécies). As espécies *Tr. digitatum*, *Li. durhamii* e *Li. flavisetosus* foram as mais abundantes, e ocorreram em todos os ambientes e juntas representaram 97,5% do total de abundância das espécies coletadas. *Sabethes albiprivus*, *Sa. glaucodaemon* e *Wy. aporonoma* também foram encontradas em todos os ambientes com abundância 2,2%. *Ochlerotatus argyrothorax* foi coletado nos ambientes de borda de floresta e peridomicílio (abundância de 0,2%) e *Sa. belisarioi* somente no ambiente de peridomicílio (abundância de 0,1%) (Figuras 32 e 33). O teste de PERMANOVA, mostrou que não houve diferença significativa da diversidade de espécies com competência vetorial entre os ambientes (PERMANOVA pseudo-F = 1,9282  $p > 0,0796$ ).

A larvitrapa com maior abundância de mosquitos com competência vetorial foi pneu (1.955 espécimes e seis espécies), seguida de internódio de bambu (1.753 espécimes e 7 espécies) e recipiente plástico (457 espécimes e seis espécies). A espécie mais abundante encontrada nas armadilhas de pneu e internódio de bambu foi *Tr. digitatum* (1.010 e 1.580 espécimes, respectivamente), enquanto que no recipiente plástico foi *Li. durhamii* (237 espécimes). *Limatus flavisetosus*, *Wy. aporonoma* e *Sa. albiprivus* foram encontradas em todas as armadilhas, com abundância de 396, 43 e 32 espécimes,

respectivamente. *Sabethes glaucodaemon* foi registrado no internódio de bambu e recipiente plástico, com abundância de 18 espécimes, já *Oc. argyrothorax* frequentou somente a armadilha de pneu (sete espécimes) e *Sa. belisarioi* foi encontrado apenas no internódio de bambu (três espécimes) (Figuras 32 e 33). Ao comparar a diversidade de mosquitos com competência vetorial entre as armadilhas foi possível observar uma diferença estatisticamente significativa (PERMANOVA pseudo-F = 6,0269  $p < 0,0002$ ).

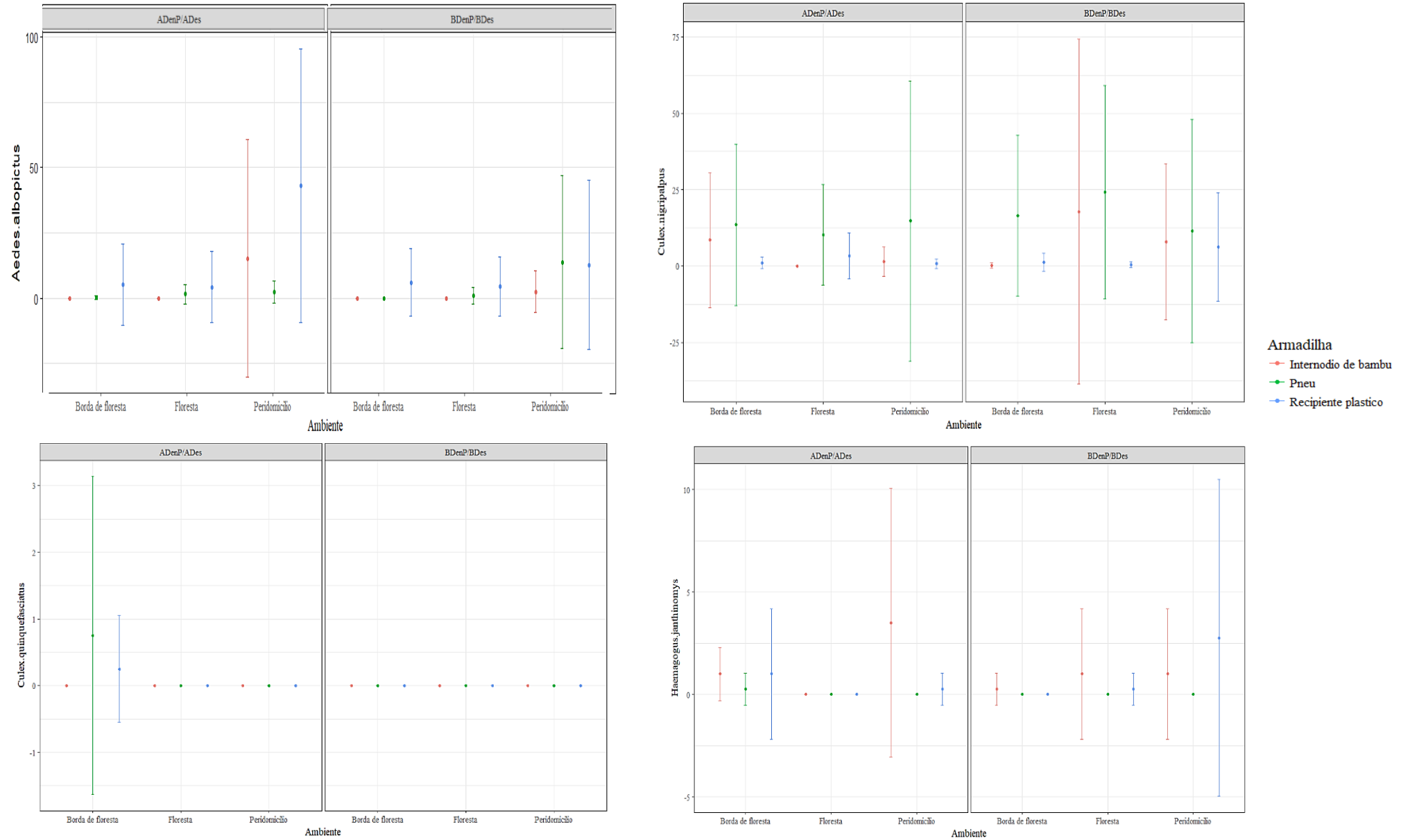


Figura 30: Abundância de espécies vetoras coletadas em larvitampas de internódio de bambu, recipiente plástico e pneu, nos ambientes de floresta, borda de floresta e peridomicílio nas categorias de Alta densidade populacional/ Alto desmatamento e Baixa densidade populacional/ Baixo desmatamento, no período de novembro (2017) e janeiro e fevereiro (2018), na agrovila de Rio Pardo, Presidente Figueiredo, Amazonas.



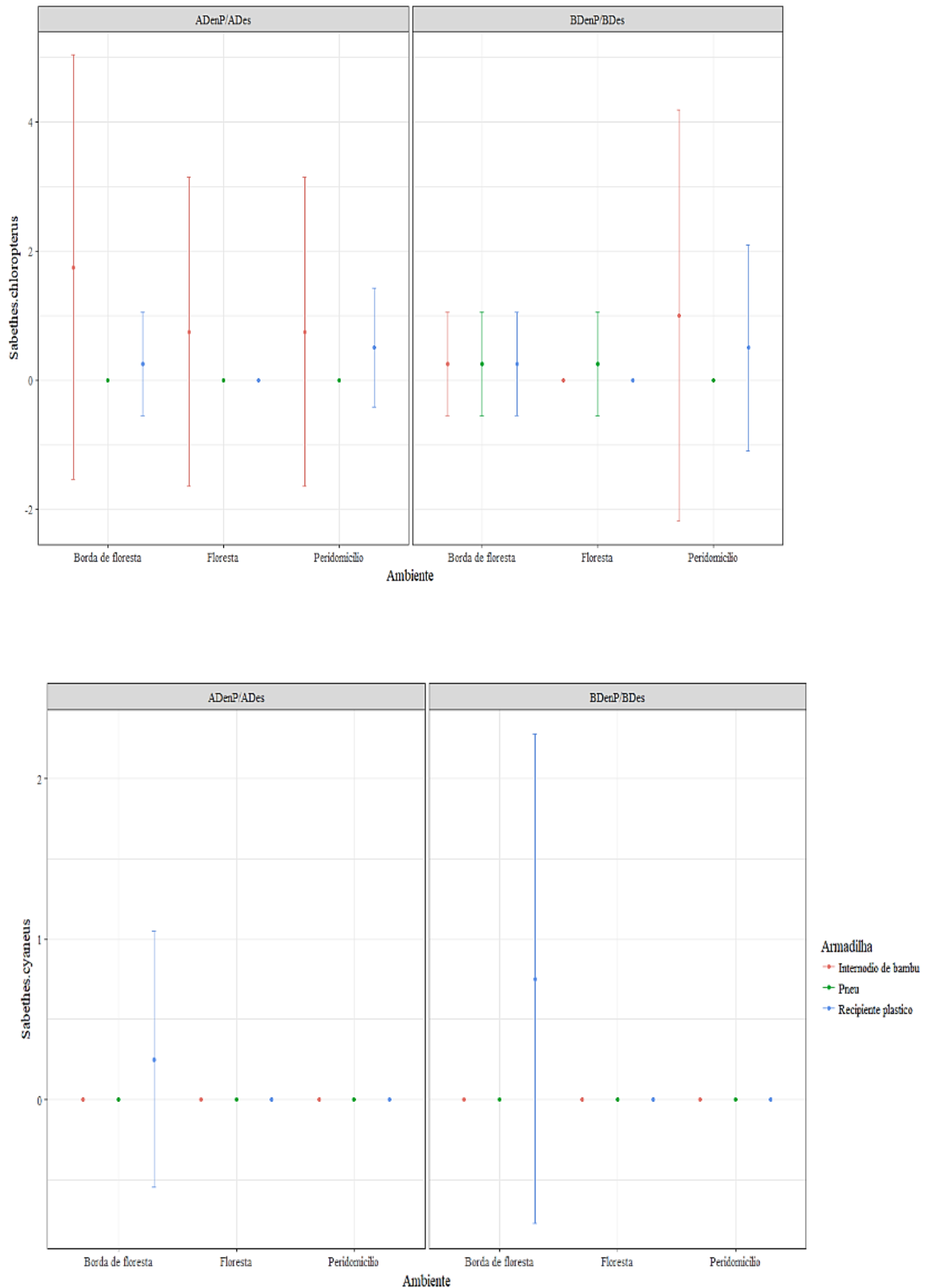


Figura 31: Abundância de espécies vetoras coletadas em larvitampas de internódio de bambu, recipiente plástico e pneu, nos ambientes de floresta, borda de floresta e peridomicílio nas categorias de Alta densidade populacional/Alto desmatamento e Baixa densidade populacional/Baixo desmatamento, no período de novembro (2017) e janeiro e fevereiro (2018), na agrovia de Rio Pardo, Presidente Figueiredo, Amazonas.

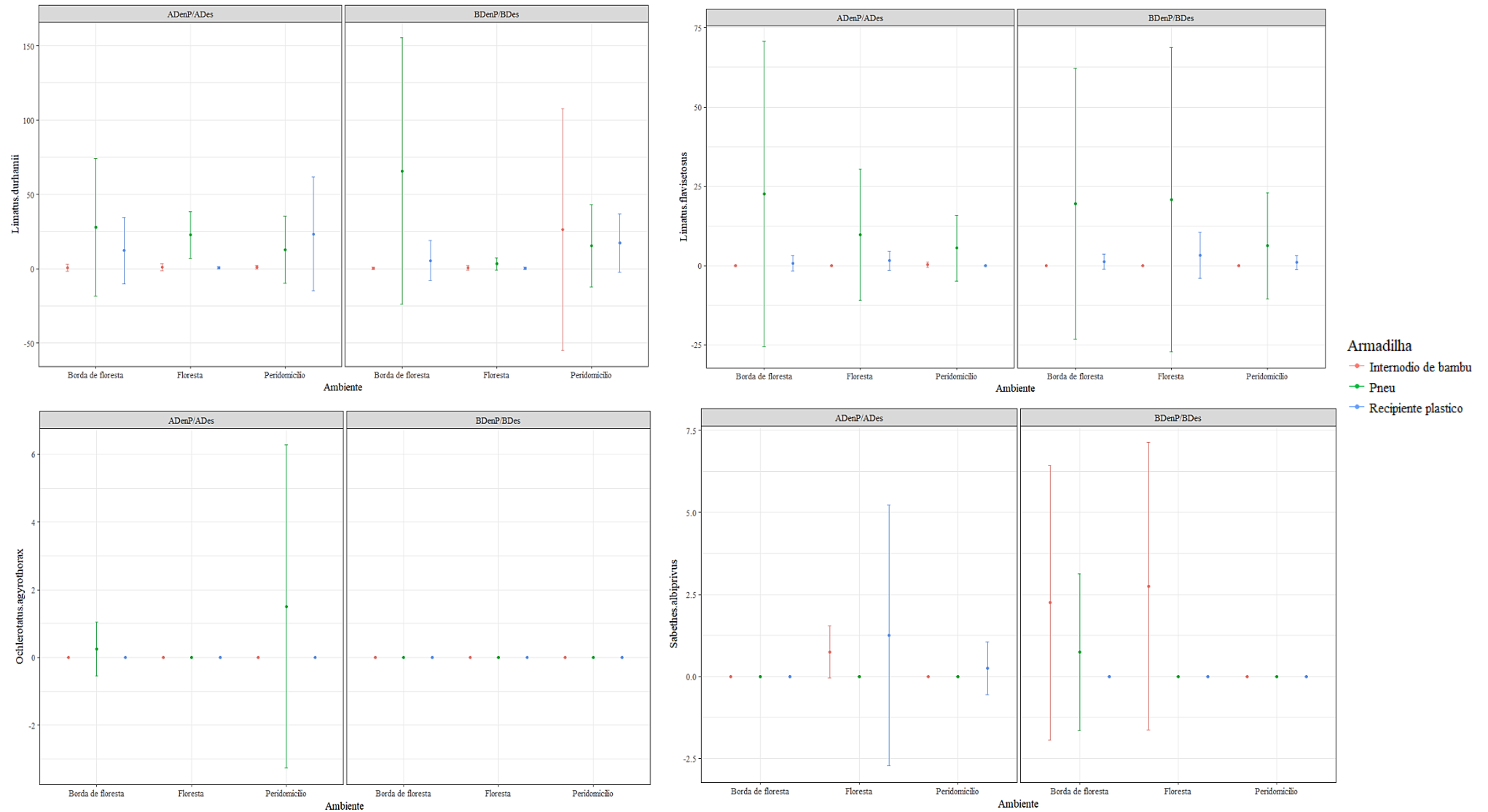


Figura 32: Abundância das espécies com competência vetorial coletadas em larvitampas de internódio de bambu, recipiente plástico e pneu, nos ambientes de floresta, borda de floresta e peridomicílio, nas categorias de Alta densidade populacional/ Alto desmatamento e Baixa densidade populacional/ Baixo desmatamento, no período de novembro (2017) e janeiro e fevereiro (2018), na agrovila de Rio Pardo, Presidente Figueiredo, Amazonas.

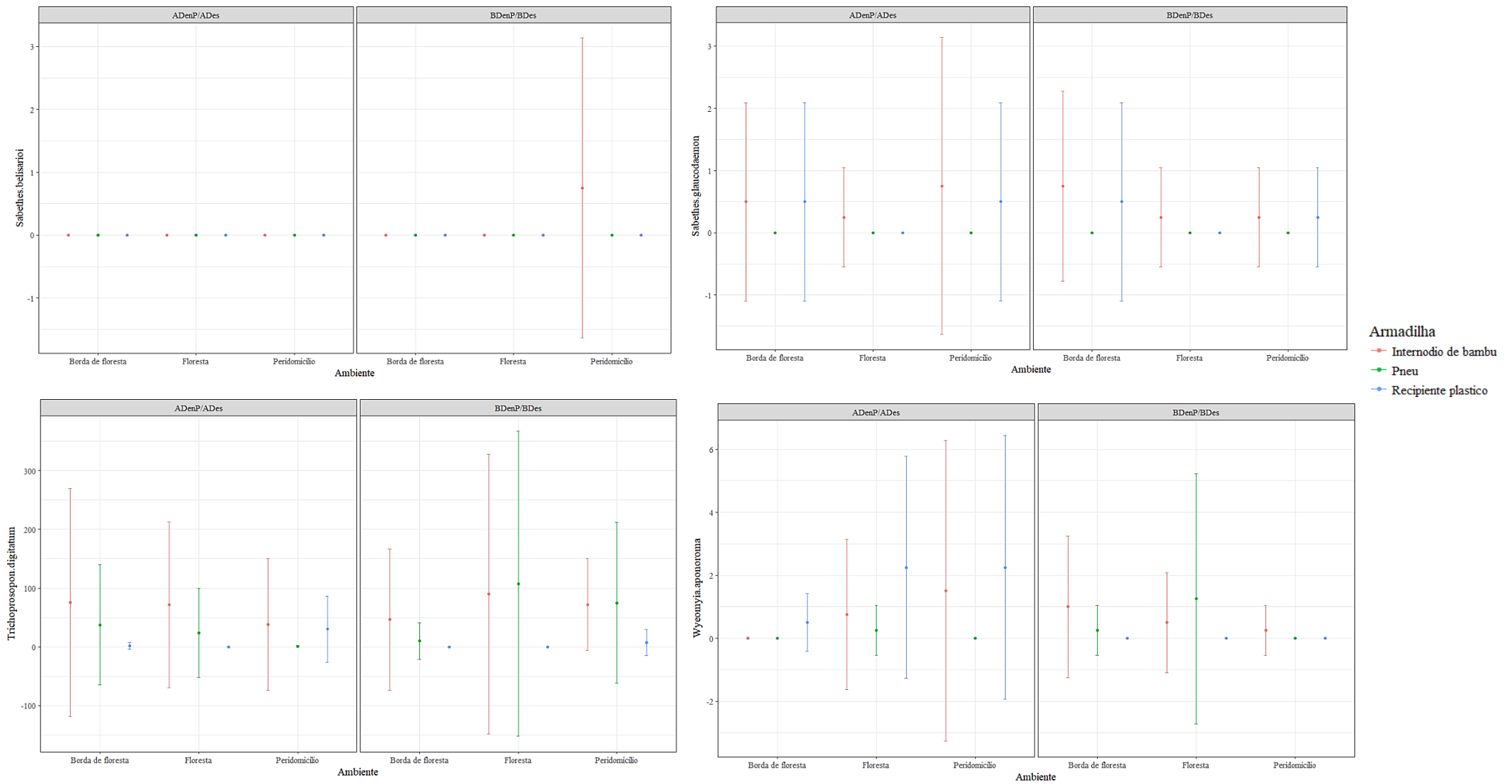


Figura 33: Abundância das espécies com competência vetorial, coletadas em larvitrapas de internódio de bambu, recipiente plástico e pneu, nos ambientes de floresta, borda de floresta e peridomicílio nas categorias de Alta densidade populacional/ Alto desmatamento e Baixa densidade populacional/ Baixo desmatamento, no período de novembro (2017) e janeiro e fevereiro (2018), na agrovila de Rio Pardo, Presidente Figueiredo, Amazonas.

## 6 Discussão

### 6.1 Fauna geral de culicídeos encontrados em larvitampas na Agrovila de Rio Pardo

A fauna de mosquitos no estado do Amazonas é composta por 18 gêneros e aproximadamente 270 espécies, um pouco mais da metade da diversidade total de espécies encontrada no Brasil (XAVIER & MATTOS, 1976; FORATTINI & SALLUM, 1992; SALLUM et al. 1997; SALLUM & HUTCHING, 2003; HUTCHING & SALLUM, 2008; HUTCHINGS et al. 2005; 2010; 2011; 2013; 2016). PEREIRA-SILVA (2017) encontrou 46 espécies de culicídeos na forma de adultos na ARP, mesma área de estudo. Foram obtidos, na estratégia de coletas de imaturos desta dissertação, 10 gêneros em 20 espécies (tabelas 1 e 2). LOPES et al. (1983), utilizaram larvitampas de plástico, em uma floresta de terra firme em Manaus e capturaram 10 espécies de mosquitos. Embora haja poucos estudos de levantamento de fauna por meio de armadilhas de coletas de imaturos no estado do Amazonas, a metodologia utilizada para o desenvolvimento dessa dissertação é funcional e representativa para uma fauna de mosquitos rica e diversificada localmente.

Dentre os gêneros identificados no estudo, *Culex*, foi o mais abundante (tabela 1), resultados semelhantes em regiões de terra firme e várzea amazônicas foram encontrados por HUTCHINGS et al. (2005; 2008; 2016; 2013) e MEDEIROS-SOUZA et al. (2015). Os demais gêneros mais abundantes foram *Trichoprosopon* e *Limatus* (tabela 1), esses resultados corroboram com os achados de ORLANDI et al. (2017) e LAPORTA & SALLUM (2011), respectivamente, em seus levantamentos de fauna de mosquitos, ambos realizados em áreas de Mata Atlântica.

A espécie mais abundante coletada ao longo do projeto foi *Cx. urichii* (tabela 2), no entanto, essa alta abundância ainda não havia sido registrada em outros estudos de ecologia de mosquitos na região da Amazônia Brasileira (ex. BARATA et al. 2012; LOPES, 1997 a; BRILHANTE et al. 2018), apesar do número pouco expressivo de coletas, em estudo feito por YANOVIK et al. (2006), indicaram a predominância de *Cx. urichii* em internódios de bambu na Amazônia peruana. *Trichoprosopon digitatum*, seguido de *Cx. (Melanoconion) spp*, respectivamente, a segunda e terceira espécie com maior número de espécimes (tabela 2). CHAVERRI et al. (2018) também encontraram dominância de *Tr. digitatum*, coletadas em ovitampas, em uma região de floresta na

Costa Rica. Devido as dificuldades de caráter taxonômico na identificação da espécie de *Cx. (Melanoconion)*, chegou-se somente até o nível de seção neste trabalho, no entanto é possível observar alta abundância de espécies do subgênero nos estudos de HUTCHINGS et al. (2008; 2018) realizados ao longo de rios amazônicos, e no trabalho de RIBEIRA et al. (2012), em áreas de Mata Atlântica de São Paulo. As demais espécies mais abundantes do estudo, *Li. durhamii*, *Ae. albopictus* e *Cx. nigripalpus*, são amplamente registradas em levantamentos de fauna de todas as regiões do Brasil, tais como região Sul (ex. LOPES, 1997 a; SANTOS et al. 2016; FANTINATTI et al. 2007), Sudeste (ex. VIRGENS, et al. 2018; PAULA, 2015; CERRETI-JUNIOR et al. 2016; GUIMARÃES et al. 2000), Centro-Oeste (ex. GOMES et al. 2007; OLIVEIRA & MELO, 2014; INACIO et al. 2017), Nordeste (ex. ARAGÃO et al. 2010; SANTOS & CALADO, 2014) e Norte (ex. HUTCHINGS et al. 2002; 2011; 2013; 2018).

## **6.2 Abundância e diversidade de mosquitos por categorias: Alta Densidade Populacional/ Alto desmatamento (ADenP/ ADes) e Baixa Densidade Populacional/ Baixo Desmatamento (BDenP/ BDes)**

A categoria de ADenP/ ADes demonstrou uma maior diversidade e abundância de espécies de mosquitos imaturos, quando comparado com BDenP/ BDes (tabela 3), diferentemente dos resultados encontrados por THONGSRIPONG et al. (2013), que, apesar de que esses autores estudaram ecologia de mosquitos adultos, observaram habitats com diferentes níveis de distúrbios antropogênicos, em regiões de arrozais na Tailândia, constataram que a diversidade de mosquitos foi menor em ambientes antropizados, quando comparados as áreas florestais. Além disso, os autores observaram que a abundância de mosquitos foi maior em plantações de arroz e menor na floresta. Na Amazônia Peruana, JOHNSON et al. (2008), através de técnicas de imagens de sensoriamento remoto ao longo de um gradiente, delimitaram áreas urbanas, peri urbanas e rurais e observaram que a diversidade de espécies de mosquitos foi menor em locais próximos das áreas urbanas, quando comparada com as demais áreas; as maiores abundâncias de mosquitos foram observadas nos ambientes mais antropizados, áreas urbanas e peri urbanas.

RAMOS, et al. (2014) estudaram fauna de flebotomíneos a partir de diferentes graus de densidade populacional e desmatamento, na ARP, e mostraram que a maior

abundância e diversidade de flebótomos foi em áreas que apresentavam maior densidade populacional humana. Apesar de tratar-se de outro díptero vetor, esse estudo corroborou com os resultados desta dissertação, a abundância de mosquitos aumentou também em ambientes mais desmatados e com maior densidade populacional humana.

Ao serem avaliadas as categorias ADenP/ ADes e BDenP/ BDes, foi observado que a maior equitabilidade de espécies de mosquitos foi na categoria de BDenP/ BDes, assim como nessa categoria obteve-se maior índice de diversidade de Rényi (figura 12). No entanto, os valores dos resultados dos índices, na composição da fauna de mosquitos entre as categorias, não indicaram diferenças significativas. Tais resultados mostraram que, a composição da fauna de mosquitos de Rio Pardo não sofreu alterações significativas quando expostas aos diferentes tipos de habitats estudados nesta dissertação. Essa afirmação também é sustentada pelo teste de IndVal, não houve categoria com mosquitos específicos e fidedignos dentro das áreas estudadas. Desta forma, é observado que não há preferência de habitat, pois os mosquitos foram frequentes tanto em ambientes mais preservados, como BDenP/BDes, quanto em ambientes mais antropizados ADenP/ADes, sendo observado uma plasticidade no comportamento biológico adaptativo das espécies dessas categorias. Uma das consequências de tal adaptação é a ocorrência de doenças arbovirais, devido à presença de vetores em ambientes peridomiciliares, como sugeridos por ABAD-FRANCH (2012) e BRITO et al. (2018).

As curvas de rarefação obtidas deram uma indicação da estabilidade do número de espécie em cada categoria (figura 11). Tanto na ADenP/ ADes quanto na BDenP/ BDes, alcançaram a assíntota em suas curvas, mostrando assim, que o esforço amostral empregado no estudo foi suficiente para demonstrar a fauna local. Essa ferramenta estatística, além de validar as informações do campo, auxiliou na avaliação e planejamento de ações de vigilância entomológica, pois ela mostrou um indicativo das espécies mais frequentes no ambiente analisado (CARDOSO et al. 2011).

A alta abundância de *Cx. urichii* no ADenP/ADes demonstrou a sua característica de oviposição nos mais diferentes tipos de criadouros, pois foi encontrado em todas larvitrapas deste trabalho, em especial na larvitrapa de pneu; achados semelhantes foram encontrados por BERTI et al. (2013). Apesar dessa plasticidade de locais de

oviposição, mais de 70% da abundância dessa espécie foi encontrada no ambiente de floresta. O *Tr. digitatum*, espécie mais abundante da categoria BDenP/BDes também foi encontrado em maior abundância em floresta, com preferência por local de oviposição nas armadilhas de internódio de bambu, resultados semelhantes foram encontrados por ZAVORTINK et al. (1983) e FORATTINI (2002).

### **6.3 Abundância e diversidade de mosquitos entre os ambientes**

A maior abundância de espécies foi obtida no ambiente de floresta, enquanto que a maior diversidade foi encontrada em borda de floresta (figuras 13 e 14, respectivamente). De acordo com os índices aplicados neste estudo, foi possível observar uma maior aproximação na composição da fauna de mosquitos entre os ambientes de borda de floresta e peridomicílio (figura 14), enquanto que o ambiente de floresta apresentou os menores valores em sua diversidade e equitabilidade de espécies. Tais diferenças observadas entre os ambientes estudados foram estatisticamente significativas (PERMANOVA  $p < 0,0010$ ). Resultados semelhantes, com mosquitos adultos, foram encontrados por PEREIRA-SILVA (2017) e STEIGER et al. (2012), onde observaram que o ambiente de borda de floresta apresentou maior diversidade na composição da fauna. RIBEIRO et al. (2012), estudaram a composição de fauna de mosquitos em ambiente florestado e antrópico, na região de Mata Atlântica, e observaram uma maior diversidade e uniformidade na composição da fauna de culicídeos em ambiente antropizado quando comparado com floresta e sugeriram que o estresse ambiental aumentou o número de nichos favoráveis para os mosquitos e dessa forma, promoveu sua maior diversidade de espécies em ambientes alterados.

Observa-se assim que, embora esses ambientes modificados pelo homem possam comprometer espécies de vertebrados, acabam por se tornar favoráveis para uma maior diversidade de espécies de invertebrados, inclusive culicídeos (HUNTER, 2007). Provavelmente características presentes nesses ambientes, como temperaturas elevadas, fontes de repasto sanguíneo e locais de oviposição, podem estar atuando como atrativos para o estabelecimento de fauna de mosquitos nesses habitats (NORRIS, 2004; STEIGER et al. 2016; TADEI et al. 1998).

As espécies, *Cx. urichii* e *Tr. digitatum* foram as mais abundantes nos três ambientes desse estudo (tabela 4). Esses culicídeos também foram encontrados em

estudos de HUTCHINGS et al (2011; 2013), que registraram essas espécies em baixa densidade, capturadas em suas formas imaturas e aladas em busca ativa de criadouros naturais e em armadilhas de puçá.

As curvas de rarefação obtidas (figura 15) deram a indicação de que foi possível capturar as espécies mais comuns nos ambientes amostrados e dessa forma, caso houvesse mais coletas, a diversidade de espécies não mudaria de forma expressiva. PEREIRA-SILVA (2017) utilizou armadilhas de luz para a captura de adultos e observou que a curva de rarefação relativa ao ambiente de peridomicílio estabilizou a partir de oito espécies e cerca de 300 espécimes, enquanto que nos ambientes de borda de floresta e floresta (com 12 espécies e 127 espécimes e, oito espécies e 179 espécimes, respectivamente), as curvas tenderam à estabilização. CONFALONIERI & NETO (2007), por meio de armadilhas luminosas, constataram que a curva de rarefação, em fauna alada de mosquitos se estabilizou com 34 espécies e em torno de 3.000 exemplares, em coletas realizadas em áreas florestadas de Caxiuanã, no Pará.

O *Cx. urichii* foi predominantemente encontrado no ambiente de floresta, enquanto que *Sa. tridentatus* e *Ae. albopictus* no peridomicílio ( tabela 5). A prevalência de *Ae. albopictus* no ambiente peridomiciliar era esperada, devido sua preferência a habitats alterados (ex. FORATTINI, 2002; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA et al. 2004; MACIEL-DE-FREITAS et al. 2006; MANICA et al. 2016), já as demais espécies citadas acima ainda não haviam sido registradas associadas a tais ambientes. A presença de *Sa. tridentatus* no peridomicílio difere do comportamento das demais espécies do gênero, pois *Sabethes* são mais comumente encontrados em ambientes preservados (FORATTINI, 2002). Dessa forma, presume-se aqui que *Sa. tridentatus* e *Ae. albopictus* foram sinantrópicos na ARP, enquanto que *Cx. urichii* foi classificado aqui como silvestre.

O ambiente com maior abundância de mosquitos foi floresta, nas duas categorias (tabelas 6 e 7). As espécies responsáveis por tais abundâncias foram *Cx. urichii*, por representar 59% do total coletado na floresta de ADenP/ADes e já citada aqui como espécie silvestre, e *Tr. digitatum* com 43,03% do total coletado na floresta de BDenP/BDes. A diversidade na fauna de mosquitos na categoria ADenP/ADes foi maior no peridomicílio (figura 16) enquanto que na BDenP/BDes foi em borda de floresta



(figura 19). Em ambas as categorias a equitabilidade foi maior no peridomicílio, enquanto que a similaridade foi maior entre floresta e peridomicílio. Achados similares foram feitos por CARDOSO et al. (2011), que estudaram a diversidade de espécies mosquitos em três distintos ambientes, no Rio Grande do Sul, e constataram que o ambiente de floresta apresentou maior abundância de espécies quando comparado com áreas de transição e urbana; observaram ainda que a maior similaridade foi entre o ambiente de floresta e área urbana, enquanto que a maior diversidade e equitabilidade na fauna de mosquitos foi maior em áreas de transição. Já trabalhos de FERRAGUTI et al. (2016), MARQUES & FORATTINI (2008), MONTES (2005), REZENDE et al. (2011) diferiram dos resultados desta dissertação, pois apresentaram maiores abundâncias e menores diversidades de mosquitos em ambientes antropizados, enquanto que em áreas florestadas ocorreu o inverso.

Em geral, as curvas de rarefação que representaram a riqueza acumulada de espécies de mosquitos entre as duas categorias (figuras 17; 20), quando analisadas a partir dos ambientes, mostraram que houve uma boa estimativa da riqueza de mosquitos, com assíntota em torno de 14 e 18 espécies e acima de 1.000 indivíduos. SUGIMOTO (2009) coletou adultos e imaturos de mosquitos em uma área impactada por uma hidrelétrica no período de pré e pós enchimento, localizada entre as cidades de Ourinhos, São Paulo e Jacarezinho, Paraná e observou uma estabilidade da curva de rarefação quando a mesma atingiu 55 espécies e cerca de 2.000 indivíduos.

Quanto à comparação da similaridade na composição das espécies de mosquitos, entre os ambientes das categorias, por meio do NMDS (figuras 18 e 21), notou-se que em ambas as categorias não houve mudanças expressivas nas composições de espécies entre os ambientes. Tais resultados indicaram que em Rio Pardo, a composição da fauna de mosquitos dos ambientes de floresta, borda de floresta e peridomicílio, quando avaliado a partir de diferentes perfis de desmatamento e densidade populacional, não se alteraram. HUTCHINGS (2016) ao fazer levantamento de fauna de mosquitos adultos e imaturos, em cinco regiões remotas do Amazonas, observou que em quatro áreas o NMDS mostrou composição de fauna semelhantes entre si (regiões de Ararinha, Ararão, Arara, Igarapé do Maia), sendo apenas a região Acucuaia com composição de fauna diferente das demais áreas estudadas. Ademais, HUTCHINGS (2016) analisou e comparou dados de outros nove inventários de espécies de mosquitos realizados no estado do Amazonas, e constatou

que houve pouca similaridade na composição da fauna de mosquitos entre as regiões estudadas, assim, indicou que existiu heterogeneidade na composição de mosquitos dos inventários amazonenses. MOHLMANN et al. (2017), analisaram abundância e diversidade de mosquitos em diferentes ambientes, localizados na Suécia, Holanda e Itália, e constataram que, de acordo com o teste de NMDS, a composição da fauna de mosquitos entre áreas peri urbanas e florestais foram similares. A dinâmica populacional das espécies de mosquitos entre os ambientes das diferentes categorias encontradas em ARP indicou que houve uma migração da diversidade da composição de espécies a ambientes que sofreram impactos antrópicos, sejam essas mudanças em pequena ou grande escala.

#### **6.4 Abundância e diversidade de mosquitos entre larvitrapas de internódio de bambu, recipiente plástico e pneu**

A maior abundância de mosquitos foi encontrada na larvitrapa de pneu, enquanto que a maior diversidade ocorreu na larvitrapa de recipiente plástico (tabela 8 e figura 22). Resultados semelhantes de alta abundância de mosquitos em pneus foram encontrados por LOPES et al. (1995) e LOPES (1997 b), no entanto, tais estudos também apontaram a armadilha artificial de pneu como sendo a que obteve a maior diversidade de espécies de mosquitos, quando comparados com recipiente plástico, bambu e lata de alumínio. LOPES et al. (1995) constaram ainda, que a similaridade de espécies foi maior entre as armadilhas de pneu e bambu; tal resultado diferiu parcialmente dos resultados dessa dissertação, visto que a maior similaridade das espécies de mosquitos imaturos foi observada entre os criadouros de recipiente plástico e pneu.

Espécies do gênero *Culex* são menos criteriosas quanto a escolha do local de oviposição (CONSOLE & LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, 1994; FORATTINI, 2002; MONTES, 2005), no entanto, foi possível observar nesse trabalho, suas preferências às larvitrapas de pneus e recipientes plásticos, sendo *Cx. urichii* a espécie mais abundante da larvitrapa de pneu (tabela 8) e *Cx. (Melanoconion) spp* a mais abundante na larvitrapa recipiente plástico (tabela 8), corroborando assim, com estudos de LOPES et al. (1997 a) e CALADO & SILVA (2001) que ao analisarem fauna de mosquitos imaturos no Paraná, através de criadouros naturais e artificiais, observaram alta abundância em recipientes artificiais.

O *Tr. digitatum*, espécie encontrada nesse estudo, em maior abundância na larvitrapa internódio de bambu, geralmente utiliza criadouros naturais para a sua oviposição (LOUNIBOS & MACHADO-ALLISON, 1983), porém já houve registros de seus imaturos em criadouros artificiais, como assinalados em outros trabalhos (ex. ZAVORTINK et al. 1983; FORATTINI, 2002).

Por meio das larvitrapas, foi possível obter uma boa estimativa de mosquitos capturados, com exceção do internódio de bambu, pois sua curva de rarefação ainda estava tendendo a estabilização (figura 23). PEREIRA-SILVA (2017), ao comparar armadilha de luz e atração humana protegida, para coletas de mosquitos em diferentes alturas na floresta, constatou que na atração humana protegida, as curvas de rarefação tendiam mais a estabilização quando comparadas com armadilha de luz.

Foram encontradas dez espécies de mosquitos com preferências específicas de determinado tipo de larvitrapa. Das espécies de mosquitos relacionados a larvitrapa de internódio de bambu estão *Sa. tridentatus*, *Tr. digitatum*, *Sa. albiprivus* e *Or. fascipes* (tabela 9). Em geral, essas espécies foram associadas a criadouros naturais transitórios, como cascas de frutas, plantas capazes de armazenar água, bambus e outros (FORATTINI, 2002; ZAVORTINK, 1968). Quanto à larvitrapa pneu, as espécies com maior afinidade a essa armadilha foram *To. haemorrhoidalis*, *Cx. urichii*, *Li. flavisetosus*, *Li. durhamii*, *Cx. nigripalpus* e *Ae. albopictus* (tabela 9). Alguns estudos registraram com frequência essas espécies, com exceção de *To. haemorrhoidalis*, *Cx. urichii*, *Li. flavisetosus*, em armadilhas artificiais de pneu (ex. HONÓRIO & LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, 2001; LOPES et al. 1995; LOPES, 1997 b; REZENDE et al. 2011; CALADO & SILVA, 2001; SILVA, 2002).

A larvitrapa de pneu foi a mais abundante em ambas as categorias (tabelas 10 e 11), sendo *Cx. urichii* responsável por 46% do total de indivíduos encontrados nessa larvitrapa; SILVA et al. (2009) ao compararem densidade de mosquitos em armadilhas de recipiente plástico e pneu, observaram que houve uma maior frequência de imaturos no pneu. A diversidade da fauna de mosquitos tanto na ADenP/ADes quanto na BDenP/BDes foi maior na larvitrapa de recipiente plástico (figuras 25 e 27), assim como também a equitabilidade das espécies. As larvitrapas tipo internódio de bambu e recipiente plástico apresentaram maiores similaridades na composição de espécies na

categoria ADenP/ADes (figura 26), enquanto que na categoria BDenP/BDes a similaridade foi maior entre o criadouro de pneu e internódio de bambu (figura 29).

Existem poucos artigos acerca de aspectos ecológicos de imaturos de mosquitos em armadilhas de larvitampas em ambientes rurais amazônicos, no entanto CALADO & SILVA (2001), LOPES (1993; 1995; 1997 a, 1997 b), LOURENÇO-DE-OLIVEIRA et al. 1986, SILVA & LOZOVEI (1996) indicaram que algumas espécies apresentam padrões de comportamentos de oviposição distintos, e que larvitampas artificiais, muitas vezes foram vistas como preferenciais para coletas de imaturos de várias espécies de mosquitos.

Algumas espécies de mosquitos coletados neste estudo, em larvitampa de pneu, principalmente nos pontos da categoria ADenP/ADes, como *Ae. albopictus* e *Cx. urichii* (tabela 10), foram coletados em grande abundância. HONÓRIO & LOURENÇO-DE-OLIVEIRA (2001) avaliaram fauna de mosquitos em armadilhas de pneus instaladas em áreas urbanas de Nova Iguaçu, Rio de Janeiro, e observaram que 71% do total de indivíduos coletados pertenciam a *Ae. albopictus*. LOPES et al. 1983 registraram alta abundância de *Cx. urichii* em larvitampas de recipientes plásticos, instaladas em floresta, localizada na periferia de Manaus, Amazonas.

ZEQUI et al. (2005) compararam fauna de mosquitos entre armadilhas de internódio de bambu e pneu, instalados em ambientes peri urbanos e urbanos de Londrina, Paraná, constataram que pneu foi a armadilha que capturou o maior número de mosquitos imaturos, sendo as espécies dos gêneros *Culex* e *Aedes* as mais frequentes nessa armadilha. As espécies do gênero *Sabethes* na ARP demonstraram estar bastante associadas a criadouros naturais, devido a sua predominância em internódio de bambu e a não ocorrência em larvitampa pneu da categoria ADenP/ADes (tabela 10). Resultados semelhantes foram encontrados por LOZOVEI (1998), onde ao estudar fauna de mosquitos em internódios de bambu em florestas de duas regiões distintas, Serra do Mar e Primeiro Planalto Paranaense, Paraná, constatou as espécies do gênero *Sabethes* foram as mais abundantes, outros estudos semelhantes de abundância de *Sabethes* em larvitampas bambus e que corroboram com nossos achados, podem ser encontrados em registros de LOZOVEI (2001), MARCONDES & MAFRA (2003) e ZEQUI & LOPES (2001).

Os baixos valores encontrados nos índices de similaridade das espécies entre as larvitampas nas duas categorias, juntamente com a análise de PERMANOVA e NMDS (figuras 26 e 29), confirmaram que a composição de espécies de mosquitos de fato é distinta, este resultado foi similar aos de CALADO & SILVA (2001) e LOPES (1997 a), onde também encontraram uma composição de fauna de mosquitos imaturos distinta entre as larvitampas de pneu, internódio de bambu e recipiente plástico.

Apesar da sua baixa abundância de larvas coletadas em larvitampas de recipiente plástico na categoria ADenP/ADes (tabela 10), o número de espécies coletados foram altos, similares aos de larvitampas de internódio de bambu, com 16 das 20 espécies, enquanto que larvitampa de pneu, nessa categoria, só foi possível coletar 13 espécies. Na categoria BDenP/BDes (tabela 11) a larvitampa de internódio de bambu registrou a ocorrência de 15 espécies, enquanto que recipiente plástico capturou 13 espécies e pneu 12. Dessa forma, foi possível observar que internódio de bambu e recipiente plástico demonstraram ser larvitampas mais eficientes para a maioria das espécies encontradas; provavelmente grande parte das espécies coletadas nesse estudo exploraram tanto criadouros naturais como artificiais, o que pode ser indicativo de domiciliação desses mosquitos. LOURENÇO-DE-OLIVEIRA et al. (1986) em estudos sobre ecologia de mosquitos em criadouros naturais e artificiais em uma fazenda de Jacarepaguá, Rio de Janeiro, coletaram a maioria das espécies em criadouros naturais, no entanto as espécies *An. noroestensis*, *Ur. geometrica*, *Ur. lowi*, *Cx. coronator*, *Cx. lygrus* também foram encontradas em criadouros artificiais.

A maior abundância da espécie predadora *To. haemorrhoidalis* foi na larvitampa pneu em ambas as categorias, informação similar aos achados de LOPES (1997 a). De acordo com SILVA & LOZOVEI (1999) o tamanho da superfície disponível para a oviposição e a densidade de presas, são fatores que interferem na abundância dessa espécie em criadouro, portanto, provavelmente nesse estudo, a larvitampa de pneu, devido à capacidade de armazenar um expressivo volume de água (em função das chuvas na região, apesar de terem sido padronizados a quantidade da água colocada nas larvitampas), associada a presença de larvas de outros culicídeos, foram influentes na escolha do local de oviposição das fêmeas de *To. haemorrhoidalis*. A abundância relativamente maior dessa espécie na categoria de ADenP/ADes, diferiu dos resultados encontrados por WETERINGS et al. (2014) pois observaram que a maior abundância de

predadores, como *To. splendens* e espécies de outras ordens taxonômicas como Hemiptera, Coleoptera e Anura, estavam fortemente relacionadas a ambientes com poucas alterações antrópicas.

Todas as espécies vetoras encontradas neste estudo, nas duas categorias, foram coletadas nas larvitampas de recipiente plástico e pneu. Essas ocorrências são fatores de risco de domicilização de arboviroses típicas silvestres (REZENDE et al. 2011; SANTOS & CALADO, 2014). LOPES (1997 b) fez busca ativa de mosquitos imaturos em criadouros artificiais presentes em áreas rurais de Londrina, Paraná, e mostrou que a abundância de imaturos foi maior em caixas d'água, seguido de pneus e cochos e que as espécies *Cx. quinquefasciatus* e *Li. durhamii* foram encontradas em todos os criadouros artificiais, e dessa forma, sugeriu tratar-se de espécies adaptadas ao ambiente antropogênico.

### 6.5 Abundância de espécies vetoras e putativas

Foram encontradas várias espécies nesse estudo que são vetoras ou suspeitas (tabela 2). As espécies vetoras mais abundantes foram *Ae. albopictus*, *Cx. nigripalpus* e *Ha. janthinomys*. As espécies com competência vetorial mais abundantes foram *Tr. digitatum*, *Li. durhamii* e *Li. flavisetosus*. Essas espécies vêm sendo comumente registradas em diversos trabalhos de levantamento de fauna de culicídeos e demais estudos para o estado do Amazonas (HUTCHINGS et al. 2002; 2013; 2011, BARBOSA et al. 2008; RÍOS-VELÁSQUEZ et al. 2007).

*Aedes albopictus*: espécie vetora de diversas arboviroses, tais como Dengue, Febre Amarela, Chikungunya e Vírus do Oeste do Nilo (PAUPY et al. 2009). Essa espécie na ARP foi encontrada em maior abundância nos ambientes de maior densidade populacional humana e de menor cobertura florestal, em larvitampas pneu em peridomicílios (figura 30). O *Ae. albopictus* é apontado como uma espécie associada com ambientes mais antropizados de áreas peri urbanas. HONÓRIO & LOURENÇO-DE-OLIVEIRA (2001) estudaram frequência de larvas de *Aedes* em armadilhas de pneus, no Rio de Janeiro, e observaram que *Ae. albopictus* foi a espécie predominante, sendo muito mais frequente em pneus do que *Ae. aegypti*.

*Culex nigripalpus*: essa espécie é vetora das Encefalites de São Luíz e Equina Venezuelana, em países da América Central e Sul (DAY & STARK 2000; MENDÉZ et

al. 2001). Larvas dessa espécie podem ser encontradas em uma variedade de criadouros, sejam eles naturais ou artificiais e demonstram ter um hábito alimentar eclético (FORATTINI, 2002; LAPORTA et al. 2008). FORATTINI et al. (1995) encontraram um número elevado de adultos de *Cx. nigripalpus* em ambientes antropizados, no entanto não conseguiram correlacioná-la como espécie pertencente a ambientes alterados. Os resultados desta dissertação indicaram que *Cx. nigripalpus* foi mais abundante em ambientes na categoria de BDenP/ BDes; mais destacadamente em ambientes de floresta; nas larvitrapas de pneu (figura 30); apesar de ser associado a ambientes alterados, em Rio Pardo, essa espécie está mais associada a ambientes menos modificados.

*Culex quinquefasciatus*: essa espécie foi registrada em baixa abundância, sendo apenas encontrada na: categoria ADenP/ADes; em ambiente de borda de floresta; armadilhas de pneu e plástico (figura 30). De acordo com seu comportamento biológico, *Cx. quinquefasciatus* é um mosquito antropófilo, noturno e endofílico e encontrado em zonas urbanas e rurais, suas larvas desenvolvem-se em criadouros com elevado teor de matéria orgânica. É possível que a água oferecida em nossas larvitrapas, para a ovipostura, tenha sido um fator limitante para a colonização dessa espécie, devido a sua característica peculiar de desenvolver-se em águas poluídas (LAPORTA et al. 2006; URBINATTI et al. 2001). No entanto, seu registro no estudo, nos indica que esta espécie está presente no assentamento, desenvolvendo-se em locais mais densamente populosos e com menor cobertura vegetal. Dentre as doenças veiculadas por *Cx. quinquefasciatus* estão, a Filariose Linfática, *Vírus da Encefalite de São Luíz*, *Vírus do Nilo*, *Vírus do Vale do Rift* (VAIDYANATHAN & SCOTT, 2007; LIMA et al. 2003).

*Haemagogus janthinomys*: vetor da Febre Amarela Silvestre e *Vírus Mayaro* (HERVÉ & TRAVASSOS ROSA, 1983; MARCONDES & ALENCAR, 2010), essa espécie possui hábitos silvestres, são acrodentrófilos e depositam seus ovos em buracos de arvores e bambus. Apesar de viverem nas copas das arvores, são capazes de picar a nível do solo quando encontram fontes de repasto sanguíneo disponível (MARCODES & ALENCAR, 2010; VASCONCELOS et al. 2001). PEREIRA-SILVA (2017) estudou a fauna de mosquitos adultos na floresta da ARP, e capturou um maior número de *Ha. janthinomys* por atração humana no dossel, no entanto, também capturou no solo. Neste estudo foi observado uma maior frequência de *Ha. janthinomys* em internódios de bambu, instalados no ambiente de peridomicílio, na categoria de ADenP/ADes (figura 30). Diante

dos achados relacionados as fases adultas e larvais de *Ha. janthinomys*, na ARP, podemos observar que essa espécie está presente tanto em ambientes mais preservados quanto nos mais antropizados. A presença da espécie em criadouro de internódio de bambu e recipiente plástico, instalado no peridomicílio e, seu hábito de também fazer o repasto sanguíneo a nível do solo, indicam um possível processo de sinantropização, visto que o peridomicílio pode oferecer uma diversidade de criadouros artificiais e animais para servirem como fontes de repasto.

*Sabethes chloropterus*: incriminada como vetora de Febre Amarela (RODANICHE et al. 1957), essa espécie foi mais abundante no criadouro de bambu dos ambientes de peridomicílio e borda de floresta, na categoria ADenP/ADes (figura 31). *Sabethes chloropterus* é frequentemente encontrada em copas de árvores, depositam seus ovos em criadouros naturais, como oco de árvores e realizam a hematofagia em animais arborícolas (FORATTINI, 2002). CONFALONIERI & NETO (2012), estudaram a fauna de mosquitos por estratificação vertical no Pará, e registraram uma baixa abundância *Sa. chloropterus* entre as alturas de 8 a 30 metros, resultados semelhantes foram encontrados por GOMES et al. (2010). Apesar de ser registrada como uma espécie tipicamente arborícola e de baixa abundância, essa dissertação registrou *Sa. chloropterus* ovipondo em criadouro natural a nível do solo, em ambientes com maiores níveis de antropização.

*Sabethes cyaneus*: imaturos dessa espécie desenvolvem-se em buracos de árvores e internódios de bambu, seus adultos raramente são encontrados a nível do solo, e devido a seus hábitos estritamente silvestres, o risco de veiculação do vírus da Febre Amarela aos humanos (ao qual ela é incriminada como vetora) é pequeno (PINTO et al. 2009). Nesse estudo, foi observado baixa abundância dessa espécie, restrito a larvitrapa de recipiente plástico, no ambiente de borda de floresta e na categoria BDenP/ BDes (figura 31).

*Limatus*: ambas as espécies desse gênero, *Li. durhamii* e *Li. flavisetosus*, foram encontradas naturalmente infectadas com o vírus *Gama* e *Maguari*, respectivamente. Nesse estudo foram encontradas em maior abundância na larvitrapa de pneu, instaladas na borda da floresta da categoria BDenP/ BDes (figura 32). Essas espécies são encontradas em uma variedade de criadouros, sejam eles naturais ou artificiais e comumente presentes em ambientes antropizados (FORATTINI, 2002). LOPES (1997 a)



observou uma maior abundância de *Li. durhamii* em criadouros de pneu e recipiente plástico, quando comparado com lata de alumínio e internódio de bambu. ALENCAR et al. (2013), registraram larvas de *Li. durhamii* em um tanque de aterro eutrófico em uma região do Rio de Janeiro. REZENDE et al. (2011) e SILVA et al. (2014) encontraram uma maior abundância de *Li. durhamii* no ambiente de floresta quando comparado com ambientes antropizados. Apesar de *Li. durhamii* ser encontrado principalmente em ambientes florestais, houve registro de sua presença em ambientes peridomiciliares e domiciliares e, seu hábito eclético quanto aos locais de oviposição, levaram a sugerir que essa espécie está tende a domiciliação (GUIMARÃES et al. 2003; REZENDE et al. 2011). CONSOLE & LOURENÇO-DE-OLIVEIRA (1994) afirmaram que entre os sabetíneos, essa espécie é a mais bem adaptada ao convívio humano, com potencial para colonizar diferentes tipos de criadouros.

Espécie com competência vetorial do gênero *Ochlerotatus*: A espécie *Ochlerotatus argyrothorax* ocorreu em baixa abundância nas larvitrapas de pneu no ambiente de borda de floresta na categoria ADenP/ ADes (figura 32). HUTCHINGS et al. (2005; 2016) coletaram em armadilhas de luz, um número reduzido dessa espécie no estado do Amazonas. Estudos sobre comportamento e hábitos dessa espécie são escassos, no entanto, de acordo com FORATTINI (2002), os indivíduos do gênero *Ochlerotatus* costumam ovipositar em pequenos e médios criadouros no solo e podem voar a grandes distâncias. Quanto a sua competência vetorial, *Oc. agyrothorax* foi encontrado naturalmente infectado com o vírus *Ilheus* e *Wyeomyia*.

Espécies com competência vetorial do gênero *Sabethes*: Os *Sa. albiprivus*, *Sa. belisarioi* e *Sa. glaucodaemon* são mosquitos considerados silvestres, caracterizados por possuírem hábitos acrodentrófilos e suas larvas desenvolvem-se em habitats naturais, tais como buracos de árvores, internódios de bambu, axilas de folhas e outros (FORATTINI, 2002).

*Sabethes albiprivus* foi encontrado naturalmente infectado com o vírus *Tucunduba* e o vírus da *Febre Amarela* (GOENAGA et al. 2012). VIEIRA (2012) estudou a composição vertical de fauna de mosquitos em mata de galeria do Parque Nacional de Brasília, e identificou *Sa. albiprivus* como a espécie mais abundante do local de estudo. Em nosso estudo, essa espécie foi registrada em maior abundância em larvitrapa de

bambu; ambiente de floresta; categoria de BDenP/BDes (figura 32). No entanto, *Sa. albiprivus* esteve presente, com baixa abundância, em todas as larvitrapas, ambientes e categorias analisadas.

*Sabethes belisarioi* foi encontrada naturalmente infectada com o vírus da *Encefalite de São Luís*, em Belém (PA) e o vírus da *Febre Amarela*, em algumas regiões da América do Sul (CAUSEY et al. 1964; ROBERTS et al. 1981). SILVA (2003) utilizou isca humana, e coletou *Sa. belisarioi* em ambientes de peri e intradomicílio, em áreas urbanas e rurais de municípios do Paraná. Na ARP, *Sa. belisarioi* foi encontrado somente na: categoria de BDenP/ BDes; ambiente de peridomicílio; larvitrapa de internódio de bambu (figura 33).

*Sabethes glaucodaemon* foi encontrada em maior abundância na: categoria AdenP/ ADes; ambiente de borda de floresta; larvitrapa de internódio de bambu (figura 33). *Sabethes glaucodaemon* foi encontrada infectada naturalmente com o vírus *Febre Amarela* (DÉGALLIER et al. 1992). CAMARGO-NEVES et al. (2005) ao estudarem a distribuição de vetores de Febre Amarela nos ambientes florestais ou associados as zonas ribeirinhas em municípios de São Paulo, observaram que *Sa. glaucodaemon* representou 43,1% dos sabetíneos capturados.

*Trichoprosopon digitatum* foi uma das mais abundantes espécies coletadas neste estudo e foi encontrada em todas as larvitrapas, ambientes e categorias. No entanto, sua maior abundância foi na: categoria BDenP/ BDes; ambiente de floresta; internódio de bambu (figura 33). *Trichoprosopon digitatum* é conhecido por depositar seus ovos em uma variedade de criadouros naturais, especialmente no internódio de bambu, mas tem sido encontrada com certa frequência em criadouros artificiais nos ambientes peridomiciliares e domésticos (ZAVORTINK et al. 1983; FORATTINI, 2002). Essa espécie é incriminada como vetor competente dos vírus Pixuna, Wyeomyia e Ilhéus (ZAVORTINK et al. 1983).

A espécie *Wy. aporonoma* esteve frequente em todas as larvitrapas, ambientes e categorias, no entanto, sua maior abundância foi na categoria de AdenP/ ADes; ambiente de floresta; larvitrapa de recipiente plástico (figura 33). Estudos relacionados a essa espécie são escassos, porém, as espécies desse gênero costumam ser fitotelmatas em aráceas e bromeliáceas e suas fêmeas apresentam hábitos alimentares ecléticos. Essa

espécie foi encontrada naturalmente infectada com os vírus *Kairi* e *Wyeomyia*. (FORATTINI, 2002).

## 7 Conclusões

- A não diferença na composição de espécies entre as categorias de alta densidade populacional e alto desmatamento e a de baixa densidade populacional e baixo desmatamento, mostra que as espécies de mosquitos estão explorando tanto os ambientes florestados quanto os ambientes mais desmatados. Consequentemente, doenças veiculadas por mosquitos, associadas a áreas florestadas podem passar a circular no domicílio, já que vetores estão utilizando recursos do ambiente peridomiciliar para reprodução.
- Os ambientes mais antropizados estão influenciando, de forma positiva, o estabelecimento da fauna de mosquitos considerados silvestres, já que foi mostrado grande diversidade de espécies nos ambientes de borda de floresta e peridomicílio.
- Os criadouros artificiais utilizados nesta dissertação foram eficazes para a coleta de imaturos de mosquitos, tanto na diversidade (larvitampa de recipiente plástico) como em abundância de imaturos (larvitampa de pneu). Tais resultados servem como alertas para o melhor manuseio de recipientes que possam acumular água presentes no peridomicílio, com o intuito de eliminar possíveis habitats de imaturos e assim, minimizar o contato da população local com os mosquitos.
- A presença de sabetíneos arborícolas em recipientes artificiais instalados ao nível do solo pode indicar mudanças de comportamentos e adaptação dessas espécies a ambientes alterados.
- Os residentes da ARP estão em uma região de risco e são propícios à infecção de doenças veiculadas por mosquitos, independentemente de estarem morando em locais mais ou menos desmatados, no entanto a aproximação dos mosquitos aos ambientes mais alterados, vista aqui por meio de larvitampas de imaturos, é preocupante devido a possibilidade de surtos que possam vir a ocorrer nesse local.

## 8 Referências

- ABAD-FRANCH, F. et al. Mayaro Virus Infection in Amazonia: A Multimodel Inference Approach to Risk Factor Assessment. **PLoS Neglected Tropical Diseases**, v. 6, n 10, 2012.
- AHLERS, L. R. H.; GOODMAN, A. G. The immune responses of the animal hosts of West Nile Virus: A comparison of insects, birds, and mammals. **Front Cell Infect Microbiol**. v. 8, n 96, p. 1-9, 2018.
- ALBUQUERQUE, B. C & MUTIS, M. C. S. A malária no Amazonas. In: ROJAS, L. B. I, TOLEDO, L. M. (Coord.). Espaço e Doença: um olhar sobre o Amazonas. Rio de Janeiro: **Fiocruz**, II.2.1; II.2.7; II.2.8, 1997.
- ALENCAR, J. et al. Immature mosquitoes (Diptera: Culicidae) in a eutrophic landfill tank from State of Rio de Janeiro, Brazil. **Rev Soc Bras Med Trop**, v. 46, n 6, p. 769-771, 2013.
- ALENCAR, A. et al. Desmatamento nos assentamentos da Amazônia: Histórico, Tendências e Oportunidades. Instituto de Pesquisas Ambientais da Amazônia (IPAM). Brasília, p 93, 2016.
- ARAGÃO, N. C. 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). **Rev Soc Bras Med Trop**. v. 43, n 4, p. 458-459, 2010.
- ASAD, H.; CARPENTER, D. O. Effects of climate change on the spread of zika virus: a public health threat. **Rev Environ Health**, v. 33, n 1, p. 31-42, 2018.
- ASSUNÇÃO, J.; ROCHA, R. Rural Settlements and Deforestation in the Amazon. **Climate, Policy Initiative**, 2016.
- AZEVEDO, R. S. et al. Mayaro fever virus, Brazilian Amazon. **Emerg Infect Dis**, v. 15, p. 1830-1832, 2009.

BARATA, R. A. et al. Synanthropy of mosquitoes and sand flies near the Aimorés hydroelectric power plant, Brazil. **Journal of Vector Ecology**. v. 37, n. 2, p. 397-401, 2012.

BARBIERI, A. F. et al. Population and land use effects on malaria prevalence in the Southern Brazilian Amazon. **Human Ecology**, v. 33, n 6, 2005.

BARBOSA, M. G. V. Registro de Culicidae de importância epidemiológica na área rural de Manaus, Amazonas. **Rev Socie Bras Med Trop**. v. 41, n 6, p. 658-663, 2008.

BARRETT, A. D. T.; HIGGS, S. Yellow Fever: A Disease that Has Yet to be Conquered. **Annu. Rev. Entomol.** v. 52, p. 209–229, 2007.

BARROS, F. S. M.; HONÓRIO, N. A. Deforestation and Malaria on the Amazon Frontier: Larval Clustering of *Anopheles darlingi* (Diptera: Culicidae) Determines Focal Distribution of Malaria. **Am. J. Trop. Med. Hyg.** v. 93, n 5, p. 939-953, 2015.

BATES, M. The natural history of mosquitoes. McMillan Company, New Yourk, p. 378, 1949.

BAUCH, S. C. et al. Public health impacts of ecosystem change in the Brazilian Amazon. **PNAS**. v. 112, n 24, p. 7414-7419, 2015.

BERGAMASCO, S. M. P. P. A realidade dos assentamentos rurais por detrás dos números. **Estudos Avançados**. v. 11, n 31, p. 37-49, 1997.

BERTI, J. et al. Primer registro de *Culex (Carrollia) anduzei* Cerqueira & Lane, 1944 em Venezuela y *Culex (Melanoconion) dunnii* Dyar, 1918 en el estado Bolívar. **Boletín de Malariología y Salud Ambiental**. v. 8, n 2, 2013.

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

BLITVICH, B. Arboviruses: molecular biology, evolution and control. **Am. J. Trop. Med. Hyg.** v. 95, n 2, p. 488–489, 2016.

BRASIL, P. et al. Outbreak of human malaria caused by *Plasmodium simium* in the Atlantic Forest in Rio de Janeiro: a molecular epidemiological investigation. **The Lancet**, v. 5, p. 1.038-1.046, 2017.

BRILHANTE et al. Entomological survey of the mosquitoes in an area of ecological tourism in the Brazilian Amazon basin. **Journal of the American Mosquito Control Association**, v. 34, n 1, p. 42–46, 2018.

BRITO, M. T. F. M. et al. Seroepidemiology of arbovirus in communities living under the influence of the lake of a hydroelectric dam in Brazil. **Cad. Saúde Colet.** v. 26, n 1, p. 1-6, 2018.

BURKETT-CADENA, N. D.; VITTOR, A. Y. Deforestation and vector-borne: Forest conversion favors important mosquito vectors of human pathogens. **Basic and Applied Ecology**, 26, p. 101-110, 2018.

CALADO, D. C.; SILVA, M. A. N. Comunidade de mosquitos (Diptera, Culicidae) em recipientes antrópicos introduzidos em área rural e urbana na região metropolitana de Curitiba, Paraná, Brasil. **Rev. Bra. Zool.** v. 18, n 1, p. 51-60, 2001.

CALANDINO, D. et al. Contribuição dos assentamentos rurais no desmatamento da Amazônia: um olhar sobre o estado do Pará. **Desenvolvimento e Meio Ambiente.** v. 26, p. 161-170, 2012.

CAMARGO, E. P. Doenças Tropicais. **Estudos Avançados.** v. 22, n 64, p. 95-110, 2008.

CAMARGO-NEVES, V. L. F. et al. Entomological investigation of a sylvatic yellow fever area in São Paulo State, Brazil. **Cad. Saúde Pública**, v. 21, n 4, p.1278-1286, 2005.

CARDE, R. T.; GIBSON, G. Host finding by female mosquitoes: mechanisms of orientation to host odours and other cues. **Olfaction in Vector-Host Interactions**, v. 2, p. 115–141, 2010.

CARDOSO, J. C. et al. Ecological aspects of mosquitoes (Diptera: Culicidae) in an Atlantic forest area on the north coast of Rio Grande do Sul State, Brazil. **Journal of Vector Ecology.** v. 36, n 1, 2011.

CAUSEY, O. R.; MAROJA, O. M. Maroja Mayaro virus: a new human disease agent. III. Investigation of an epidemic of acute febrile illness on the river Guama in Para, Brazil, and isolation of Mayaro virus as causative agent. **Am J Trop Med Hyg**, v. 6, p. 10017-1023, 1957.

CAUSEY, O. R. et al. Isolation of St. Louis encephalitis virus from Arthropods in Pará, Brazil. **Am. J. Trop. Med. Hyg**, v. 13, 1964.

CERRETI-JUNIOR, W. et al. Species composition and ecological aspects of immature mosquitoes (Diptera: Culicidae) in bromeliads in urban parks in the city of São Paulo, Brazil. **J Arthropod-Borne Dis**. v. 10, n1, p. 102-112, 2016.

CHAVERRI, L. G. et al. Mosquito species (Diptera: Culicidae) diversity from ovitraps in a Mesoamerican Tropical Rainforest. **Journal of Medical Entomology**, v. 20, n 5, p. 1–8, 2018.

CHAVES, L. S. M. et al. Abundance of impacted forest patches less than 5 km<sup>2</sup> is a key driver of the incidence of malaria in Amazonian Brazil. **Scientific Reports**. v. 8, p. 1-11, 2018.

CHOW, E. et al. Identification of blood meals in *Aedes aegypti* by antibody sandwich enzyme-linked immunosorbent assay. **Jour. Amer. Mosq. Control Assoc**. v. 9, p. 196-205, 1993.

CIOTA, A. T. et al. Vertical Transmission of Zika Virus by *Aedes aegypti* and *Ae. albopictus* Mosquitoes. **Emerging Infectious Diseases**. v. 23, n 5, p. 880-882, 2017.

CLETON, N. et al. Come fly with me: Review of clinically important arboviruses for global travelers. **Journal of Clinical Virology**, v. 55, p. 191–203, 2012.

CONFALONIERI, U. E. C. Environmental change and human health in the Brazilian Amazon. **Global Change & Human Health**. v. 1, n 2, p. 174-183, 2000.

CONFALONIERI, U. E. C. Saúde na Amazônia: um modelo conceitual para análise de paisagens e doenças. **Estudos Avançados**. v. 19, n 53, p. 221-236, 2005.

CONFALONIERI, U. E. C.; NETO, C. C. Análises da diversidade e similaridade entre uma população de mosquitos (Diptera: Culicidae) de Caxiuanã, Pará – Brasil. **Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil**, 23 a 28 de setembro de 2007.

CONFALONIERI, U. E. C.; NETO, C. C. Diversity of Mosquito Vectors (Diptera: Culicidae) in Caxiuanã, Pará, Brazil. **Interdisciplinary Perspectives on Infectious Diseases**, ID 741273, p. 1-8, 2012.

CONSOLI, R.; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, R. Principais Mosquitos de Importância Sanitária no Brasil, **Fiocruz**, Rio de Janeiro, p. 225, 1994.

COSTA, C. F. et al. Evidence of vertical transmission of Zika virus in field-collected eggs of *Aedes aegypti* in the Brazilian Amazon. **PLOS Negl Trop Dis**. v. 12, n 7, p. 1-12, 2018.

COSTA, K. M. M. et al. Malária em Cruzeiro do Sul (Amazônia Ocidental Brasileira): análise da série histórica de 1998 a 2008. **Rev Panam Salud Publica**. v. 28, n 5, p. 353-360, 2010.

COUTINHO, R. Folha de Pernambuco. Pernambuco monitora doença desconhecida no Rio Grande do Norte. Disponível em: <https://folhape.com.br/noticias/noticias/nordeste/2018/07/13/NWS,74797,70,1047,noticias,2190-pernambuco-monitora-doenca-desconhecida-rio-grande-norte.aspx>. Acesso em: 15 de jul 2018.

DAY, J. F.; STARK, L. M. Frequency of Saint Louis encephalitis virus in humans from Florida, USA: 1990–1999. **Journal of Medical Entomology**. v. 37, p. 626–633, 2000.

DAY, J. F. Mosquito oviposition behavior and vector control. **Insects**. v. 7, n 4, p. 65, 2016.

DÉGALLIER, N. et al. New entomological and virological data on the vectors of sylvatic yellow fever in Brasil. **Journal of the Brazilian Association for the advancement of Science**. v. 44, p. 136-142, 1992.



DELATTE, H. et al. Blood-Feeding behavior of *Aedes albopictus*, a vector of Chikungunya on la Réunion. **Vector-Borne and Zoonotic Diseases**. v. 10, n 3, p. 249-258, 2010.

DOUAM, F.; PLOSS, A. Yellow Fever Virus: knowledge gaps impeding the fight against an old foe. **Trends in Microbiology**, v. 20, p. 1-16, 2018.

EUROPEAN CENTRE FOR DISEASE PREVENTION AND CONTROL (ECDC). Environmental risk mapping: *Aedes albopictus* in Europe. Stockholm 2013. Disponível em: <https://ecdc.europa.eu/sites/portal/files/media/en/publications/Publications/Environmental%20risk%20mapping%20-%20inner.pdf>. Acesso em 12 de jul 2018.

EZZINE-DE-BLAS, D. et al. Forest loss and management in land reform settlements: Implications for REDD governance in the Brazilian Amazon. **Environmental Science & Policy**. v. 14, n 2, p. 188-200, 2011.

FANTINATTI, E. C. S. et al. Abundância e agregação de ovos de *Aedes aegypti* L. e *Aedes albopictus* (Skuse) (Diptera: Culicidae) no Norte e Noroeste do Paraná. **Neotropical Entomology**. v. 36, n 6, p. 960-965, 2007.

FERRAGUTI, M. et al. Effects of landscape anthropization on mosquito community composition and abundance. **Scientific Reports**. v. 6, p. 1-9, 2016.

FIGUEIREDO, L. T. M. The recente arbovirus disease epidemic in Brazil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 48, n 3, p. 233-234, 2015.

FONTES, G. et al. Filariose linfática em Belém, estado do Pará, norte do Brasil e a perspectiva de eliminação. **Rev. Soc. Bras. Med. Trop.** v. 38, n 2, p. 131-136, 2005.

FORATTINI, O. P. et al. Observações sobre domiciliação de mosquitos *Culex* (*Melanoconion*), em ambiente com acentuadas modificações antrópicas. **Rev. Saúde Pub.** v. 25, n 4, 1991.

FORATTINI, O. P.; SALLUM, M. A. M. A new species of *Culex* (*Melanoconion*) from the Amazonian region (Diptera: Culicidae). **Mem. Inst. Oswaldo Cruz**, v. 87, p. 265–274, 1992.

FORATTINI, O. P. et al. Studies on mosquitoes (Diptera: Culicidae) and anthropic environment. 10 – Survey of adult behavior of *Culex nigipalpus* and other species of *Culex* (*Culex*) in South-Eastern Brazil. **Rev. Saúde Pública**. v. 29, n 4, p. 271-278, 1995.

FORATTINI, O. P. Culicidologia Médica. Princípios gerais, morfologia, glossário taxonômico. Editora da Universidade de São Paulo, v. 1, 1996.

FORATTINI, O. P. et al. Potencial sinantrópico de mosquitos *Kerteszia* e *Culex* (Diptera: Culicidae) no Sudeste do Brasil. **Rev Saúde Pública**, v. 34, n 6, p. 565-569, 2000.

FORATTINI, O. P. Culicidologia Médica: identificação, biologia e epidemiologia. São Paulo, **EDUSP**, v. 2, p. 860, 2002.

FREITAS, H. et al. Workshop to evaluate the epidemiologic situation of lymphatic filariasis in the Municipality of Belém, Pará, Northern Brazil. **Rev. So. Bras. Med. Trop.** v. 41, n 2, p. 212-216, 2008.

GIL, L. H. S. et al. Seasonal distribution of malaria vectors (Diptera: Culicidae) in rural localities of Porto Velho, Rondônia, Brazilian Amazon. **Rev. Inst. Med. Trop.** v. 57, n 3, p. 263-267, 2015.

GOENAGA, S. et al. Isolation of yellow fever virus from mosquitoes in Misiones province, Argentina. **Vector Borne Zoonotic Dis.** v. 12, n 11, p. 986-993, 2012.

GOMES, C. A. et al. Atividade antropofílica de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* em área sob controle de vigilância. **Rev. Saúde Pública**, v. 39, n 2, p. 206-210, 2005.

GOMES, A. C. Riqueza e abundância de Culicidae (Diptera) em área impactada, Mato Grosso do Sul, Brasil. **Rev Saúde Pública**. v. 41, n 4, p. 661-664, 2007.

GOMES, A. C. et al. Ecologia de *Haemagogus* e *Sabethes* (Diptera: Culicidae) em áreas epizoóticas do vírus da febre amarela, Rio Grande do Sul, Brasil. **Epidemiol. Serv. Saúde**, v. 19, n 2, p. 101-113, 2010.

GOTTWALT, A. Impacts of deforestation on vector-borne disease incidence. **Global Journal of Health Science**. v. 3, n 2, p. 16-19, 2013.

GUETTÉ, A. et al. Measuring the synanthropy of species and communities to monitor the effects of urbanization on biodiversity. **Ecological Indicators**. v. 79, p. 139-154, 2017.

GUIMARÃES, A. E. et al. Ecologia de mosquitos (Diptera: Culicidae) em áreas do Parque Nacional da Serra da Bocaina, Brasil. I - Distribuição por habitat. **Rev Saúde Pública**. v. 34, n 3, p. 243-250, 2000.

GUIMARÃES, A. E. et al. Ecologia de mosquitos (Diptera, Culicidae) em áreas do Parque Nacional do Iguaçu, Brasil. 1 – Distribuição por hábitat. **Cad. Saúde Pública**, v. 19, n 4, p. 1107-1116, 2003.

HAHN, M. B. et al. Influence of deforestation, logging, and fire on malaria in the Brazilian Amazon. **PLOS ONE**. v. 9, n 1, p. 1-8, 2014.

HARBACH, R. E. Mosquito Taxonomic Inventory 2018. Disponível em: <[http://mosquito-taxonomic-inventory.info/sites/mosquito-taxonomic-inventory.info/files/Valid%20Species%20List\\_56.pdf](http://mosquito-taxonomic-inventory.info/sites/mosquito-taxonomic-inventory.info/files/Valid%20Species%20List_56.pdf)>. Acesso em: 07 de maio 2018.

HAYES, E. B. et al. Virology, pathology, and clinical manifestations of West Nile Virus disease. **Emerg Infect Dis**. v. 11, n 8, p. 1174-1179, 2005.

HERVÉ, J. P.; TRAVASSOS DA ROSA, A. P. A. Ecologia da febre amarela no Brasil. **Revista Fundação SESP**. v. 28, n 1, p. 11-19, 1983.

HONÓRIO, N. A.; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, R. Frequência de larvas e pupas de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* em armadilhas, Brasil. **Rev Saúde Pública**. v. 35, n 4, p. 385-391, 2001.

HORSFALL, W. R. Chapter 4. Genus *Toxorhynchites* Theob. In: **Mosquitoes – their bionomics and relation to disease**. New York; Hafner, p. 309-316, 1972.

HUBÁLEK, Z.; HALOUZKA, J. West Nile Fever - A reemerging mosquito-borne viral disease in Europe. **Emerging Infectious Diseases**. v. 5, n 5, p. 643-650, 1999.

HUNTER, P. The human impact on biological diversity: How species adapt to urban challenges sheds light on evolution and provides clues about conservation. **EMBO**. v. 8, n 4, p. 316-318, 2007.

HUTCHINGS, R. S. G. Conteúdo dos criadouros larvais e comportamento de adultos de *Toxorhynchites* (*Lynchiella*) *haemorrhoidalis* *haemorrhoidalis* (fabricius) (diptera, Culicidae) numa floresta de terra-firme da Amazônia Central. **Rev. Bra. Zool**, v. 12, n 21, p. 313-319, 1995.

HUTCHINGS, R. S. G.; SALLUM, M. A. M.; FERREIRA, R. L. M. Culicidae (Diptera: Culicomorpha) na Amazônia Ocidental Brasileira: Querari. **Acta Amazônica**, v. 32, n 1, p. 109-122, 2002.

HUTCHINGS, R. W. et al. Mosquitoes of the Jaú National Park and their potential importance in Brazilian Amazonia. **Med. Vet. Entomol.** v. 19, p. 428–441, 2005.

HUTCHINGS, R. S. G.; SALLUM M. A. M. Two new species of *Culex* subgenus *Melanoconion* (Diptera: Culicidae) from the Amazon forest. **Zootaxa** 1920, p. 41–50, 2008.

HUTCHINGS, R. W. et al. Culicidae (Diptera: Culicomorpha) from the Western Brazilian Amazon: Juami-Japurá Ecological Station. **Rev. Bras. Entomol.** v. 54, p. 687–691, 2010.

HUTCHINGS, R. W. et al. Mosquito (Diptera: Culicidae) diversity of a forest-fragment mosaic in the Amazon rainforest. **J. Med. Entomol.** v. 48, p. 173–187, 2011.

HUTCHINGS, R.S.G et al. Culicidae (Diptera: Culicomorpha) from the Central Brazilian Amazon: Nhamundá and Abacaxis Rivers. **Zoologia**. v. 30, n 1, p. 1-14, 2013.

HUTCHINGS, R. W. et al. Mosquitoes (Diptera: Culicidae) from the northwestern Brazilian Amazon: Paduari River. **J. Med. Entomol.** v. 0, p. 1-18, 2016.

HUTCHINGS, R. W. Mosquitos of the Paduari River and their potential epidemiological importance within the Brazilian Amazon (Diptera: Culicidae). Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, área de concentração Entomologia, da Universidade Federal do Paraná. p. 1-124, 2016.

HUTCHINGS, R. S. G. et al. Mosquitoes (Diptera: Culicidae) from the Northwestern Brazilian Amazon: Araçá River. **Journal Medical Entomology**. v. 20, n 5, p. 1-22, 2018.

INACIO, C. L. S. et al. Checklist of mosquito species (Diptera: Culicidae) in the Rio Grande do Norte State, Brazil - Contribution of entomological surveillance. **Journal of Medical Entomology**. v. 0, n 0, p. 1-11, 2017.

JOHNSON, M. F. et al. Land Use and Mosquito Diversity in the Peruvian Amazon. **Entomological Society of America**, v. 45, n 6, 2008.

JOHNSON, B. J. et al. The roles of mosquito and bird communities on the prevalence of West Nile virus in urban wetland and residential habitats. **Urban Ecosyst**, v. 15, n 3, p. 513-531, 2014.

JOHNSTON, R. F. Synanthropic birds of North America. In. MARZLUFF, J. M.; BOWMAN, R.; DONNELLY, R. **Avian ecology and conservation in na urbanizing world**, Springer, p. 49 – 67, 2001.

KHAN, A. A. et al. The role of convection currents in mosquito attraction to human skin. **Mosquito News**, v. 28, p. 462–464, 1968.

KILPATRICK, A. M.; RANDOLPH, S. E. Drivers, dynamics, and control of emerging vector-borne zoonotic diseases. **Lancet**. v. 380, 9857, p. 1946–1955, 2013.

KLITTING, R. et al. What does future hold for Yellow Fever? **Genes**, v. 9, n 6, p. 1-27, 2018.

KRAEMER, M. U. G. The global distribution of the arbovirus vectors *Aedes aegypti* and *Ae. albopictus*. **eLIFE**. v. 4, p. 1-18, 2015.

KWEKA, E.J. et al. Effect of Deforestation and Land Use Changes on Mosquito Productivity and Development in Western Kenya Highlands: Implication for Malaria Risk. **Front Public Health**. v. 4, p. 238, 2016.

LACERDA, M. V. et al. The neglected *Plasmodium vivax*: are researchers from endemic areas really concerned about new treatment options? **Rev Soc Bras Med Trop**. v. 40, p. 489-490, 2007.

- LANE, J. Neotropical Culicidae. **Universidade de São Paulo**, v. 1, p. 68, 1953.
- LAPORTA, G. Z. et al. Aspectos ecológicos da população de *Culex quinquefasciatus* Say (Diptera, Culicidae) em abrigos situados no Parque Ecológico de Tietê, São Paulo, SP. **Rev Bras Entom.** v. 50, n 1, p. 125-127, 2006.
- LAPORTA, G. Z. et al. *Culex nigripalpus* (Diptera, Culicidae) feeding habit at the Parque Ecológico do Tietê, São Paulo, Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 52, n 4, p. 663-668, 2008.
- LAPORTA, G. Z.; SALLUM, M. A. M. Effect of CO<sub>2</sub> and 1-octen-3-ol attractants for estimating species richness and the abundance of diurnal mosquitoes in the southeastern Atlantic forest, Brazil. **Mem Inst Oswaldo Cruz.** v. 106, n 3, p. 279-284, 2011.
- LESSER, J.; KITRON, U. A geografia social do Zika no Brasil. **Estudos Avançados**, v. 30, n 88, 2016.
- LIMA, C. A. et al. Reproductive aspects of the mosquito *Culex quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae) infected with *Wauchereria bancrofti* (Spirurida: Onchocercidae). **Mem. Inst. Oswaldo Cruz**, v. 98, p. 217-222, 2003.
- LIMA, K. K. S.; LOPES, P. F. M. A qualidade socioambiental em assentamentos rurais do Rio Grande do Norte, Brasil. **Ciência Rural.** v. 42, n 12, p. 2295-2300, 2012.
- LIMA, J. M. T. et al. Does deforestation promote or inhibit malaria transmission in the Amazon? A systematic literature review and critical appraisal of current evidence. **Phil. Trans. R. Soc. B.** 372, 2017.
- LONG, S. A. et al. Experimental transmission of Mayaro virus by *Aedes aegypti*. **Am J Trop Med Hyg**, v. 85, n 4, p. 750-757, 2011.
- LOPES, J. et al. Evidências preliminares de estratificação vertical de postura de ovos por alguns Culicidae (Diptera) em floresta no município de Manaus – Amazonas. **Acta Amazônica**, v.13, p. 431-439, 1983.
- LOPES, J. et al. *Aedes* (Stegomyia) *aegypti* L. e a culicidaeofauna associadas em área urbana da região sul, Brasil. **Rev Saúde Pública.** v. 27, n 5, p. 326-333, 1993.

LOPES, J. et al. Ecologia de mosquitos (Diptera: Culicidae) em criadouros naturais e artificiais de área rural do norte do estado do Paraná, Brasil. III. Viabilização de recipientes como criadouros. **Semina: Cl. Biol./ Saúde**. v. 16, n 2, p. 244-253, 1995.

LOPES, J. Ecologia de mosquitos (Diptera: Culicidae) em criadouros naturais e artificiais de área rural do norte do estado do Paraná, Brasil. VI. Coletas de larvas no peridomicílio. **Revista Bras. Zool.** v. 14, n 3, p. 571-578, 1997a.

LOPES, J. Ecologia de mosquitos (Diptera: Culicidae) em criadouros naturais e artificiais de áreas rural do norte do estado do Paraná, Brasil. V. Coleta de larvas em recipientes artificiais instalados em mata ciliar. **Rev. Saúde Pública**, v. 31, n 4, p. 370-7, 1997b.

LOPES, N. et al. Características gerais e epidemiologia dos arbovírus emergentes no Brasil. **Rev Pan-Amaz Saude**, v. 5, n 3, p. 55-64, 2014.

LOUNIBOS, L. P.; MACHADO-ALLISON, C. E. Oviposition and egg brooding by the mosquito *Trichoprosopon digitatum* in cacao husks. **Ecological Entomology**. v. 8, p. 475-478, 1983.

LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, R. Alguns aspectos da ecologia dos mosquitos (Diptera, Culicidae) em uma área de planície (Granjas Calábria), em Jacarepagua, Rio de Janeiro. V. Criadouros. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz**. v. 81, n 3, p. 265-271, 1986.

LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, R. et al. The invasion of urban forest by dengue vectors in Rio de Janeiro. **Journal of Vector Ecology**. v. 29, n 1, p.94-100, 2004.

LOZOVEI, A. L. Mosquitos dendrícolos (Díptera, Culicidae) em internódios de taquara da Floresta Atlântica, Serra do Mar e do Primeiro Planalto, Paraná, Brasil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**. v. 41, p. 501-508, 1998.

LOZOVEI, A. L. Microhabitats de mosquitos (Diptera, Culicidae) em internódios de taquara na Mata Atlântica, Paraná, Brasil. **Iheringia Sér. Zool.** v. 90, p. 3-13, 2001.

MACIEL-DE-FREITAS, R. et al. Movement of dengue vectors between the human modified environment and an urban forest in Rio de Janeiro. **Journal of Medical Entomology**. v. 43, n 6, p. 1112-1120, 2006.

- MANICA, M. et al. Spatial and temporal hot spots of *Aedes albopictus* abundance inside and outside a South European Metropolitan area. **PLoS Negl Trop Dis**. v. 10, n 6, p. 1-17, 2016.
- MARCONDES, C. B.; MAFRA, H. Nova técnica para o estudo da fauna de mosquitos (Diptera: Culicidae) em internódios de bambus, com resultados preliminares. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**. v. 36, p. 763-764, 2003.
- MARCONDES, C. B.; ALENCAR, J. Revisão de mosquitos *Haemagogus* Williston (Diptera: Culicidae) do Brasil. **Revista Biomedica**. v. 21, n 3, p. 221–238, 2010.
- MARQUES, G. R. A.; FORATTINI, W. P. Culicídeos em bromélias: diversidade de fauna segundo influência antrópica, litoral de São Paulo. **Rev Saúde Pública**. v. 42, n 6, 979-985, 2008.
- MARTINS, L. C. et al. First isolation of West Nile virus in Brazil. **Mem Inst Oswaldo Cruz** E-pub. 2018.
- McKINNEY, M. L. Effects of urbanization on species richness: A review of plants and animals. **Urban Ecosyst**. v. 11, p. 161–176, 2008.
- MCMENIMAN, C. J. et al. Multimodal integration of carbon dioxide and other sensory cues drives mosquito attraction to humans. **Cell**, v. 156, n 5, p. 1060–1071, 2014.
- MEDEIROS-SOUZA et al. Diversity and abundance of mosquitoes (Diptera: Culicidae) in an urban park: Larval habitats and temporal variation. **Acta Tropica**, v. 150, p. 200–209, 2015.
- MELANDRI, V. et al. Serological detection of West Nile virus in horses and chicken from Pantanal, Brazil. **Mem Inst Oswaldo Cruz**, v. 107, n 8, p. 1073-1075, 2012.
- MÉNDEZ, W. et al. 2001. Spatial dispersion of adult mosquitoes (Diptera: Culicidae) in a sylvatic focus of Venezuelan Equine Encephalites Virus. **Journal of Medical Entomology**. v. 38, p. 813–821, 2001.



MINAKAWA, N. S. et al. Spatial distribution of anopheline larval habitats in western Kenya highlands effects of land cover types and topography. **Am. J. Trop. Med. Hyg.**, v. 73, p. 157–165, 2005.

MINISTÉRIO DA SAÚDE (2010). Guia prático de tratamento da malária no Brasil. Brasília, 1º ed. p.7, 2010.

MINISTERIO DA SAÚDE (2015) – Boletim Epidemiológico. Monitoramento de casos de dengue e febre de Chikungunya até a semana epidemiológica, 15, 2015. v. 46, n 14. 2015.

MINISTERIO DA SAÚDE (2016 a) – Boletim Epidemiológico. Situação epidemiológica da filariose linfática no Brasil. v. 47, n 9, 2016.

MINISTERIO DA SAÚDE (2016 c) – Boletim Epidemiológico. Monitoramento dos casos de microcefalia no Brasil até a Semana Epidemiológica 50. v. 46, n 46. 2016.

MINISTÉRIO DA SAÚDE (2016 b) – Situação epidemiológica – Dados. Disponível em: <http://portalms.saude.gov.br/saude-de-a-z/febre-do-mayaro/20950-situacao-epidemiologica-dados>. Acesso em 10 de jul. 2018.

MINISTÉRIO DA SAÚDE (2016). Boletim Epidemiológico – Situação epidemiológica da Filariose Linfática no Brasil. v. 47, n. 9, 2016 a.

MINISTERIO DA SAÚDE (2017) – Boletim Epidemiológico. Monitoramento dos casos de dengue, febre de Chikungunya e febre pelo vírus Zika até a semana epidemiológica, 35, 2017. v. 48, n 29. 2017.

MINISTERIO DA SAÚDE (2018) – Boletim Epidemiológico. Monitoramento dos casos de dengue, febre de Chikungunya e doença aguda pelo vírus zika até a semana epidemiológica 25 de 2018. v. 49, n 32. 2018.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Febre amarela, Brasil 2009. Emergências em saúde pública de importância nacional de Febre Amarela em São Paulo e Rio Grande do Sul e a situação epidemiológica atual no Brasil (2009/2008). Disponível em: [http://www.saude.campinas.sp.gov.br/doencas/febre\\_amarela/boletim\\_febre\\_amarela\\_09\\_12\\_09.pdf](http://www.saude.campinas.sp.gov.br/doencas/febre_amarela/boletim_febre_amarela_09_12_09.pdf). Acesso em: 10 de jul 2018.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Febre Amarela: Ministério da Saúde atualiza casos no país. Disponível em: <http://portalms.saude.gov.br/noticias/agencia-saude/42655-febre-amarela-ministerio-da-saude-atualiza-casos-no-pais>. Acesso em: 10 de jul 2018.

MIRANDA-FILHO, D. B. et al. Initial description of the presumed congenital Zika syndrome. **AJPH**. v. 106, n 4, p. 598-600, 2016.

MODI, A. et al. Reaching endpoints for lymphatic filariasis elimination- results from mass drug administration and nocturnal blood surveys, South Gujarat, India. **PLoS Negl Trop Dis**, v. 11, n 4, p. 1-14, 2017.

MOHLMANN, T. W. R. et al. Community analysis of the abundance and diversity of mosquito species (Diptera: Culicidae) in three European countries at different latitudes. **Parasites & Vectors**. v. 50, n 510, p. 1-12, 2017.

MONATH, T. P.; VASCONCELOS, P. F. C. Yellow Fever. **Journal of Clinical Virology**, v. 64, p. 160-173, 2015.

MONTES, J. Fauna de Culicidae da Serra da Cantareira, São Paulo, Brasil. **Rev Saúde Pública**. v. 39, n 4, p. 578-584, 2005.

MOSTASHARI, F. et al. Epidemic West Nile encephalitis, New York, 1999: results of a household-based seroepidemiological survey. **The Lancet**. v. 358, p. 261-264, 2001.

MOURÃO, M. P. et al. Mayaro Fever in the City of Manaus, Brazil, 2007–2008. **Vector-borne and Zoonotic Diseases**. v. 12, n 1, p. 42-46, 2012.

MOURÃO, M. P. et al. Arboviral diseases in the Western Brazilian Amazon: A perspective and analysis from a tertiary health & research center in Manaus, State of Amazonas. **Rev. Soc. Bras. Med. Trop**. v. 28, p. 20-26, 2015.

MOUTINHO, P. R. et al. Population dynamics, structure and behavior of *Anopheles darlingi* in a rural settlement in the Amazon rainforest of Acre, Brazil. **Malaria Journal**, v. 10, n 174, 2011.

MUNGA, S. et al. Oviposition Site Preference and Egg Hatchability of *Anopheles gambiae*: Effects of Land Cover Types. **Journal of Medical Entomology**, v. 42, n 6, p. 993-997, 2005.

MUSPRATT, J. The bionomics of an african *Megarhinus* (Dipt., Culicidae) and its possible use in biological control. **Bulletin of Entomological Research**, v. 42, p. 355-370, 1951.

MUSSO, D. et al. Unexpected outbreaks of arbovirus infections: lessons learned from the Pacific and tropical America. **Lancet Infect Dis.** p. 1-7, 2018.

NAASE, K. M. Recursos naturais, espaço social e estratégias de vida em assentamentos da reforma agrária na Amazônia brasileira (Sudeste Paraense). **Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Cienc. Hum., Belém.** v. 5, n, p. 79-102, 2010.

NORRIS, D. E. Mosquito-borne diseases as a consequence of land use change. **EcoHealth.** v. 1, p. 19–24, 2004.

NUNES, M. R. T. et al. A febre do Oropouche: uma revisão dos aspectos epidemiológicos e moleculares na Amazônia Brasileira. **Cad. Saúde Col.** v. 15, n 3, p. 303-318, 2007.

OLIVEIRA, S. M.; MELO, C. A. S. M. Análise da distribuição espacial e temporal da fauna entomológica de mosquitos de importância sanitária na área da usina hidrelétrica Serra do Facão – Goiás/Brasil. **Ibeas – Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais.** V Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, 2014.

OLSON, S. H. et. al. Deforestation and Malaria in Mâncio Lima County, Brazil. **Emerging Infectious Diseases.** vol. 16, n 7, 2010.

ORLANDI, E. et al. Mosquitoes (Diptera: Culicidae) from crepuscular period in an Atlantic Forest area in Southern Brazil. **Braz. J. Biol.** vol. 77, n 1, p. 60-67, 2017.

PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION (2016). Plan of action for malaria elimination 2016–2020 (CD55/13). 55th directing council, 68th session of the PAHO regional committee. Washington, D.C.: Pan American Health Organization/World Health Organization, 2016.

PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION (2017 a) – Número de casos reportados de Chikungunya en países o territorios de las Américas 2017. Disponível em: <https://www.paho.org/hq/dmdocuments/2017/2017-dic-22-phe-CHIKV-casos-se-51.pdf>. Acesso em 12 de jul 2018.

PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION (2017 b) – Zika cases and congenital syndrome associated with Zika virus reported by countries and territories in the Americas, 2015-2017. Disponível em: [https://www.paho.org/hq/index.php?option=com\\_content&view=article&id=11599%3Aregional-zika-epidemiological-update-americas&catid=8424%3Acontents&Itemid](https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=11599%3Aregional-zika-epidemiological-update-americas&catid=8424%3Acontents&Itemid). Acesso em: 12 de jul 2018.

PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION (2018). Atualização epidemiológica. Aumento de malária em las Américas 2018. Disponível em: [https://www.paho.org/hq/index.php?option=com\\_docman&task=doc\\_view&Itemid=270&gid=43437&lang=es](https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_docman&task=doc_view&Itemid=270&gid=43437&lang=es). Acesso em 05 de jul de 2018.

PATTERSON, J. et al. Dengue, Zika and Chikungunya: Emerging Arboviruses in the New World. **Western Journal of Emergency Medicine**. v. 17, n 6, p. 671-679, 2016.

PATZ, J. A. et al. Effects of environmental change on emerging parasitic diseases. **International Journal for Parasitology**. v. 30, p. 1395-1405, 2000.

PATZ, J. A.; NORRIS, D. E. Land use change and human health. **Geophysical Monograph Series**. v. 153, p. 159-167, 2004.

PAULA, M. B. et al. Mosquito (Diptera: Culicidae) fauna in parks in greater São Paulo, Brazil. **Biota Neotropica**. v. 15, n 3, p. 1-9, 2015.

PAUPY, C. et al. *Aedes albopictus*, an arbovirus vector: From the darkness to the light. **Microbes and Infection**. v. 11, p. 1177-1185, 2009.

PAUVOLID-CORRÊA, et al. Neutralising antibodies for West Nile virus in horses from Brazilian Pantanal. **Mem Inst Oswaldo Cruz**. v. 106, n 4, p. 467-474, 2011.

PEREIRA-SILVA, J. Doença pelo vírus do Oeste do Nilo: um novo problema para o Brasil. **Epidemiol. Serv. Saúde**, v. 25, n 3, p. 1-3, 2016.

PEREIRA-SILVA, J. W. Aspectos ecológicos de vetores putativos do vírus Mayaro e vírus Oropouche em estratificação vertical e horizontal em ambientes florestais e antropizados em uma comunidade rural no Amazonas. Dissertação – Programa de Pós-Graduação em Condições de Vida e Situações de Saúde na Amazônia. Instituto Leônidas e Maria Deane, 2017.

PEREIRA-SILVA, J. W. et al. First evidence of Zika virus venereal transmission in *Aedes aegypti* mosquitoes. **Mem Inst Oswaldo Cruz**. v. 113, n 1, p. 56-61, 2018.

PFEFFER, M.; DOBLER, G. Emergence of zoonotic arboviruses by animal trade and migration. **Parasites & Vectors**, v. 3, n 1, p. 3-35, 2010.

PINHEIRO, F. L.; LEDUC, J. W. Mayaro virus disease T.P. Monath (Ed.), The arboviruses: epidemiology and ecology (Vol. 3), CRC Press, Boca Raton, (FL): CRC PRESS, P. 137-150, 1998.

PINTO, C. S. et al. Ecology of *Haemagogus* sp. and *Sabethes* sp. (Diptera: Culicidae) in relation to the microclimates of the Caxiuanã National Forest, Pará, Brazil. **Mem Inst Oswaldo Cruz**, v. 104, n 4, 2009.

POSSAS, C. Zika: What we do and do not know based on the experiences of Brazil. *Epidemiology and Health*. v. 38, p. 1-7, 2016.

QUARESMA, J. A. et al. Immunity and immune response, pathology and pathologic changes: progress and challenges in the immunopathology of yellow fever. **Ver. Med. Virol**. v. 23, p. 305-318, 2013.

RAMOS, W. R. et al. Anthropic effects on sand fly (Diptera: Psychodidae) abundance and diversity in an Amazonian rural settlement, Brazil. **Acta Tropica**, v. 139, p. 44-52, 2014.

REINERT, J. F. List of abbreviations for currently valid generic-level taxa in Family Culicidae (Diptera). **European Mosquito Bulletin**, v. 27, p. 68-76, 2009.

REIS, I. C. et al. Epidemic and endemic malaria transmission related to fish farming ponds in the amazon frontier. **PLOS ONE**. v. 10, n 9, p. 1-15, 2015.

REISKIND, M. H.; LOUNIBOS, L. P. Effects of intraspecific larval competition on adult longevity in the mosquitoes *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*. **Med Vet Entomol**, v. 23, n 1, p. 62-68, 2009.

REZENDE, H. R. et al. Aspectos ecológicos de culicídeos imaturos em larvitampas de floresta e ambiente antrópico adjacente no Município de Linhares, Espírito Santo, Brasil. **Epidemiol. Serv. Saúde, Brasília**, v. 20, n 3, p. 385-391, 2011.

RIBEIRO, A. S. et al. Mosquitoes in degraded and preserved áreas of the Atlantic Forest and potential for vector-borne disease risk in the municipality of São Paulo, Brasil. **Journal of Vector Ecology**. v. 37, n 2, p. 316-324, 2012.

RÍOS-VELÁSQUEZ, C. M. Distribution of dengue vectors in neighborhoods with different urbanization types of Manaus, state of Amazonas, Brazil. **Mem Inst Oswaldo Cruz**. v. 102, n 5, p. 617-623, 2007.

ROBERTS, D. R. et al. Programa multidisciplinarios de vigilancia de las enfermedades infecciosas en zonas colindantes con la carretera transamazonica en Brasil. IV. Estudio Entomologico. **Bol of Sanit Panam**, v. 91, n 5, p. 379-400, 1981.

RODANICHE, E. et al. Isolation of Yellow Fever Virus from *Haemagogus Lucifer*, *H. Equinus*, *H. Spegazzinii Falco*, *Sabethes Chloropterus* and *Anopheles Neivai* captured in Panama in the fall of 1956. **The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**. v. 6, n 4, 1957.

RODRIGUEZ-MORALES, A. J. et al. *Plasmodium vivax* malaria in Latin America. In: FRANCO-PAREDES, C.; SANTOS-PRECIADO, J. I. editors. Neglected tropical diseases; latin America and the Caribbean. Vienna: Springer Vienna; p. 89–111, 2015.

RUEDA, L. M. Global diversity of mosquitoes (Insecta: Diptera: Culicidae) in freshwater. **Hydrobiologia**, v. 595, p. 477-487, 2008.

SAKKAS, H. et al. Oropouche fever: A reviews. **Viruses**. v. 10, n 4, p. 1-16, 2018.

SALLUM, M. A. M.; HUTCHINGS, R. S. G.; FERREIRA, R. L. M. *Culex gnomatos* a new species of the Spissipes section of *Culex* (Melanoconion) (Diptera: Culicidae) from the Amazon Region. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz**, 92, p. 215–219, 1997.

SALLUM, M. A. M.; HUTCHINGS, R. S. G. Taxonomic studies on *Culex* (Melanoconion) *coppenamensis* Bonne-Wepster & Bonne (Diptera: Culicidae), and description of two new species from Brazil. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz**, 98, p. 615–622, 2003.

SANTOS, V. R. et al. Fatores socioambientais associados à distribuição espacial de malária no assentamento Vale do Amanhecer, município de Juruena, Estado de Mato Grosso, 2005. **Rev Soc Bra Med Trop**. v. 42, n 1, p. 47,53, 2009.

SANTOS, I. G.; SILVA, R. S. U. Malária autóctone no município de Rio Branco, estado do Acre, Brasil, no período de 2003 a 2010. **Rev Pan-Amaz Saúde**. v. 2, n 4, p. 31-37, 2011.

SANTOS, I. M.; CALADO, D. Captura de mosquitos antropofílicos (Diptera, Culicidae) em uma área urbana da região oeste da Bahia, Brasil. **Iheringia, Série Zoologia**. v. 104, n 1, p. 32-38, 2014.

SHEARER, F. M. et al. Global Yellow Fever vaccination coverage from 1970 to 2016: na adjusted retrospective analysis. **Lancet Infect Dis**, v. 17, p. 1209-1217, 2017.

SILVA, M. A. N.; LOZOVEI, A. L. Criadouros de imaturos de mosquitos (Diptera, Culicidae) introduzidas em mata preservada na área urbana de Curitiba, Paraná, Brasil. **Rev Bras Zool**. v. 13, n 4, p. 1023-1042, 1996.

SILVA, M. A. N.; LOZOVEI, A. L. Ocorrência de *Haemagogus* (Conopostegus) *leucocelaenus* (Dyar & Shannon) e *Toxorhynchites* (Lynchiella) *theobaldi* (Dyar & Knab) em ocos de árvore em capão de mata, Curitiba, Paraná, Brasil. **Rev Bras Zool**. v. 16, n 1, p. 257-267, 1999.

SILVA, A. M. Imaturos de mosquitos (Diptera, Culicidae) em áreas urbana e rural no norte do estado do Paraná, Brasil. **Iheringia, Sér. Zool**. v. 92, n 4, p. 31-36, 2002.

SILVA, A. M. *Sabethes* (*Sabethes*) *belisarioi* Neiva, 1908 (Diptera: Culicidae) em ambiente antrópico no estado do Paraná, Brasil. **Entomol. Vect**. v. 10, n 3, p. 353-360, 2003.

SILVA-NUNES, M. et al. The Acre Project: the epidemiology of malaria and arthropod-borne virus infections in a rural Amazonian population. **Cad. Saúde Pública**, v. 22, n 6, p. 1325-1334, 2006.

SILVA, V. C. et al. Estudo comparativo entre larvitampas e ovitampas para avaliação da presença de *Aedes aegypti* (Diptera, Culicidae), Campo Grande, estado do Rio de Janeiro. **Rev Soc Bras Med Trop**. v. 42, n 6, p. 730-731, 2009.

SILVA, J. R. et al. Serologic survey of West Nile virus in horses from Central-West, Northeast and Southeast Brazil. **Mem Inst Oswaldo Cruz**, v. 108, n 7, p. 921-923, 2013.

SILVA, C. M. et al. Occurrence of immature forms of culicids (Insecta: Diptera) in the northeastern region of Brazil. **Braz. J. Vet. Parasitol**, v. 23, n 2, 2014.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE MEDICINA TROPICAL (SBMT) 2017. Febre do Nilo no Piauí: 285 casos investigados desde 2013. Disponível em: <http://www.sbmt.org.br/portal/febre-do-nilo-no-piaui-285-casos-investigados-desde-2013/>. Acesso em: 15 de jul 2018.

STEIGER, D. M. et al. Effects of landscape disturbance on mosquito community composition in tropical Australia. **Journal of Vector Ecology**. v. 37, n 1, p. 69-76, 2012.

STEIGER, D. M. et al. Mosquito communities and disease risk influenced by land use change and seasonality in the Australian tropics. **Parasites & Vectors**. v. 9, n 387, p. 1-13, 2016.

SUGIMOTO, R. S. Variações da fauna de mosquitos (Diptera: Culicidae) em área de implantação de uma hidrelétrica no rio Paranapanema, SP/ PR. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo. 2009.

TADEI, W. P. et al. Ecologic observations on Anopheline vectors of malaria in the Brazilian Amazon. **Am. J. Trop. Med. Hyg**. v. 59, n 2, p. 325-335, 1998.

TAIPE-LAGOS, C. B.; NATAL, D. Abundância de culicídeos em área metropolitana preservada e suas implicações epidemiológicas. **Rev. Saúde Pública**, v. 37, n 3, p. 275-279, 2003.



TÁTILA-FERREIRA, A. et al. Oviposition behavior of *Haemagogus leucocelaenus* (Diptera: culicidae), a vector of wild yellow fever in Brazil. **Rev Inst Med Trop**, São Paulo, v. 59, n 60, 2017.

TEIXEIRA M. G. L. C. et al. Epidemiologia e medidas de prevenção do dengue. **Informe Epidemiológico do Sistema Único de Saúde**. v. 8, p. 5-33, 1999.

THONGSRIPONG, P. et al. Mosquito Vector Diversity across Habitats in Central Thailand Endemic for Dengue and Other Arthropod-Borne Diseases. **Plos One**, v. 7, n 10, e2507, 2013.

TOMIALOJC, L. Quantitative studies on the synanthropic avifauna of Legnica and its environs. **Acta Ornitologica**. v. 2, p. 209-290, 1970.

TOURNEAU, F.; BURSZTYN, M. Assentamentos rurais na Amazônia: contradições entre a política agrária e a política ambiental. **Ambiente e Saúde**. v. 8, n 1, p. 111-130, 2010.

TRAVASSOS DA ROSA, J. F. et al. Oropouche Virus: Clinical, Epidemiological, and Molecular Aspects of a Neglected Orthobunyavirus. **Am. J. Trop. Med. Hyg**, v. 96, n 5, p. 1019–1030, 2017.

URBINATTI, P. R. et al. Imaturos de mosquitos (Diptera: Culicidae) em parque de área metropolitana aberto à visitação pública. **Rev Saúde Pública**. v. 35, n 5, p. 461-466, 2001.

VAIDYANATHAN, R.; SCOTT, T. W. Geographic variation in vector competence for West Nile virus in the *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae) complex in California. **Vector-Borne Zoon Dis**, v. 7, p 193-198, 2007.

VARGAS, H. C. et al. Serosal cuticle formation and distinct degrees of desiccation resistance in embryos of the mosquito vectors *Aedes aegypti*, *Anopheles aquasalis* and *Culex quinquefasciatus*. **Journal of Insect Physiol**. v. 62, p. 54-60, 2014.

VASCONCELOS, P. F. C. et al. Arboviruses pathogenic for man in Brazil. In: TRAVASSOS-DA-ROSA, A. P. A.; VASCONCELOS, P. F. C.; TRAVASSOS-DA-

ROSA, J. F. S. (Eds.). An overview of arbovirology in Brazil and neighbouring countries, Instituto Evandro Chagas, Belém, p. 72-99, 1998.

VASCONCELOS, P. F. C. et al. Inadequate management of natural ecosystem in the Brazilian Amazon region results in the emergence of arboviruses. **Cad. Saúde Pública**. v. 17, p. 155-164, 2001.

VASCONCELOS, P. F. C. Emergência do vírus Chikungunya: risco de introdução no Brasil. **Rev. Pan-Amaz. Saúde**, v. 5, n 3, p. 9-10, 2014.

VASCONCELOS, P. F.; CALISHER, C. H. Emergence of Human Arboviral Diseases in the Americas, 2000–2016. **Vector Borne Zoonotic Dis**. v. 16, p. 295-301, 2016.

VIEIRA, A. R. L. Distribuição de espécies de culicídeos (Diptera, Culicidae) em mata de galeria no parque nacional de Brasília, DF. Dissertação - Programa de Pós-Graduação em Medicina Tropical da Universidade de Brasília, 2012.

VIEIRA, M. A. C. S. West Nile Virus Encephalitis: The First Human Case Recorded in Brazil. **Am J Trop Med Hyg**. v. 93, n 2, p. 377-379, 2015.

VIRGENS, T. M. et al. Fauna of mosquitoes (Diptera: Culicidae) in Goytacazes National Forest and surrounding area, State of Espírito Santo, Southeastern Brazil. **Biota Neotrop**. v. 18, n 1, p. 1-6, 2018.

VONESCH, N. et al. Climate change, vector-borne diseases and working population. **Ann Inst Super Sanità**, v. 52, p. 397-405, 2016.

WALDOCK, J. et al. The role of environmental variables on *Aedes albopictus* biology and chikungunya epidemiology. **Pathogens and Global Health**, v. 107, n 5, p. 224-241, 2013.

WEAVER, S. C. Prediction and prevention of urban arbovirus epidemics: A challenge for the global virology community. **Antiviral Research**, v. 156, p. 80-84, 2018.

WETERINGS, R.; UMPONSTIRA, C.; BUCKLEY, H. L. Container-breeding mosquitoes and predator community dynamics along an urban-forest gradient: The effects of habitat type and isolation. **Basic and Applied Ecology**, v. 15, p. 486–495, 2014.

WILDER-SMITH, A. et al. Epidemic arboviral diseases: priorities for research and public health. **Lancet Infect Dis**. v. 17, p. 101–106, 2017.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Global programme to eliminate lymphatic filariasis. Progress report 2000–2009 and strategic plan 2010–2020 of the global programme to eliminate lymphatic filariasis: halfway towards eliminating lymphatic filariasis, Geneva; 2010.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Handbook for integrated vector management 2012. Disponível em: <[http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44768/1/9789241502801\\_eng.pdf](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44768/1/9789241502801_eng.pdf)>. Acesso em: 10 de maio 2017.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Lymphatic filariasis 2017. Disponível em: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs102/en/> Acesso em: 05 de maio 2017.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Vector-borne diseases 2018. Disponível em: <http://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/vector-borne-diseases>. Acesso em 04 de jul. de 2018.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. World Health Organization. Lymphatic filariasis: a manual for national elimination programmes 2011. Geneva: World Health Organization, 2011

WORLD HEALTH ORGANIZATION. World Malaria Report 2016: Summary. Geneva: World Health Organization (WHO/HTM/GMP/2017.4). Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO, 2016.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. World Malaria Report. Geneva: World Health Organization, 2016.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Yellow fever in Africa and South America, 2013. **Weekly Epidemiological Record**, v. 89, n 27, p. 297-306, 2014.

WU, X. et al. Impact of climate change on human infectious diseases: Empirical evidence and human adaptation. **Environment International**, v. 86, p. 14-23, 2016.

XAVIER, S. H.; MATTOS, S. S. Geographical distribution of Culicinae in Brazil - IV. State of Amazonas (Diptera, Culicidae). **Mosquito Systematics**, v 8, p. 386–412, 1976.

YANOVIK, S. P. et al. Land use affects macroinvertebrate community composition in phytotelmata in the Peruvian Amazon. **Entomological Society of America**. v. 99, n 6, p. 1172-1181, 2006.

ZAVORTINK, T. J. Mosquito studies (Diptera, Culicidae) VIII. A prodrome of the genus *Orthopodomyia*. **Contrib. Amer. Ent. Inst.**, v. 3, n 2, 1968.

ZAVORTINK, T. J. et al. *Trichoprosopon digitatum* – Morphology, biology and potential medical importance. **Mosquito Systematics**. v. 15, n 2, 1983.

ZEQUI, J. A. C.; LOPES, J. Culicideofauna (Diptera) encontrada em entrenós de taquara de uma mata residual na área urbana de Londrina, Paraná, Brasil. **Rev Bras Zool**. v. 18, n 2, p. 429 - 438, 2001.

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