



Universidade Federal do Amapá
Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação



Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Tropical

Mestrado e Doutorado

UNIFAP / EMBRAPA-AP / IEPA / CI-Brasil

ÉRIKA OLIVEIRA GALENO

ASPECTOS ECOLÓGICOS E PARIDADE DE *Anopheles* spp. MEIGEN,
1818 (DIPTERA:CULICIDAE) EM CINCO COMUNIDADES DO
MUNICÍPIO DE MAZAGÃO, AMAPÁ, AMAZÔNIA ORIENTAL

MACAPÁ, AP

2018

ÉRIKA OLIVEIRA GALENO

ASPECTOS ECOLÓGICOS E PARIDADE DE *Anopheles* spp. MEIGEN, 1818
(DIPTERA:CULICIDAE) EM CINCO COMUNIDADES DO MUNICÍPIO DE
MAZAGÃO, AMAPÁ, AMAZÔNIA ORIENTAL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Tropical (PPGBIO) da Universidade Federal do Amapá, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Biodiversidade Tropical.

Orientador: Prof. Dr. Raimundo
Nonato Picanço Souto

MACAPÁ, AP

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Central da Universidade Federal do Amapá

616.9362

G153a Galeno, Érika Oliveira

Aspectos ecológicos e paridade de *Anopheles spp.* MEIGEN, 1818 (Diptera:Culicidae) em cinco comunidades do município de Mazagão, Amapá, Amazônia Oriental / Érika Oliveira Galeno ; orientador, Raimundo Nonato Picanço. – Macapá, 2018.

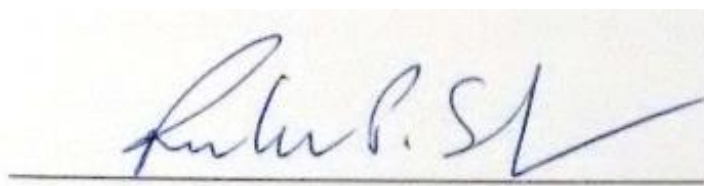
78 f.

Dissertação (Mestrado) – Fundação Universidade Federal do Amapá, Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Tropical.

1. Malária. 2. *Plasmodium spp.* 3. Vetores – Amapá (AP). I. Picanço, Raimundo Nonato, orientador. II. Fundação Universidade Federal do Amapá. III. Título.

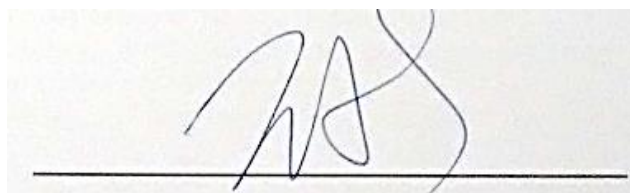
ÉRIKA OLIVEIRA GALENO

Aspectos ecológicos, paridade e distribuição de *Anopheles* spp. Meigen, 1818
(Diptera:Culicidae) em cinco comunidades do município de Mazagão, Amapá,
Amazônia Oriental.



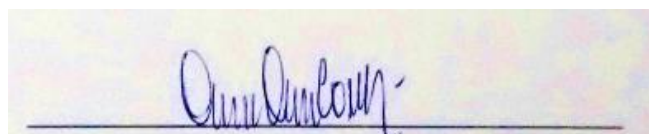
Prof. Dr. Raimundo Nonato Picanço Souto

PPGBIO/UNIFAP



Prof. Dr. Ricardo Adaime da Silva

PPGBIO/EMBRAPA



Prof. Dr. Álvaro Augusto Ribeiro D'Almeida Couto

PPGCS/UNIFAP

Aprovada em 29 de março de 2018, Macapá, AP, Brasil

*Em memória de Maria das Graças
Costa Monteles (vovó).*

AGRADECIMENTOS

à Deus em primeiro lugar por ter me dado forças e a oportunidade de viver.

aos meus pais Erinilda e Reginaldo por todo esforço e dedicação com o qual me criaram, e ainda por embarcarem junto comigo na busca de mais esse sonho que foi o mestrado.

à meus irmãos Anderson, Manuela, Núbia, Caio e Leonardo por toda ajuda e carinho.

A todos os meus familiares por serem parte da minha vida.

A meu namorado Tomil, por ter sido meu porto seguro ao longo dessa caminhada e pela paciência e amor dedicados.

À Vó Graça (*in memoriam*), Karla e Dyuna Monteles por me receberem em suas vidas, com aconchego, amor, uma refeição e uma cama para descansar.

Aos amigos Kennedy e Ádria pelo auxílio nas coletas, análises de laboratório e principalmente pela amizade e carinho que tiveram por mim.

A todos os (as) professores(as) que passaram por minha vida e dedicaram a mim um pouco de tempo e conhecimento.

Aos colegas da turma de mestrado 2016 pelo companheirismo durante as disciplinas.

Aos colegas de laboratório Taires, Keison, Camila, Tiago, Williane e Karen por todo apoio, conversas, e por serem profissionais nos quais eu busco inspiração.

Ao Prof. Ricardo por todo apoio a ajuda na identificação e dissecação, e toda dúvida sanada.

Ao amigo Aurélio, que tirou dúvidas quanto a estatística do trabalho.

Aos amigos Anayatiana e Jonas do Centro de Vigilância em Saúde (CVS), e Patrick Cantuária (SEMA) pelos dados cedidos e por sempre se disporem a ajudar no que fosse preciso.

À todas as 42 famílias de Mazagão que abriram suas portas para que eu pudesse realizar meu campo, em especial, Marta, Cordeiro, Gleidielly, Natalino, Anunciação, Ângela, Tereza, Sebastião Queiróz, Valdo, Raimunda, Sebastião Almeida, Erinita, Suely, Sandra e Sandoval pela calorosa hospitalidade.

Aos membros da banca Dr. Ricardo Adaime e Dr. Álvaro Couto pela disposição em participar e pelas valiosas contribuições na qualificação e na defesa.

Ao Dr. Marcos Tavares Dias por contribuir sendo suplente na qualificação e na defesa.

Ao meu orientador Raimundo Nonato por todo conhecimento repassado e por sempre me motivar e apoiar.

À CAPES/Fundação de Amparo à Pesquisa do Amapá pela concessão da bolsa.

Ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Tropical pela oportunidade de me tornar mestre.

RESUMO

Galeno, Érika Oliveira. Aspectos ecológicos e paridade de *Anopheles* spp. Meigen, 1818 (Diptera:Culicidae) em cinco comunidades do município de Mazagão, Amapá, Amazônia Oriental. Macapá, 2018. Dissertação (Mestre em Biodiversidade Tropical) / Programa de Pós-graduação em Biodiversidade Tropical – Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação - Universidade Federal do Amapá.

A região amazônica é uma área endêmica na transmissão da malária, pois tem habitats propícios para a prevalência dos vetores, porém, pesquisas sobre ecologia, comportamento, distribuição temporal e espacial de mosquitos de importância médica ainda são escassas. O objetivo do presente estudo foi conhecer sobre a ecologia, avaliar atividade horária, paridade e verificar a distribuição das espécies. A pesquisa foi realizada em cinco comunidades do município de Mazagão, no estado do Amapá, em áreas rurais e periurbanas. A amostragem foi realizada através de capturador manual de Castro e Armadilha de Shannon com atração luminosa. 42 pontos foram amostrados em período chuvoso e seco, totalizando 84 campos. Foram coletados um total de 4045 mosquitos, distribuídos em 7 espécies. As espécies mais representativas foram *Anopheles albitarsis* s.l. (67%) e *An. darlingi* (14%). Houveram diferenças significativas entre a abundância nas estações chuvosas e secas ($\chi^2 = 225,47$, $df = 1$, $p < 0,0001$). Uma forte correlação negativa foi encontrada entre a precipitação mensal acumulada e a abundância mensal de *An. braziliensis* e *An. triannulatus*. Houveram diferenças significativas entre oníparas e nulíparas ($\chi^2 = 1833,1$, $df = 1$, $p\text{-valor} < 0,0001$). Para *An. albitarsis* s.l. houveram diferenças significativas entre as abundâncias horárias durante os meses de amostragem, apresentando plasticidade em seu comportamento horário.

Palavras-chave: peridomicílio; malária; vetor; Nematocera; Culicidae.

ABSTRACT

Galeno, Érika Oliveira. Ecological aspects and parity of *Anopheles* spp. in five communities of municipality of Mazagão, Amapá, Eastern Amazon. Macapá, 2018. Dissertação (Mestre em Biodiversidade Tropical)/ Programa de Pós-graduação em Biodiversidade Tropical – Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação - Universidade Federal do Amapá.

The Amazon region is an endemic area in transmission of malaria, because have propicial habitats to prevalence of *Anopheles* species, but, research on the ecology, behavior, temporal and spatial distribution of mosquitoes of medical importance is still very scarce. The objective of the present study was to know about the ecology, evaluate the hourly behavior, parity and verify the distribution of *Anopheles* species. The study was conducted in five communities of municipality of Mazagão, in the state of Amapá, Brazil, in rural and periurban areas. The collection were trough capture of Castro and Shannon trap with light attraction. Were sampled 42 points in rainy and dry season, totaling 84-field sampling. A total of 4045 female *Anopheles* mosquitoes were collected, distributed in 7 species. The most representatives was *Anopheles albitarsis* s.l. (67%) and *An. darlingi* (14%), there was significate differences between abundance in rainy and dry seasons ($\chi^2 = 225, 47, df=1, p<0, 0001$). A strong negative correlation was found between accumulated monthly precipitation and monthly abundance of *An. braziliensis* and *An. triannulatus*. There were significant differences between parous and nulliparous specimens ($\chi^2 = 1833.1, df = 1, p\text{-value} < 0.0001$). For *An. albitarsis* s.l. there were significant differences between the hourly abundances during the sampling months, featuring a plasticity in their hourly behavior.

Keywords: peridomicile; malaria; vector; Nematocera; Culicidae

ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Distribuição de espécies de anofelinos de dominância vetorial.....	17
Figura 2: Casos autóctones por município no ano de 2017.....	26
Figura 3: Localização das cinco comunidades amostradas.....	32
Figura 4: Distribuição dos 12 pontos de coleta (em vermelho) em Mazagão Novo.....	33
Figura 5: Distribuição dos 12 pontos de coleta (em vermelho) no Distrito do Carvão.....	34
Figura 6: Distribuição dos 12 pontos de coleta em Mazagão Velho.....	35
Figura 7: Distribuição dos 12 pontos de coleta em Pioneiro e Piquiazal.....	36
Figura 8: Pontos de coletas de dados.....	37
Figura 9: Armadilha de Shannon montada em peridomicílio.....	38
Figura 10: Riqueza (S) ao longo das idas à campo (esforço amostral) plotados em curva de acumulação de espécies (Taxa).....	42
Figura 11: Criação de suínos e aves em Carvão (A e B), Mazagão Velho (C) e Foz do Mazagão Velho (D).....	43
Figura 12: Distribuição das espécies de Anopheles nos pontos de coleta.....	44
Figura 13: Abundância Relativa e Precipitação ao longo dos meses de amostragem.....	48
Figura 14: Distribuição temporal dos índices de diversidade.....	49

Figura:15 Lago às margens da BR próximo à Vila do Ajudante, Mazagão Velho no mês de agosto de 2017	50
Figura 16: Área de pastagem e lago atingidos por incêndio localizado próximo à Comunidade Carvão.....	50
Figura 17: Abundância mensal nos períodos seco e chuvoso.....	54
Figura 18: Riqueza mensal nos períodos seco e chuvoso.....	55
Figura 19: Gráficos de dispersão entre as variáveis ecológicas e as variáveis meteorológicas.....	57
Figura 20: Par de ovários de fêmea onípara com ovos (A), Par de ovários de fêmea nulípara (B) apresentando oviformações (B1) e o último segmento abdominal ainda acoplado ao par de ovário (B2), Par de ovário de fêmea onípara evidenciando as traquéolas distendidas (C); Par de ovários de fêmea nulípara apresentando as traquéolas ainda enoveladas (D).....	59
Figura 21: Distribuição das fêmeas oníparas e nulíparas nos períodos secos e chuvoso.	61
Figura 22: Variações horárias mensais de abundância de <i>Anopheles albitarsis</i> s.l.....	64
Figura 23: Variações horárias mensais de abundância de <i>Anopheles darlingi</i> em coleta de 12 horas avaliadas via Kruskal-Wallis.....	65
Figura 24: Variações mensais de atividade horária e Boxplot de variações mensais da atividade horária de <i>An. albitarsis</i> s.l (A e B) e <i>An. darlingi</i> (C e D) ao longo dos meses em coleta de 4 horas.....	67

TABELAS

Tabela 1: Ocorrência das espécies de Anopheles no estado do Amapá.....	23
Tabela 2: Distribuição espacial das espécies coletadas.....	45
Tabela 3: Distribuição espacial dos índices ecológicos divididos em dois ambientes de coleta.....	46
Tabela 4: Distribuição temporal das espécies coletadas.....	52
Tabela 5: Distribuição temporal dos índices ecológicos em períodos seco e chuvoso.....	53
Tabela 6: Valores de Rho da Correlação de Spearman das relações entre Variáveis Ecológicas e Variáveis Meteorológicas.....	56
Tabela 7: Valores de p das Correlações de Spearman das relações Variáveis ecológicas e variáveis meteorológicas.....	56
Tabela 8: Correlação de Spearman entre a abundância mensal das espécies e precipitação mensal acumulada (mm).....	58
Tabela 9: Proporção entre fêmeas oníparas e nulíparas.....	60
Tabela 10: Diferenças de nulíparas e oníparas em período seco e chuvoso.....	60
Tabela 11: Diferenças entre Oníparas e Nulíparas em período seco e chuvoso.....	62

Tabela 12: Análise de Variância de atividade horária de coleta de 12 horas via Kruskal-Wallis.....63

Tabela 13: Análise de Variância de atividade horária de coleta de 4 horas via Kruskal-Wallis.....66

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
2.1. <i>Anopheles</i>	13
2.2. O <i>Plasmodium</i>	17
2.2.1. Sexuada.....	17
2.2.2. Assexuada	17
2.3. Paridade.....	18
2.4. Influência de variáveis meteorológicas	18
2.5. Dados Epidemiológicos.....	23
2.6. Ecoepidemiologia através de Sistemas de Informação Geográfica.....	25
3. HIPÓTESE CIENTÍFICA.....	28
4. OBJETIVOS.....	29
4.1. Objetivos Gerais.....	29
4.2. Objetivos Específicos.....	29
5. MATERIAIS E MÉTODOS.....	30
5.1. Área de estudo.....	30
5.2. Pontos de coletas de dados.....	31
5.3. Coleta de Anofelinos e Esforço amostral.....	37
5.4. Coleta de dados de variáveis meteorológicas.....	37
5.5. Aspectos éticos.....	39
5.6. Análises Laboratoriais.....	39
5.7.1. Identificação dos Vetores.....	39
5.7.2. Estimativa da Paridade.....	39
6. ANÁLISE DOS DADOS.....	41
6.1. Análise dos Dados Ecológicos.....	41
6.2. Análise de atividade horária.....	41
6.3. Relações entre Riqueza e Abundância e Variáveis Meteorológicas.....	41
6.4. Paridade.....	41
7. ELABORAÇÃO DE MAPA.....	42
8. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	43
8.1. Análises de Diversidade.....	43
8.1.1. Distribuição espacial.....	43
8.1.2. Distribuição temporal.....	47
8.2. Análise de variáveis meteorológicas.....	53

8.3. Paridade.....	58
8.4. Atividade Horária.....	62
8.4.1. Coleta de 12 horas.....	62
8.4.2. Coleta de 4 horas.....	69
8.5. Mapa de Distribuição.....	71
9. CONCLUSÕES.....	72
10. REFERÊNCIAS.....	73
ANEXO I.....	82
ANEXO II.....	83
ANEXO III.....	85

1. INTRODUÇÃO

São conhecidas 3.552 espécies de insetos pertencentes à família Culicidae, das quais, cerca de 150 são de importância médica, pois, de alguma forma participam da transmissão de arbovírus, helmintos ou protozoários para os humanos. As espécies vetoras mais importantes na transmissão de doenças pertencem aos gêneros *Anopheles*, *Culex*, *Aedes*, *Ochlerotatus*, *Psorophora*, *Haemagogus* e *Sabethes* (Consoli and Oliveira 1994, Harbach 2007, Service 2008).

Os mosquitos ocorrem em todas as regiões tropicais e temperadas até o Círculo Ártico, sendo que as únicas áreas nas quais estão ausentes são a Antártida e algumas ilhas. Eles são encontrados em elevações de 5500 metros e em profundidades terrestres de 1250 metros abaixo do nível do mar, refletindo a grande capacidade de distribuição das espécies deste grupo (Service 2008).

A malária - maleita ou paludismo - é uma doença infecciosa, considerada um dos maiores problemas de saúde pública mundial, transmitida através da picada de fêmeas de mosquitos do gênero *Anopheles*, quando estas realizam a hematofagia. Desta maneira, acabam passando as formas infectantes do protozoário *Plasmodium* spp. para os humanos. Na América do Sul, a maioria dos casos se restringem à região Amazônica, sendo que, ainda há alguns surtos isolados em outras regiões (Consoli and Oliveira 1994, Stresman 2010).

O agente etiológico foi descrito em 1880 por Charles Alphonse Louis Laveran, visto que nessa época, achava-se que a malária era contraída através do ar contaminado proveniente de pântanos. Rossi, em 1897 observou a presença de *Plasmodium* nos mosquitos, porém só em 1899, os estudiosos Grassi, Bignami e Bastianelli chegaram à conclusão de que a transmissão da malária humana ocorria

através da picada de mosquitos de gênero *Anopheles* (Korolkovas and Burckhalter 1982, Lehane 2005).

Na década de 70, a Malária se espalhou com uma grande epidemia no Brasil, principalmente na Região Amazônica, que passava por grande exploração e atividade extrativista recebendo muitos migrantes, principalmente da região Nordeste, devido às ações antrópicas relacionadas ao desmatamento para construção de rodovias, implantação de projetos agropecuários, assentamentos, mineração, garimpos e exploração madeireira. A partir daí, começaram planos massivos para controlar a doença (Santos et al. 2009).

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. *Anopheles*

As regiões tropicais e subtropicais são o habitat ideal para os Culicidae, ambiente no qual este grupo conseguiu obter sucesso em sua proliferação, pelo fato de algumas áreas de mata preservada estarem próximas a ambientes antropizados, podem oferecer alimento e abrigo para que as espécies continuem se reproduzindo (Reis et al. 2010).

Os culicídeos do gênero *Anopheles* Meigen 1818 estão inseridos na subordem Nematocera, subfamília Anophelinae, sub-gêneros *Anopheles*, *Cellia*, *Nyssorhynchus* e *Kerteszia*. As espécies mais importantes na transmissão do parasito *Plasmodium* são *Anopheles (N.) darlingi*, *Anopheles (N.) albitarsis*, *Anopheles (N.) deaneorum*, *Anopheles (N.) aquasalis*, *Anopheles (K.) cruzii* e *Anopheles (K.) bellator*. Das 465 espécies conhecidas, 60 são consideradas vetoras da doença (Harbach and Kitching 1998, Consoli and Oliveira 1994, Forattini 2002, Cohuet et al. 2010; Manguin 2013).

O ambiente de preferência dos mosquitos do gênero *Anopheles* é onde há criadouros em potencial, como grandes coleções de água permanentes, águas de baixo fluxo com pH próximo ao neutro, profundas, límpidas, sombreadas, onde as larvas e pupas fiquem escondidas entre a vegetação emergente ou flutuante (Martins 2011, Manoel et al. 2010)

Segundo Consoli and Oliveira (1994) várias espécies de mosquitos aproveitam a água acumulada em buracos de árvores, internódios de bambu, bromeliáceas, cascas de frutos ou folhas caídas para formação de criadouros. Algumas plantas crescem às margens de corpos d'água, favorecendo a seleção de espécies que buscam lugares sombreados para ovipor, por outro lado, prejudicam aquelas que necessitam de criadouros ensolarados.

As larvas de mosquitos comumente vivem em microclimas de água quase parada, porém, os do gênero *Anopheles*, possuem forte tigmotropismo, isto é, tendência de aderirem a pedras e outros objetos, facilitando assim a sua resistência a eventuais correntes (Bates 1949).

Durante o dia, os insetos da subfamília Anophelinae dirigem-se para lugares com maior umidade, onde ficam ao abrigo da luz excessiva, do vento e dos inimigos naturais, como por exemplo: arbustos, lugares de vegetação densa, dentro de

árvores, sob raízes, troncos caídos, sob pedras, em grutas ou buraco de animais, dentre outros. Ao anoitecer, as fêmeas necessitam se alimentar, então realizam a hematofagia em animais e preferencialmente nos seres humanos; sendo que os picos desta atividade variam durante toda a noite; caracterizando seu hábito noturno (Rey 2002).

O ciclo de vida dura em média 30 dias, sendo que a longevidade para as diversas espécies pode alcançar entre 60 e 100 dias, levando em consideração os fatores limitantes como temperatura e umidade do ar, principalmente. Por outro lado, o anofelino macho vive por um tempo bem menor que a fêmea (Consoli and Oliveira 1994).

Os anofelinos podem ser facilmente reconhecidos pelo pouso com o tórax em posição diagonal no momento do repasto sanguíneo, visto que apenas as fêmeas do *Anopheles* são aptas a transmitir o *Plasmodium*, pois para maturarem seus ovos, realizam a hematofagia e inoculam as formas esporozoíticas do *Plasmodium* no hospedeiro (Consoli and Oliveira 1994).

Laporta et al. (2017) verificaram as distribuições atuais de espécies de vetores de malária, onde principalmente *An. darlingi*, *An. marajoara* e *An. deaneorum* estavam fortemente associados à transmissão de *P. falciparum*. De acordo com Kiszewski et al. (2004) *Anopheles darlingi* e *An. marajoara* são as principais espécies responsáveis pela transmissão de malária no Brasil (figura 1).

Há um padrão bimodal quanto a atividade hematofágica de *An. darlingi*, que ocorre a noite toda em ambiente extradomiciliar, com picos de intensidade ao anoitecer e ao amanhecer (Forattini 1987). Trata-se de uma espécie com elevada plasticidade comportamental (Consoli and Oliveira 1994), grande atividade hematofágica e antropofílica, ou seja, tem preferência alimentar pelo sangue humano; com taxas de sobrevivência maiores que de outros anofelinos presentes na Amazônia brasileira (Kiszewski et al. 2004).

A espécie *An. darlingi* é comumente encontrada no interior das residências (endofilia) e arredores (Cohuet et al. 2010, Manoel et al. 2010) tem preferência por ambiente extradomiciliar (Souza-Santos 2002, Gama et al. 2009).

Anopheles nuneztovari é uma espécie que tem chamado a atenção por ser um potencial vetor de malária, pois já foi encontrado infectado naturalmente por *P. vivax* e *P. falciparum* em várias localidades da região Amazônica (Consoli and Oliveira 1994, Tadei et. al.1998, 2000, Póvoa et al 2001, Santos et al 2005). Em

estudos de variabilidade genética Scarpassa et al (2016) encontraram três linhagens de *An. nuneztovari* sensu lato na região Amazônica, os quais apresentaram diferentes suscetibilidades ao *Plasmodium*

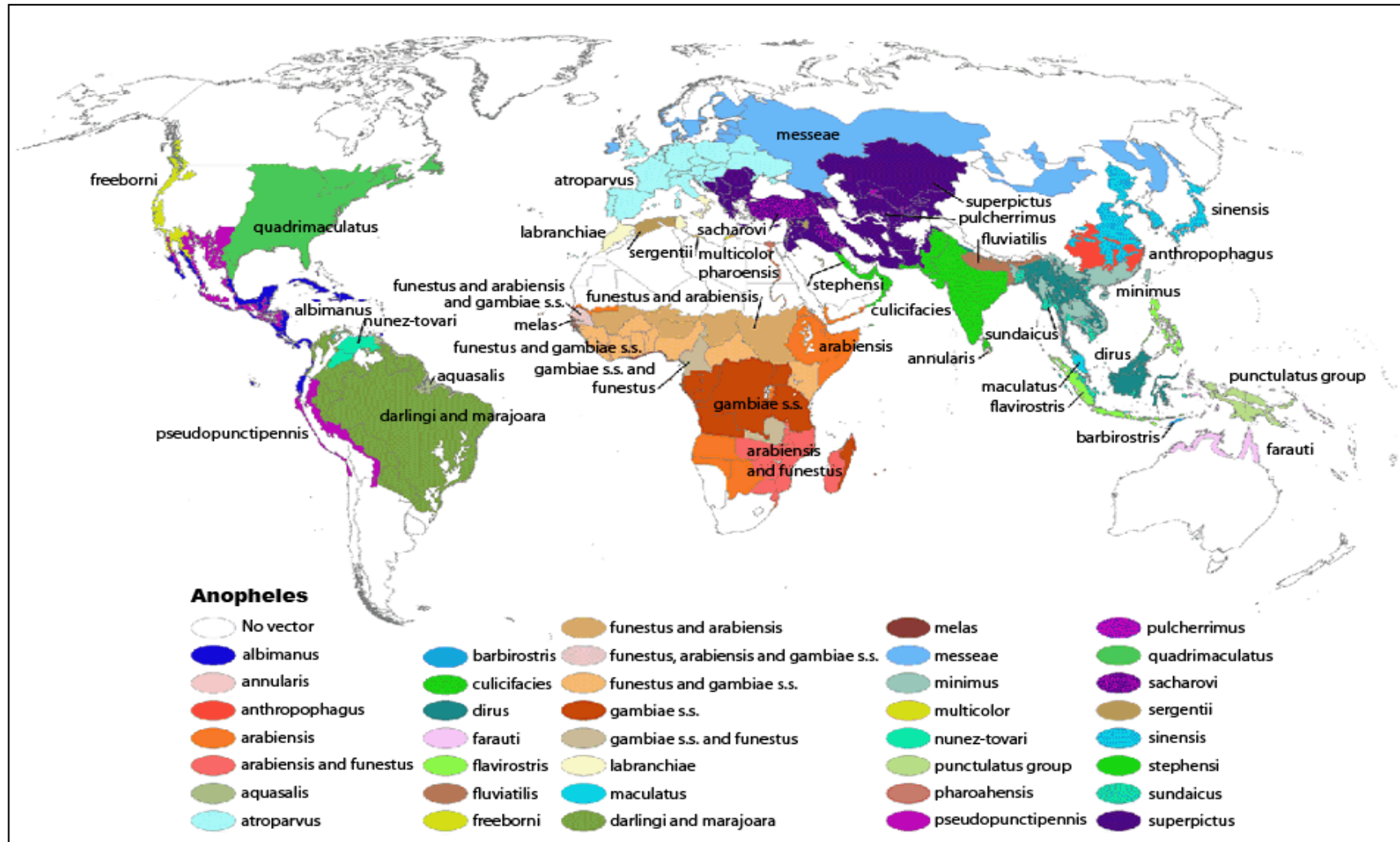


Figura 1: Distribuição de espécies de anofelinos de dominância vetorial. Fonte: Kiszewski et al. (2004)

2.2. O *Plasmodium*

O parasito *Plasmodium* é o gênero de protozoário do filo Apicomplexa, Subfilo Sporozoa, subordem Hemosporina, família Plasmodiidae, e, nos humanos, as espécies causadoras de malária são *Plasmodium vivax*, *P. falciparum*, *P. malariae*, *P. ovale*. A espécie *P. knowlesi* encontrada infectando chimpanzês, foi detectada com possível transmissão da malária entre primatas não humanos e humanos (Ferreira 2015).

P. vivax é responsável pela forma mais comum da doença, também chamada de febre terçã benigna. Com sintomas de melhora, a pessoa infectada acha que está curada, porém, algum tempo depois a doença retorna (recaída) pelo fato de que em algumas células do fígado, podem permanecer algumas formas em hibernação. O *P. falciparum* é a forma mais grave da doença, também conhecida como febre terçã maligna ou febre quartã é a que mais leva a óbitos, pois o acometimento dos vasos sanguíneos leva à obstrução da passagem do sangue, com perda da função do rim e lesão cerebral. Seu ciclo de reprodução é a cada 72 horas, originando a febre a cada intervalo, sendo que o agente invade as células vermelhas do sangue e ocasiona sua destruição, com consequente anemia (Ujvari 2003, Figueiredo 2012, Ferreira 2015).

É essencial entender o ciclo da malária e reconhecer de que forma o mosquito se comporta como vetor e a sua interação com o *Plasmodium*. A seguir será descrito o ciclo - que possui duas etapas - do *P. vivax* de acordo com Warrell and Gilles (2002):

2.2.1. Sexuada - ocorre no mosquito, onde após a hematofagia, a fêmea é infectada, devido que ingere sangue com os gametócitos (masculinos e femininos), e, no estômago do mosquito o gameta masculino do parasita fecunda o feminino originando o zigoto. Assim, passa por diversas maturações até chegar a forma infectante ao homem, que é a forma esporozoítica, localizada na glândula salivar do vetor.

2.2.2. Assexuada - ocorre no hospedeiro - onde o mosquito inocula as formas esporozoíticas no momento do repasto sanguíneo. O parasita, então, uma vez na corrente sanguínea, migra para as células hepáticas e podem entrar em hibernação (latência) sendo denominado, nessa etapa de hipnozoíto; ou realizar a esquizogonia (mitose) liberando os merozoítos que irão invadir os eritrócitos saudáveis, causando

assim, os sintomas da doença: mal-estar, dor de cabeça, indisposição. Alguns dias depois a febre fica mais intensa e por conta disso, o paciente apresenta o acesso malárico que é caracterizado por calafrio, febre, calor e suor.

O *P. vivax* pode ser considerado mais tolerante às variações ambientais e às medidas de controle convencionais (mosquiteiros tratados com inseticidas e pulverização domiciliar) do que o *P. falciparum*, pois o repasto sanguíneo, assim como o repouso dos mosquitos infectados ocorrem fora das residências e a transmissão se realiza através de pessoas assintomáticas (World Health Organization 2015).

Análises de variabilidade genéticas conduzidas por Koepfli et al. (2015) demonstraram que *P. vivax* têm maior diversidade no Sudeste da Ásia onde há maior trânsito de pessoas infectadas do que na América do Sul e Ásia Central, onde a transmissão é baixa e restrita a áreas endêmicas.

2. 3. Paridade

No estudo de estado fisiológico de fêmeas de *An. neivai*, realizado por na Colômbia, que comparou as fêmeas potencialmente infectivas (que efetuaram pelo menos três posturas) e não infectivas (menos de três posturas), foi observado que ao entardecer a maioria das fêmeas eram não infectivas, e da madrugada ao amanhecer havia maior quantidade de fêmeas infectivas, caracterizando um horário de risco para a transmissão de malária. As fêmeas mais velhas, por terem realizado muitos repastos, apresentam maior probabilidade de contato com o parasita, o que a torna fonte de infecção, oferecendo alto risco de transmissão (Murillo et al. 1989).

Mais fêmeas oníparas e com ovos e menos fêmeas nulíparas são encontradas perto do que longe do local de reprodução (Hiwat and Bretas 2011).

2.4. Influência de variáveis meteorológicas

A temperatura é um fator extremamente importante para a propagação dos mosquitos vetores, existindo uma faixa média ótima de 25°C à 30°C para seu desenvolvimento larval ocorrer. A temperatura mínima e máxima de sobrevivência já encontradas foi para *P. falciparum* de 18°C e 40°C, respectivamente (Stresman 2010).

Em períodos com maior pluviosidade podem ampliar o número de criadouros, porém, há maior perturbação das águas, que podem movimentar os ovos e larvas, o que acaba prejudicando a proliferação do mosquito. Por outro lado, a umidade elevada do ar neste período, aumenta a longevidade dos anofelinos, o que causa acréscimo na densidade populacional (Chattopadhyay et al. 2004, Chatterjee and Sarkar 2009, Charlwood and Bragança 2012)

Nos períodos menos chuvosos ou secos há aumento da população devido ao rápido e eficiente desenvolvimento de indivíduos adultos (Forattini 1987). Contudo, é preocupante o fato de que algumas espécies de anofelinos podem alterar seus hábitos ao longo tempo, em resposta às mudanças ambientais (Tadei et al. 1983).

As variações climáticas, alterações antrópicas e sazonalidade influenciam diretamente na densidade populacional dos vetores. Há aumento da densidade destes mosquitos no início e no término do período chuvoso (Deane et al. 1986, Tadei et al. 1988,1998, Lourenço de Oliveira et al. 1989, Klein et al. 1991, Conn et al. 2002, Segura 1998, Souza-Santos 2002).

Por outro lado, a elevação da temperatura pode favorecer o aumento da distribuição geográfica das espécies (Shimada and Imakawa 2010), que se espalham para regiões que até o presente momento se encontram com temperatura muito baixa para o seu desenvolvimento (Mourão 2013).

Mourão (2013) afirma que os fatores abióticos temperatura e umidade em relação à malária, são essenciais, pois influenciam diretamente sobre a fisiologia do mosquito e duração do ciclo *Plasmodium - Anopheles*. Entre as temperaturas de 20°C e 33°C o ciclo esporogônico (que ocorre no vetor) é mais rápido quanto mais próximo de 33°C. Para Shimada and Imakawa (2010) a temperatura necessária para algumas espécies de *Plasmodium* completarem sua maturação nos vetores é de 20°C a 35°C. Os climas secos diminuem a longevidade dos mosquitos, impedindo que o ciclo do protozoário se complete (Romi et al. 2012).

Cada estágio de vida do mosquito depende da temperatura em uma faixa ideal, visto que as dependências de temperatura não são as mesmas entre os estágios, levando a diferenças nas respostas da população a esta variável. Além disso, a temperatura ideal para o crescimento do parasita não corresponde necessariamente à do vetor (Beck-Johnson et. al. 2013).

Predições de mudanças climáticas apontaram um cenário com temperaturas mais altas, menor disponibilidade de água e modificações do bioma, comprometendo o habitat adequado, distribuição e abundância de *An. darlingi* além de outros anofelinos. Apesar da possível diminuição de abundância e distribuição desta espécie, a distribuição geográfica de *P. falciparum* projetada para 2070 na América do Sul, aponta a abrangência deste parasito entre 35-46% do continente (Laporta et al. 2017).

O primeiro estudo de levantamento entomológico realizado no Estado do Amapá foi de Deane et al. (1948) onde foram registradas as espécies *A. darlingi*, *A. pessoai*, *A. aquasalis*, *A. peryassui*, *A. albitarsis*, *A. nuneztovari*, *A. triannulatus*, *A. intermedius*, *A. konderi*, *A. mediopunctatus*, *A. matogrossensis* e *A. minor*. Outro levantamento entomológico, desta vez realizado por Cerqueira (1961) abrangendo os municípios de Macapá, Amapá, Oiapoque e Mazagão, onde foram encontradas as espécies *A. darlingi*, *A. albitarsis*, *A. braziliensis*, *A. nuneztovari*, *A. oswaldoi*.

Os ambientes amostrados no Estado do Amapá (Tabela 01), relacionados a estudos de transmissão, compreendem áreas periurbanas (Segura 1998, Conn et al. 2002, 2006, Cantuária 2012, Barbosa et al. 2014) áreas de ressaca (Conn et al. 2002, Souto 2003, Barbosa and Souto 2011, 2013), garimpos (Tadei et al. 1998, Couto et al. 2001), rurais (Póvoa et al. 2001, Ferreira 2010), comunidades ribeirinhas (Branquinho 2001, Voorham 2002, Zimmerman et al. 2006, Galardo 2009) e região Costeira (Deane et al. 1948, Cerqueira 1961, Deane 1989) sendo contabilizadas 28 espécies.

Vários trabalhos realizados no Estado do Amapá registraram similaridade na atividade hematofágica entre *An. darlingi* e *An. marajoara* (Segura 1998, Voorham 2002, Galardo 2010) sendo o horário da atividade hematofágica das 18:30 às 20:30 para ambas espécies (Barbosa and Souto 2011). De acordo com Galardo (2010), estas espécies são muito sensíveis à diminuição da umidade e é comum que haja a diminuição da densidade populacional destas espécies quando há o declínio da pluviosidade.

Segundo Anjos (2012), as espécies com a maior distribuição nos municípios do Estado do Amapá são *Anopheles braziliensis*, *Anopheles darlingi*, *Anopheles marajoara*, que ocorrem em pelo menos 14 dos 16 municípios que compõem o Estado (Amapá, Macapá, Serra do Navio, Santana, Mazagão, Itaubal, Cutias, Tartarugalzinho, Pracuúba, Calçoene, Ferreira Gomes, Porto Grande, Pedra Branca e Oiapoque). Municípios de grande extensão, como Mazagão, Calçoene e Oiapoque e Laranjal do Jari foram pouco amostrados.

Tabela 01: Ocorrência das espécies de *Anopheles* que no estado do Amapá.

Espécies	Áreas					
	Periurbana	Rural	Garimpo	Ribeirinha	Costeira	S.I.*
<i>An. albitarsis</i>		X				
<i>An. aquasalis</i>					X	
<i>An. argyritarsis</i>		X				
<i>An. braziliensis</i>	X	X	X	X		
<i>An. darlingi</i>	X	X	X	X		
<i>An. deaneorum</i>		X				
<i>An. evansae</i>		X				
<i>An. forattinii</i>		X				
<i>An. galvoi</i>		X				
<i>An. goeldi</i>		X		X		
<i>An. intermedius</i>	X	X		X		
<i>An. konderi</i>						X
<i>An. marajorara</i>	X	X	X	X		
<i>An. matogrossensis</i>		X		X		
<i>An. mediopunctatus</i>		X				
<i>An. minor</i>		X				
<i>An. neivai</i>		X				
<i>An. nimbus</i>	X	X				
<i>An. nuneztovari</i>	X	X	X	X		
<i>An. oswaldoi</i>		X				
<i>An. parvus</i>		X				
<i>An. peryassui</i>		X		X		
<i>An. pessoai</i>						X
<i>An. rangeli</i>		X				
<i>An. shannoni</i>						X
<i>An. thomasi</i>						
<i>An. triannulatus</i>	X	X		X		
<i>Anopheles sp.</i>		X				

*sem informação

Fonte: Deane et al. 1948, Cerqueira 1961, Deane 1989, Segura 1998, 2006, Cantuária 2012, Conn et al. 2002, Souto 2003, Tadei et al. 1998, Branquinho 2001, Couto et al. 2001, Póvoa et al. 2001, Voorham 2002, Zimmerman et al. 2006, Galardo 2009, Ferreira 2010, Barbosa and Souto 2011, 2013, Barbosa et al. 2014)

2.5. Dados Epidemiológicos

A grande maioria dos dados epidemiológicos são obtidos através de banco de dados gerenciados por órgãos de Saúde. O Sistema de Vigilância em Saúde (SVS) possui um banco de dados digital, no qual constam informações sobre as doenças transmissíveis. O sistema de vigilância epidemiológica de Malária (SIVEP – Malária) reúne dados coletados nos Postos de Notificação da Malária (PNM), no qual pode se ter as estatísticas para cada município de todos os Estados brasileiros. Números sobre índice parasitário anual, local provável de infecção, casos autóctones são importantes para nortear pesquisas de cunho epidemiológico e ecológico, inclusive as que tratam da distribuição dos vetores e transmissão da doença (Brasil 2013, 2014, 2015).

De acordo com o Relatório Mundial da Malária (2015), elaborado pela Organização Mundial da Saúde, houve um declínio mundial significativo em mortes e casos de malária desde o ano 2000. Tal declínio, deve-se ao funcionamento de programas de controle da doença, que propiciam instrumentos eficazes para prevenir e tratar a malária, tais como mosquiteiros tratados com inseticida, testes de diagnóstico e medicamentos. Porém, cerca de 3,2 bilhões de pessoas no mundo todo estão em risco de contrair malária, reflexo de que a maioria destas pessoas ainda não estão acessando os serviços necessários para prevenir e tratar a a doença (World Health Organization 2015). Por outro lado, trabalhos revelam que apesar de se ter investido muito nessas estratégias de controle, estudos acerca da biologia e ecologia dos anofelinos de cada local assistido foram muito superficiais para embasar estas ações (Zahar 1984, Kelly-Hope et al. 2008, Hay et al. 2010).

Outro plano para erradicar a doença é a Estratégia Técnica Mundial para o Paludismo, iniciada em 2016 com prazo de atingir a meta até 2030. Dos desafios encontrados para realização deste plano, vale destacar a precariedade dos serviços de saúde, a falta de instrumentos adequados para o diagnóstico, que refletem falhas na eficácia deste (World Health Organization 2015).

No Malaria Atlas Project (2016) há o acompanhamento e mapeamento da malária para todos os continentes em que ela é endêmica, onde pode ser observada a transmissão do *Plasmodium vivax* e *P. falciparum*, a Dominância Vetorial de espécies de *Anopheles* em cada local de transmissão, bem como planilhas disponíveis. Considera-se que este site é uma ferramenta de busca essencial para se

ter uma visão global da incidência da malária e tem sido de grande importância para os pesquisadores entomologistas.

Em 2012, foram registrados para o Brasil 242.756 novos casos de malária, sendo que 235.078 eram provenientes da região Amazônica, tendo em vista que 99,9% da transmissão da malária ocorre em 807 municípios desta região, distribuídos entre os estados do Acre, Amazonas, Amapá, Pará, Rondônia e Roraima e parte dos estados do Maranhão, Mato Grosso e Tocantins. Em 2014, foram registrados 143.552 casos de malária, sendo 4.593 casos importados de países que fazem fronteira com o Brasil e 32 de outros países. Em comparação com 2013, quando houve o registro de 177.791 casos, houve uma redução de 19% no número de casos de malária. (Brasil 2012, 2013, 2015).

O índice parasitário anual (IPA) é obtido através do número de exames positivos de malária por mil habitantes, em determinado ano e espaço geográfico, e é classificado em três graus: baixo (0,1 a 9,9) médio (10,0 a 49,9) e alto (maior ou igual a 50,0) (Brasil 2012).

Dados parciais obtidos pela Secretaria de Vigilância em saúde (SVS) apontam 14287 casos autóctones positivos de malária para o ano de 2017, no Estado Amapá (figura 2), destes 1177 eram do tipo *Plasmodium falciparum*, 12898 do tipo *P. vivax* e 2 do tipo *P. malariae*, sendo que os municípios com IPA mais elevado foram Calçoene, com 1510 casos, e, com 2192 casos, Mazagão (Brasil 2018).

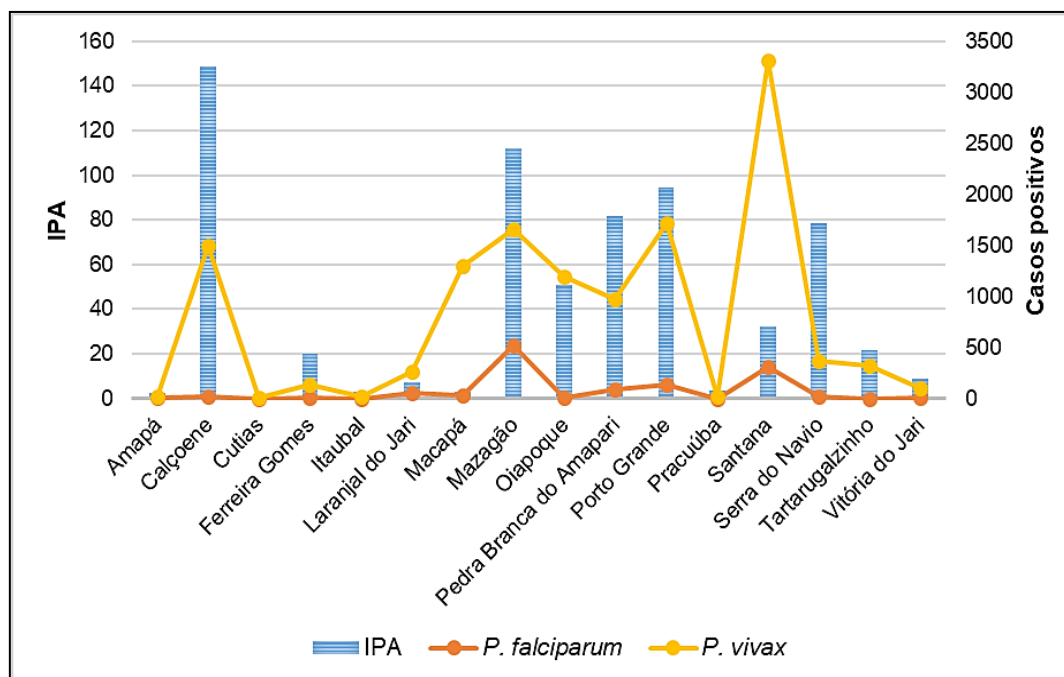


Figura 2: Casos autóctones por município no ano de 2017. Fonte: adaptado de Brasil (2018)

Epidemias sempre causam prejuízos socioeconômicos para os locais afetados, uma vez que a Malária é a doença parasitária com o maior índice de morbidade, e apesar de estar bastante urbanizada, acomete principalmente trabalhadores extrativistas, agricultores, causando impactos indiretos na economia local, sendo necessária a elaboração de medidas de controle desta doença (De Castro and Singer 2013).

2.6. Ecoepidemiologia através de Sistemas de Informação Geográfica

Ecoepidemiologia é o estudo dos efeitos ecológicos percebidos como sendo prejudicial às populações, aos ecossistemas e aos serviços da natureza.

Para entender a dinâmica das doenças infecciosas na Amazônia é necessário avaliar os fatores socioeconômicos, tais como migrações, habitação, densidade populacional e renda; os fatores ambientais e biológicos (hidrologia, clima, topografia, vegetação, imunidade do hospedeiro, o ciclo de vida dos vetores e dos agentes patológicos), assim como, as condições do sistema de saúde (Ferreira 2012).

O uso de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) aliado as pesquisas em saúde é importante para mapear os riscos e verificar como ocorre a transmissão do *Plasmodium* em determinado sítio, possibilitando diferentes formas de agregação de

dados, podendo ser correlacionados por exemplo, fatores como clima, incidência de doenças, vetores e parasitas transmissores, construindo-se indicadores em diferentes unidades espaciais, conforme o interesse do estudo (Hay et al. 2004, Kiszewski et al. 2004; Ferreira 2010)

Veiga et al. (2008) realizaram um estudo em duas localidades do Estado do Pará onde foi analisada a Ecoepidemiologia através de Geoprocessamento e Geoestatística para a criação de um modelo espaço-temporal da incidência de malária. Estes resultados sugerem que em períodos de estiagem exista desaparecimento dos mosquitos vetores.

Para entender a dinâmica de distribuição e transmissão desta doença é essencial identificar as fontes — locais onde a doença chegou, se estabeleceu e se disseminou — e os sumidouros — que é onde a doença tende a chegar, mas não se estabelece — (Randolph e Rogers 2010, Wesolowski et al. 2012).

Em Manaus, Becker (2012) verificou que as áreas rurais são as fontes, e os sumidouros são as áreas urbanas das cidades, relacionando ao fato de que nas áreas rurais e arredores estão o hábitat ideal para os mosquitos, sendo que área urbanas não possuem locais tão adequados como as áreas rurais para a proliferação dos vetores.

Precipitação e hidrologia são fatores ambientais fundamentais para a propagação da doença porque o mosquito *Anopheles* responsável por disseminar o parasita, depende da disponibilidade de água parada para a reprodução e desenvolvimento do estágio aquático (Gillies and DeMeillon 1968, Bomblies et al. 2008).

É imprescindível verificar a associação entre plasmódios, anofelinos, homem e ambiente, analisar quais fatores são cruciais para a sobrevivência e perpetuação desses organismos, bem como, a disseminação da malária que tanto move as pesquisas espaço-epidemiológicas atuais (Vasconcelos 2004, Sinka et al. 2010, Fuller et al. 2016, Naranjo-Díaz et al. 2016).

O mapeamento de dominância vetorial de *Anopheles* foi feito para as Américas, Europa, Pacífico e Ásia, com o intuito de verificar quais as principais espécies que transmitem malária nesses locais. A dominância vetorial é uma classificação que considera a abundância da espécie de mosquito, a antropofilia, e a média de longevidade dos indivíduos adultos, pois quanto mais vivem os indivíduos,

mais os parasitas são incubados e por tempo suficiente para transmitir a doença (Hay et al. 2010).

Segundo Galardo (2010), espécies *An. braziliensis*, *An. nuneztovari* e *An. triannulatus*, podem ter papel secundário na transmissão de malária.

Estudos sobre distribuição de espécies de *Anopheles* foram realizados em Maranhão, que apresentou grande diversidade, devido este Estado ser uma transição entre Amazônia e Nordeste, havendo espécies típicas da Amazônia como *A. darlingi* e espécies típicas de litoral, como *An. aquasalis*. Pelo fato de a região Amazônica apresentar maior índice pluviométrico, há a formação de planícies de inundações onde a água pode ficar acumulada e servir de criadouros para os mosquitos (Rebêlo et al. 2007).

Mapas de risco da transmissão de malária para a América do Sul foram elaborados, porém, com informações apenas para as espécies *An. darlingi* o vetor representante para a Amazônia brasileira, e, *An. albimanus*, para o litoral Pacífico da América do Sul (Alimi et al. 2016).

An. darlingi é considerado como um complexo de pelo menos três espécies na América do Sul (Emerson 2015), visto que mapeamentos genéticos têm sido feitos para verificar se há variabilidade genética (Bridi and Rafael 2016), sendo a origem desta diferenciação dos complexos através de variações climáticas e a existência de barreiras geográficas, tais como a Floresta Amazônica e as cadeias de montanhas no litoral brasileiro (Conn et al. 2006, Angêlla et al. 2014).

3. HIPÓTESE CIENTÍFICA

- As espécies *A. darlingi* e *A. albitarisis* s.l. são as mais abundantes nas áreas de estudo
- Dentre as variáveis meteorológicas, a pluviosidade é a que mais influencia na abundância de anofelinos;
- A atividade horária das espécies varia ao longo dos meses de amostragem;
- A quantidade de fêmeas oníparas é superior à de nulíparas;

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo Geral

- Analisar os aspectos ecológicos, atividade horária, paridade e distribuição das espécies de *Anopheles* em áreas de transmissão de malária em cinco comunidades do Município de Mazagão, Amapá, Amazônia Oriental.

4.2. Objetivos específicos

- Conhecer a diversidade de espécies de *Anopheles* spp em áreas de transmissão de malária;
- Avaliar a atividade horária das espécies mais abundantes;
- Estimar a taxa de paridade;
- Verificar quais das variáveis meteorológicas consideradas estão mais correlacionadas à abundância e riqueza dos mosquitos;
- Elaborar mapas que retratem a distribuição dos anofelinos na área de estudo.

5. MATERIAIS E MÉTODOS

5.1. Área de Estudo

Á área estudada foi o município de Mazagão (figura 4), que tem cerca de 19.571 habitantes, está localizada ao sul do Estado do Amapá, com uma área de 13.294,77 Km² (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística 2010). Este município é formado por Floresta de Terra Firme, Campos cerrados, campos limpos, campos alagáveis e Floresta de Várzea, sendo este último domínio, com extensão de 1.157,84 km² (Pinto et al. 2008). No município de Mazagão estão partes de duas Unidades de Conservação: a Reserva Extrativista do Rio Cajari, que abrange os municípios de Laranjal do Jarí, Vitória do Jarí e Mazagão, e, a Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Rio Iratapuru, nos municípios de Laranjal do Jarí e Mazagão (Drummond et al. 2008).

Neste município, grande parte da população vive do extrativismo de castanha do Brasil e látex, atividade madeireira (serrarias), com áreas de grande potencialidade para manejo florestal, criação de gado e aves, agricultura, onde há o aproveitamento das pastagens de várzea, assim como, áreas de assentamentos (Armelin 2001). O assentamento Agroextrativista do Maracá, representa 43,16% do município de Mazagão, sendo, em extensão, o maior projeto de assentamento rural do Estado do Amapá. (Pinto et al. 2008). As áreas escolhidas para realizar os estudos foram Mazagão Novo, Mazagão Velho e Carvão, principais povoados do município; e os assentamentos rurais Pioneiro e Piquiazal.

De acordo com o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2018) este município apresenta um clima tropical, classificado como Am segundo Köppen e Geiger. Mazagão tem uma temperatura média de 27.0 °C e a pluviosidade média anual é de 2410 mm.

5.2. Pontos de coletas de dados

As coletas foram realizadas em 42 pontos de 5 comunidades do Município de Mazagão, totalizando 84 idas à campo em um período de 9 meses, e 416 horas de amostragem.

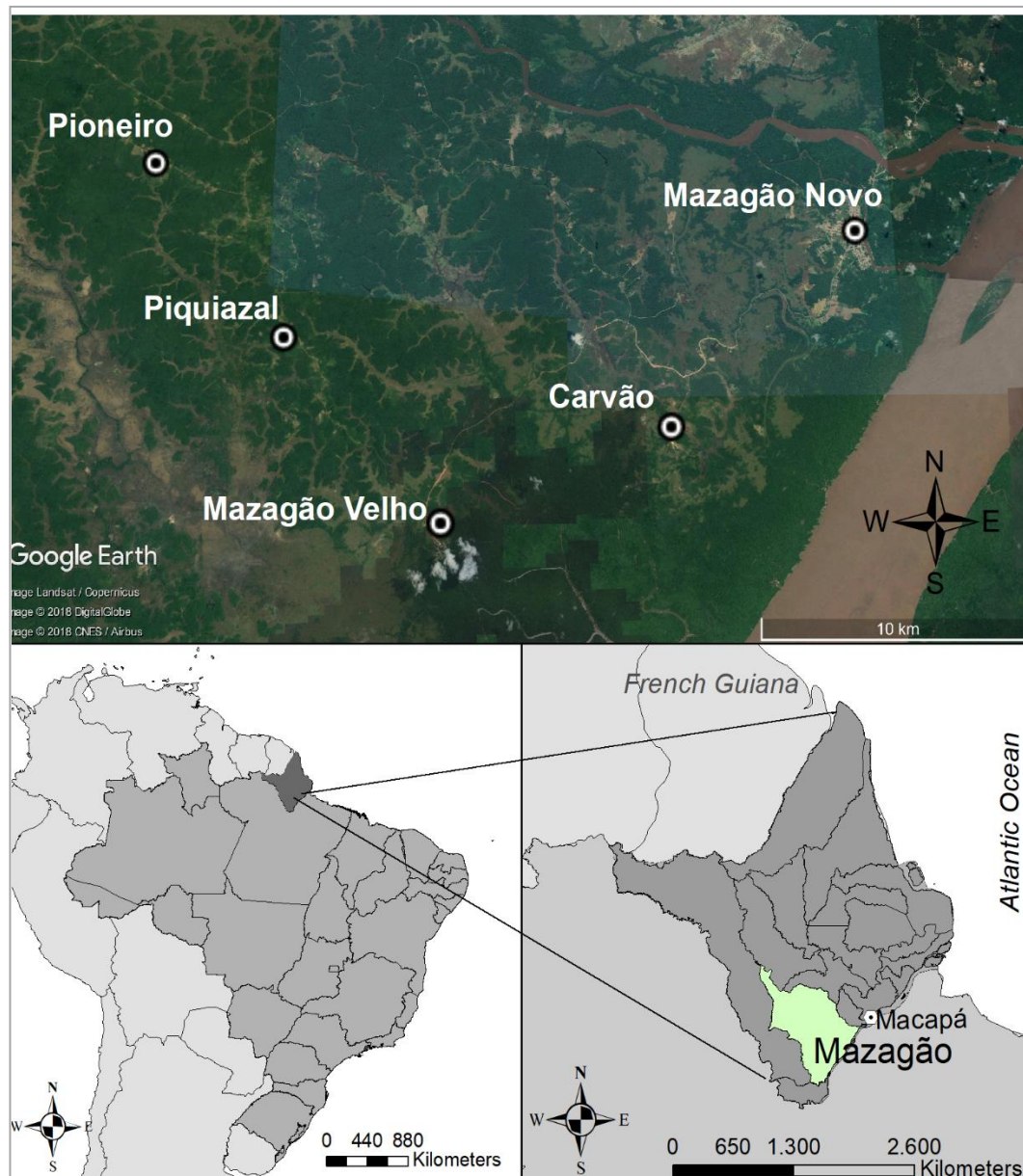


Figura 3: Localização das cinco comunidades amostradas. Fonte: Érika Oliveira Galeno, 2018

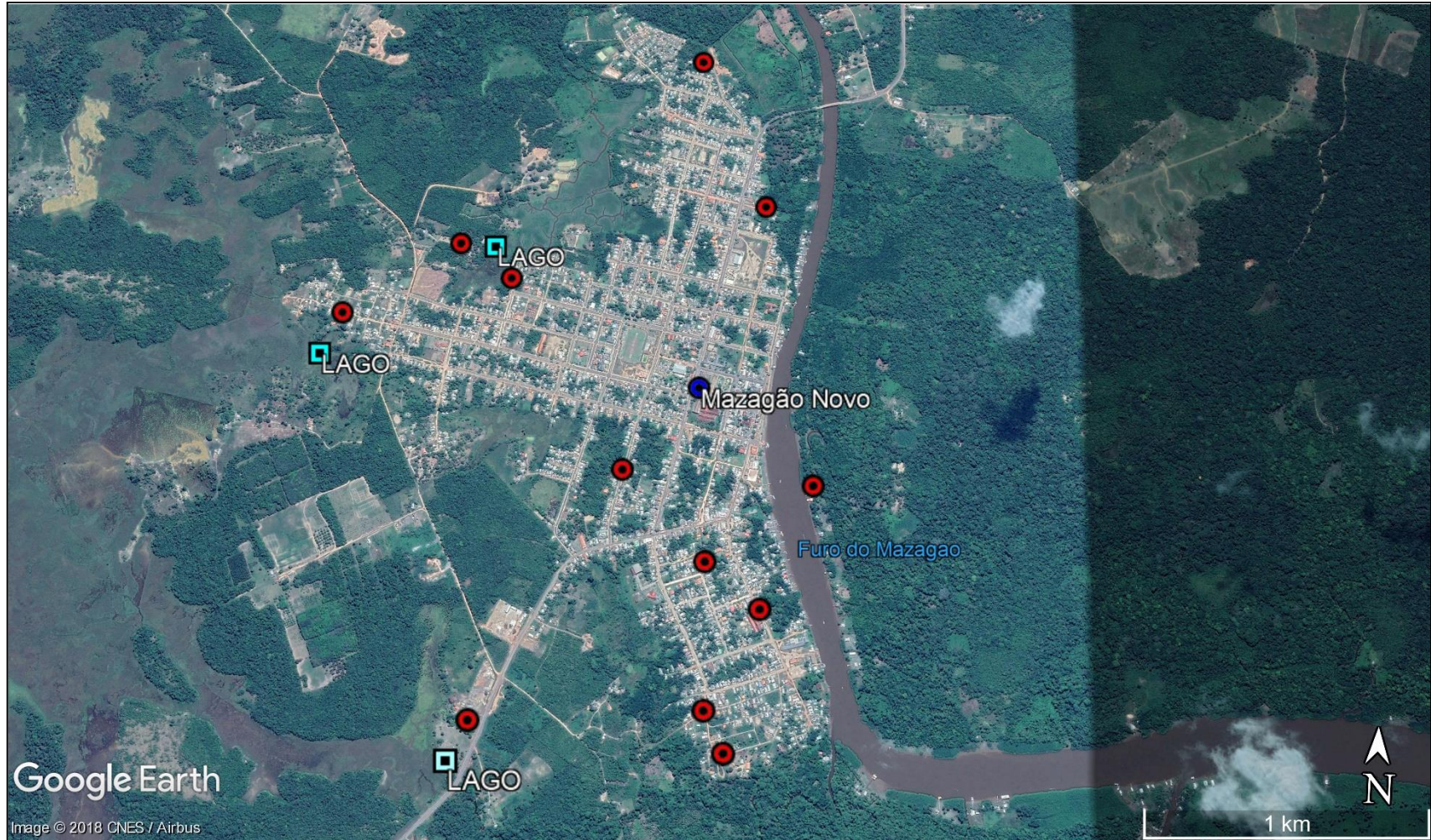


Figura 4: Diistribuição dos 12 pontos de coleta (em vermelho) em Mazagão Novo. Fonte: adaptado de Google Earth (2018)



Figura 5: Diistribuição dos 12 pontos de coleta (em vermelho) no Distrito do Carvão. Adaptado de Google Earth (2018).

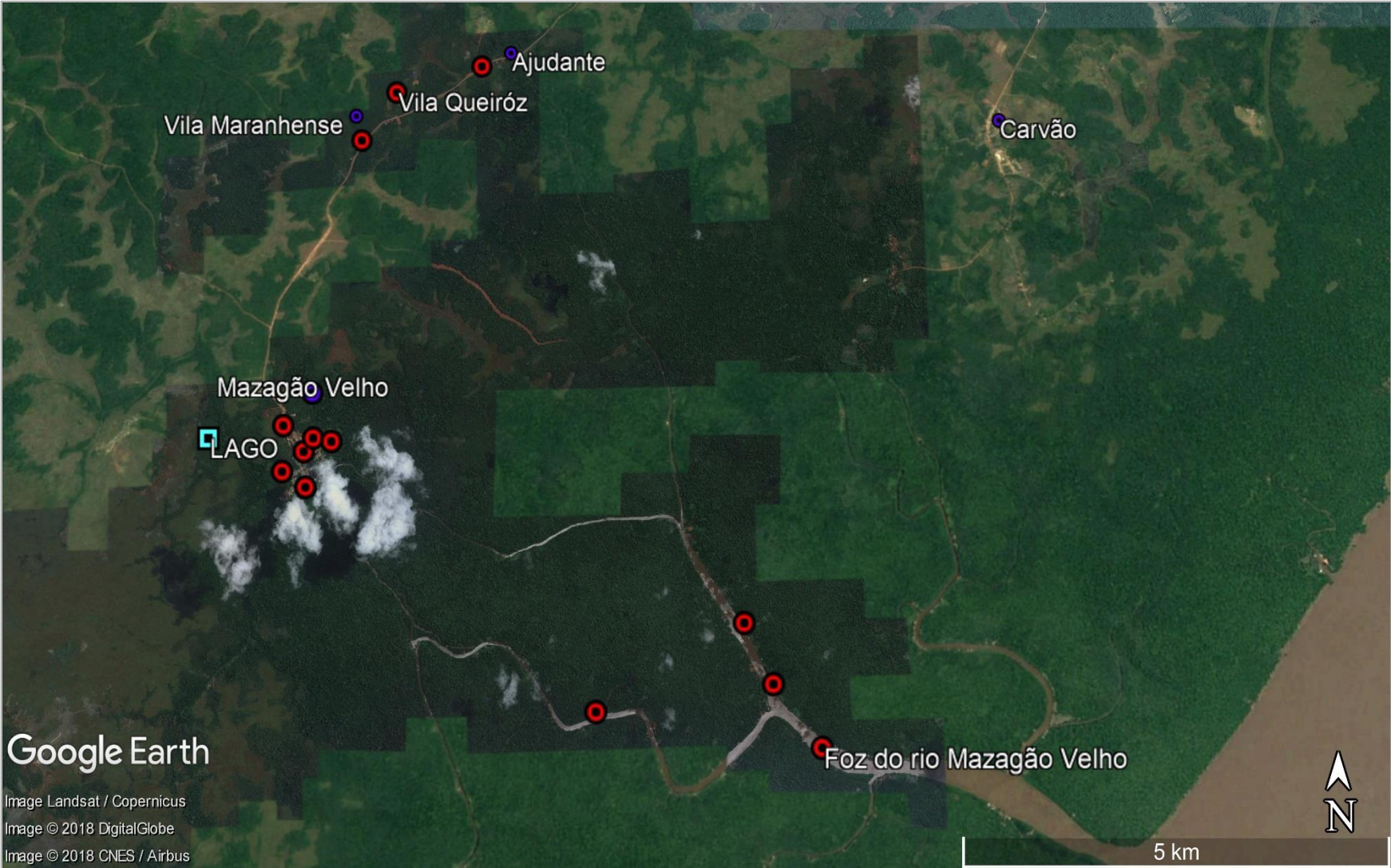


Figura 6: Distribuição dos 12 pontos de coleta em Mazagão Velho. Adaptado de Google Earth (2018).

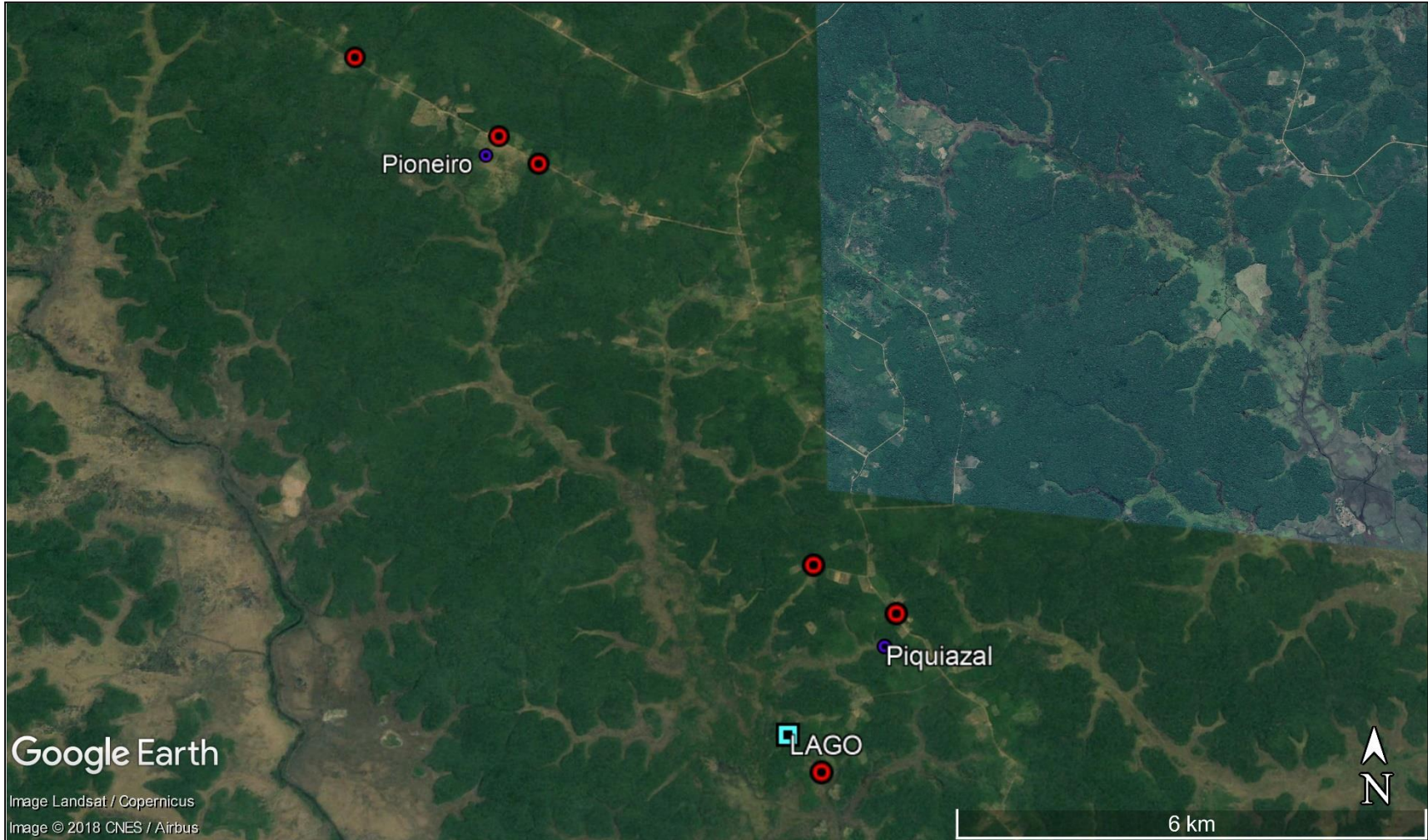


Figura 7: Distribuição dos 12 pontos de coleta em Pioneiro e Piquiazal. Adaptado de Google Earth (2018).

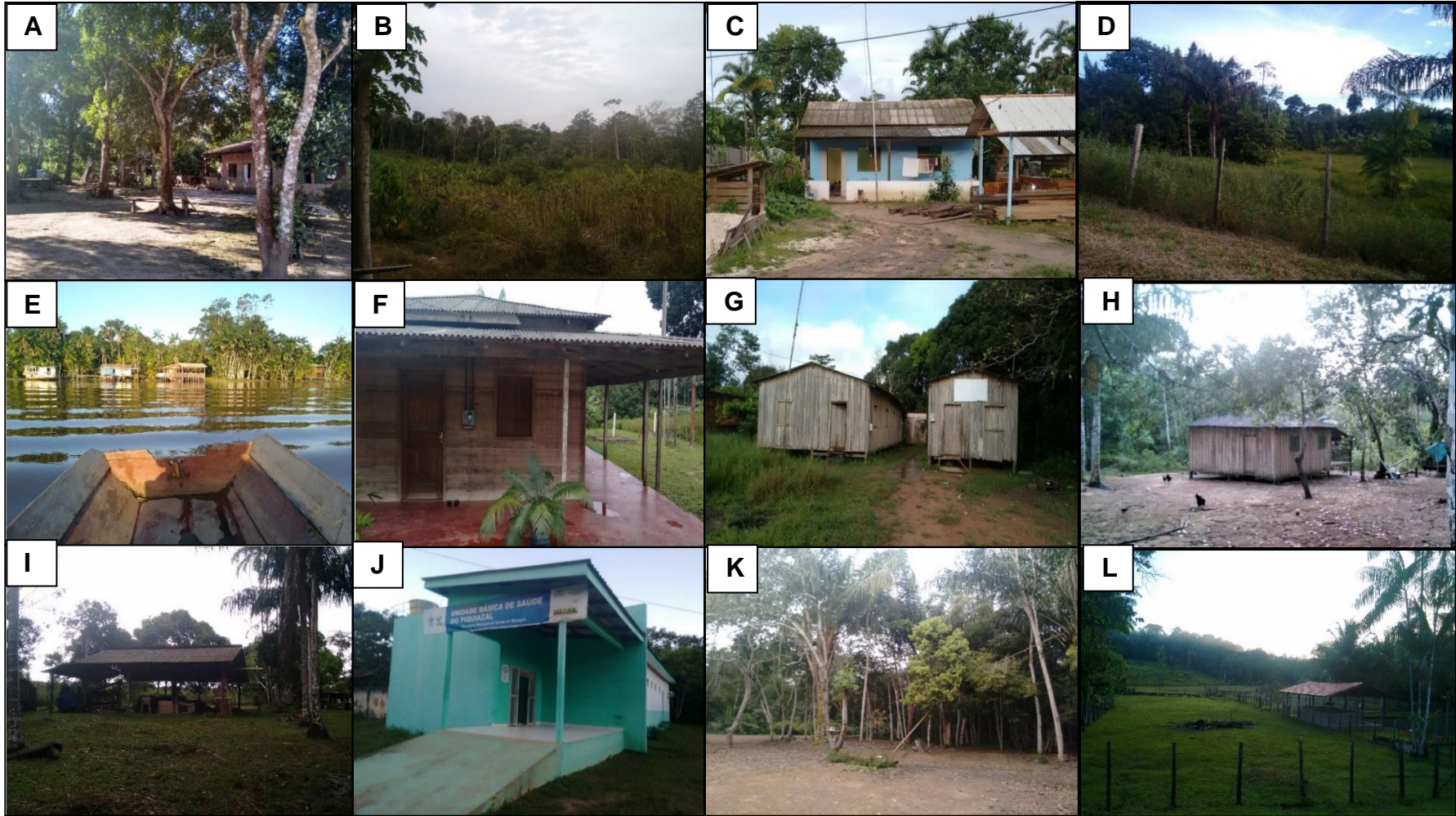


Figura 08: Pontos de coletas de dados Mazagão Velho (A, B), Carvão (C,G),Pioneiro (D, H, L), Mazagão Novo (E, F) e Piquiazal (I, J, K). Fonte: Érika Galeno, 2017.

5.3. Coleta de Anofelinos e Esforço amostral

As coletas ocorreram em ambiente peridomiciliar, semanalmente, em intervalo de 4 h, das 18:00 hr às 22:00 hr, e de 12 horas, das 18:00 hr às 06:00 hr, de março a novembro de 2017, em 42 pontos de amostragem. Os pontos foram repetidos uma vez em período seco e uma vez em período chuvoso.

Foi utilizada uma armadilha de Shannon, montada preferencialmente em área coberta, a uma distância máxima de 10 metros das residências (figura 9).



Figura 09: Armadilha de Shannon montada em peridomicílio. Fonte: Érika Galeno (2017)

O método de atração da armadilha consistiu em uma fonte luminosa alimentada por um lampião a gás, com a participação de dois coletores especializados, que amostraram os mosquitos utilizando o capturador de sucção oral de Castro e uma lanterna para melhor visualização dos mosquitos.

Após a captura, os mosquitos foram colocados em copos coletores previamente etiquetados com os dados de local e horário, sendo um copo diferente a cada 1 h. Os agentes capturadores revezaram, um a cada 2 horas, para evitar o efeito de atratividade.

Os mosquitos foram mantidos vivos dentro dos copos coletores, sendo alimentados através de algodão molhado com solução açucarada para garantir sua viabilidade para as análises subsequentes.

5.4. Coleta de dados de variáveis meteorológicas

Foram coletados em campo através de um termo higrômetro digital (inserir imagem) durante a amostragem de anofelinos, dados acerca da umidade relativa do ar e temperatura, anotados a cada 1 hora. As taxas pluviométricas para os meses de coleta foram obtidas através da base de dados do setor de climatologia do Instituto Nacional de Meteorologia (INMT).

5.5. Aspectos éticos

Esta pesquisa está devidamente cadastrada no Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Federal do Amapá, e aprovada sob o número de protocolo 61937216.5.0000.0003. Quanto ao Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade (SISBIO) encontra-se autorizado sob o número de inscrição: 55765-2.

5.6. Análises Laboratoriais

5.6.1. Identificação dos Vetores

Foram identificados indivíduos até o nível de espécie, utilizando as literaturas de Gorham et al (1973), Faran and Lithicum (1981), Forattini (1965, 2002), Consoli and Oliveira (1994) além de comparações com exemplares da coleção entomológica do Laboratório de Artrópodes da Universidade Federal do Amapá.

5.6.2. Determinação da Paridade

A determinação da paridade das fêmeas de *Anopheles* capturadas se deu através da técnica de dissecação ovariana de Detinova (1962), que consiste na retirada do ovário e sua observação a fim de detectar se a fêmea está **nulípara** – nunca realizou postura de ovos – ou **onípara** - se já realizou posturas pelo menos uma vez. Para a dissecação, os exemplares foram sacrificados através de congelamento, e em seguida colocados em uma lâmina limpa, com o ventre virado para cima, próximo a uma pequena gota de solução fisiológica. Com o auxílio de dois estiletes finos, um utilizado para pressionar o tórax levemente, enquanto o outro para puxar o 8º ou 7º segmento abdominal do exemplar. O par de ovários comumente vem acoplado aos segmentos, sendo auxiliado pela solução fisiológica

que evita o ressecamento do material, até que ele seja visualizado em microscópio com aumento médio.

6. ANÁLISE DOS DADOS

As análises estatísticas foram realizadas no programa estatístico R versão 3.2.4 tendo como base os pacotes *Vegan* e *Lattice*, (R Core Team 2016) e no programa Past (Hammer).

O teste de normalidade Shapiro-Wilk foi feito como pré requisito para a escolha dos testes de correlação e variância.

6.1. Análise dos Dados Ecológicos

Foram feitas análises de abundância (contagem de indivíduos de cada espécie) e riqueza (número de espécies capturadas) para cada local.

A diversidade de espécies em cada local foi obtida através do Índice de Shannon-Weiner, dado pela seguinte equação:

$$H' = - \sum \left(\frac{N_i}{N} \right) \times \text{Log}_2 \left(\frac{N_i}{N} \right)$$

A equitabilidade de Pielou (J) para verificar a uniformidade espacial e temporal e o índice de Berger Parker (Southwood and Henderson 2000) foi utilizado para determinar a dominância nas comunidades e durante os meses:

$$d = \frac{N_{max}}{N_T}$$

6.2. Análise de atividade horária

Como todos os dados de atividade horária não apresentaram distribuição normal, foi utilizada a análise de variância de Kruskal-Wallis para verificar se houve variação de picos de abundância entre os intervalos horários ao longo dos meses.

6.3. Relações entre Riqueza e Abundância e Variáveis Meteorológicas

Para quantificar se existe correlação entre a abundância de anofelinos e as variáveis meteorológicas consideradas neste estudo, foi utilizado o teste de correlação de Spearman, considerando $p < 0,05$.

6.4. Paridade

Foi realizado teste Chi-quadrado para verificar se existiu diferença significativa nas proporções entre:

- Oníparas e nulíparas
- Oníparas e nulíparas em período seco e chuvoso
- Nulíparas de período seco e de período chuvoso
- Oníparas de período seco e de período chuvoso.

7. ELABORAÇÃO DOS MAPAS

A partir das coordenadas dos pontos de coleta, adquiridos em campo através de GPS, serão cruzadas informações através do programa ArcGIS (versão 10.4.1), com os dados de precipitação, umidade relativa do ar, temperatura, presença de massa de água no local, fitofisionomias, índice parasitário anual, distribuição das espécies de *Anopheles* em cada ponto.

9. RESULTADOS E DISCUSSÃO

9.1. Análises de Diversidade

9.1.1. Distribuição espacial

Foram capturadas 4045 fêmeas de mosquitos do gênero *Anopheles* distribuídas em 7 espécies (Tabela 02) divididas em dois ambientes de coleta (Tabela 03).

A curva de acumulação de espécies (figura 10) obtida demonstra que a partir do vigésimo dia de amostragem a assíntota foi atingida.

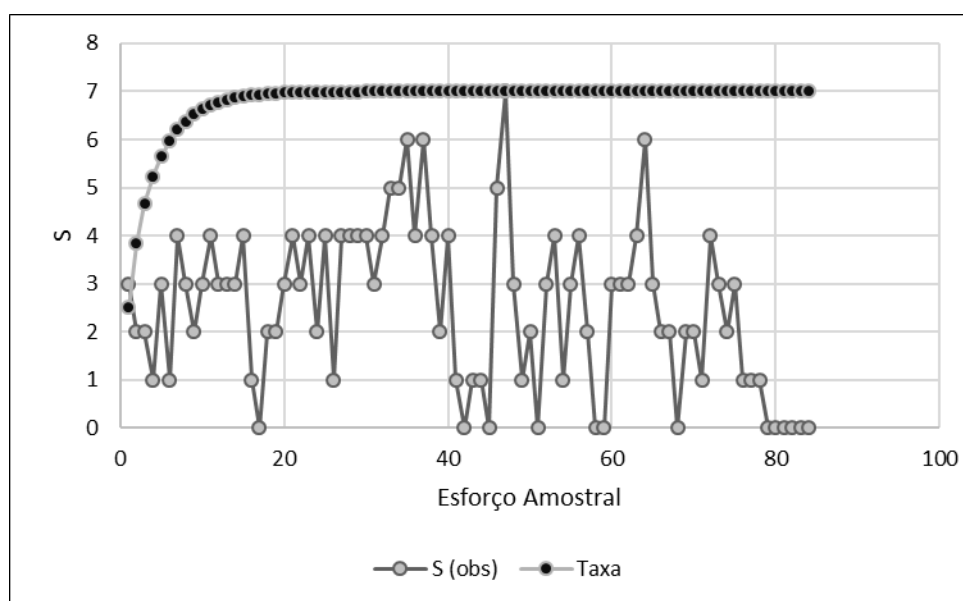


Figura 10: Riqueza (S) ao longo das idas à campo (esforço amostral) plotados em curva de acumulação de espécies (Taxa).

As espécies encontradas no presente estudo corroboram com os resultados de vários trabalhos realizados na região amazônica (Deane 1948, Cerqueira 1961, Póvoa et al 2001, Galardo et al 2007, 2009, Ferreira 2010, Souto et. al. 2011, Moraes et al 2012, Barbosa et al. 2014, 2016).

Como as coletas ocorreram apenas em região peridomiciliar, as espécies capturadas foram as mais antropofílicas e de maior potencial vetorial (Consoli and Oliveira 1994). Dentre as espécies coletadas ocorreram as principais vetoras de malária na região Amazônica, que são *An. darlingi* e *An. albitarsis s.l.* (Rozendaal, 1990; Rubio-Pallis, 1995; Hiwat and Bretas, 2011; Pimenta et al 2015); porém, ainda que com menor representatividade, foram amostradas espécies que são classificadas como

vetores secundários, sendo elas, *An. braziliensis*, *An. nuneztovari* e *An. triannulatus* (Galardo 2010)

Segundo Forattini (1962) *An. intermedius* tem preferência por ambientes florestados, e dificilmente é encontrada no interior das residências e se encontrada em peridomicílio, geralmente é associada à criação de bovinos, aves e suínos, pois trata-se de uma espécie bastante zoófila. Tal espécie foi capturada em maiores quantidades quando nas proximidades da residência havia algum de tipo de criação de animais (Figura 11).



Figura 11: Criação de suínos e aves em Carvão (A e B), Mazagão Velho (C) e Foz do Mazagão Velho (D). Fonte: Èrika O. Galeno, 2017.

Zoófilo como *An. intermedius*, *An. peryassui* obteve sua maior abundância em ambiente rural, pois se trata de uma espécie muito silvestre, e que pouco se afasta das áreas florestadas (Forattini, 1962), caracterizando um grau de antropofilia muito baixo em relação às outras espécies capturadas.

Entre as comunidades Urbana/Periurbana a maior abundância (N) total foi obtida na comunidade Carvão e a menor abundância em Mazagão Novo, enquanto que para as comunidades rurais a maior abundância foi na comunidade Pioneiro.

Tabela 02: Distribuição espacial das espécies coletadas.

Espécie	Urbana/Periurbana			Rural		Total	%
	Carvão	M. Novo	M. Velho	Pioneiro	Piquiazal		
<i>Anopheles albitarsis</i> sensu lato (s.l.) Lynch-Arribalzaga, 1878	851	467	327	499	548	2692	67
<i>Anopheles (Nyssorhynchus) braziliensis</i> Chagas, 1907	23	3	23	45	5	99	3
<i>Anopheles (Nyssorhynchus) darlingi</i> Root, 1926	320	24	117	49	69	579	14
<i>Anopheles (Anopheles) intermedius</i> Peryassú 1908	79	6	63	3	0	151	4
<i>Anopheles (Nyssorhynchus) nuneztovari</i> Galbadon, 1940	32	101	35	0	7	175	4
<i>Anopheles (Anopheles) peryassui</i> , Dyar and Knab, 1908	24	2	22	114	17	179	4
<i>Anopheles (Nyssorhynchus) triannulatus</i> Neiva and Pinto, 1922	122	6	28	8	6	170	4

Fonte: Érika Galeno, 2017.

Ambiente	Comunidade	N*	S**	H'***	J****	D*****	Esforço
Urbano/Periurbano	Mazagão Novo	609	7	0,76	0,39	0.7668	112 h
	Mazagão Velho	615	7	1,43	0,73	0.5317	112 h
Rural	Carvão	1451	7	1,23	0,63	0.5865	112 h
	Piquiazal	652	6	0,60	0,33	0.8405	40 h
	Pioneiro	718	6	0,97	0,54	0.695	40 h

Tabela 03: Distribuição espacial dos índices ecológicos divididos em dois ambientes de coleta.

*Abundância observada **Riqueza ***Índice de Diversidade de Shannon ****Equitabilidade de Pielou *****Dominância de Berger-Parker

É evidente que todos os ambientes Urbanos/Periurbanos obtiveram a riqueza máxima observada, que foi de 7 espécies, enquanto que os ambientes rurais obtiveram 6 espécies cada um. Para a comunidade Piquiazal não foi coletada a espécie *An. intermedius* e para comunidade Pioneiro não foi coletada a espécie *An. nuneztovari*.

A comunidade de Mazagão Velho apresentou diversidade mais elevada que as demais áreas de estudo em ambiente Urbano/Periurbano, enquanto que entre as comunidades rurais a diversidade maior foi na comunidade Pioneiro. Quanto a Equitabilidade, as comunidades que apresentaram maior uniformidade de distribuição das espécies foram Mazagão Velho ($J=0,73$) e Pioneiro ($J=0,54$).

Os resultados para o índice de Berger-Parker revelaram as comunidades com maior dominância de espécies que foram Mazagão Novo ($D=0,76$) e Piquiazal ($D=0,84$) que também obtiveram menor uniformidade.

9.1.2. Distribuição temporal

A Tabela 04 apresenta a distribuição das espécies ao longo dos meses de captura. Nela podemos observar que as únicas espécies capturadas em todos os meses de amostragem foram *An. albitarsis s. l.* e *An. darlingi*.

A precipitação é um fator determinante para a presença dos mosquitos (Bustamante 1957, Gillies and DeMeillon 1968, Bomblies et al. 2008) pois dependendo do período do ano - seco ou chuvoso -, a abundância, diversidade e composição da fauna anofélica podem variar de acordo com as exigências e tolerâncias de cada espécie. *An. intermedius* e *An. nuneztovari* tiveram seus ápices apenas nos meses mais chuvosos (Figura 12), assim como Ferreira (2010) encontrou maiores abundâncias de *An. nuneztovari* em coletas de peridomicílio em período chuvoso.

A espécie mais abundante foi *An. albitarsis s.l.* que obteve seu ápice de indivíduos no mês de junho. Segundo Consoli and Oliveira (1994) esta espécie ocorre o ano todo, porém é bem mais abundante na estação chuvosa, quando são ampliados os seus criadouros.

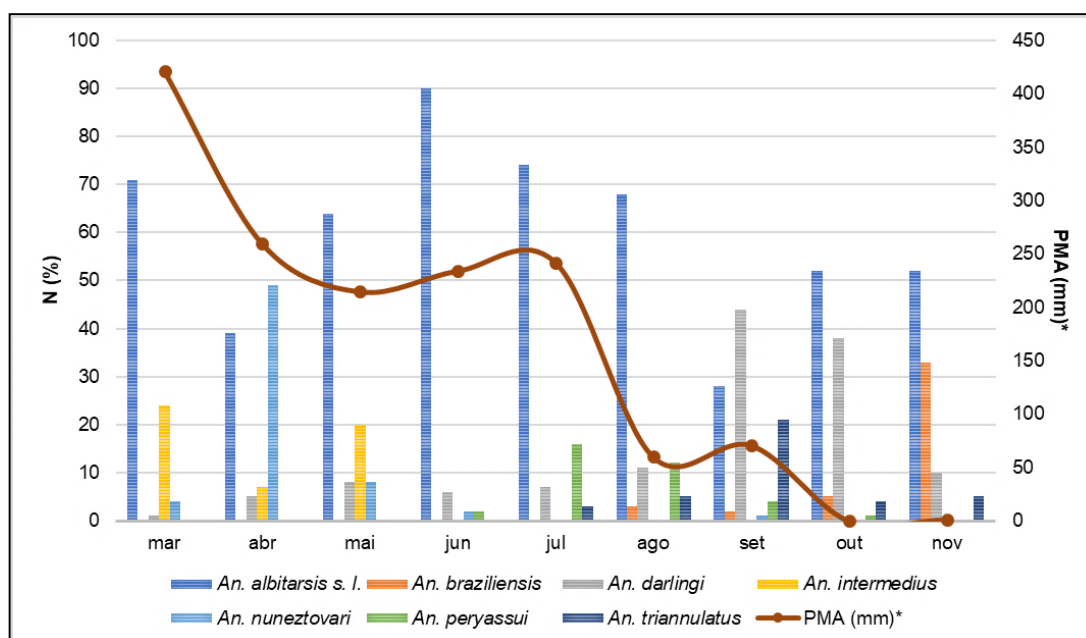


Figura 12: Abundância Relativa e Precipitação ao longo dos meses de amostragem. Fonte: Érika Galeno (2018) /Adaptado de INMT (2018).

An. darlingi teve seu pico de abundância em setembro, chegando a ultrapassar *An. albitarsis s.l.* Gil et al 2015 também encontrou o pico de

abundância desta espécie, no período entre agosto e setembro, em seu estudo conduzido em Rondônia.

Autores afirmam que há aumento de abundância de *An. darlingi* no início e no fim do período chuvoso, ou em períodos de transição de estação (Klein and Lima 1991; Tadei et al. 1998, Souza-Santos 2002, Galardo 2010) mas, o que se observou de fato foi que a abundância de *An. darlingi* começou a crescer ao final do período chuvoso; *An. braziliensis* e *An. triannulatus* apareceram apenas a partir de julho e junho respectivamente, quando as precipitações estavam em uma faixa moderada.

Os índices ecológicos foram distribuídos temporalmente (Tabela 05, Figura 15) divididos em período seco e chuvoso; onde é possível verificar que o mês mais diverso foi setembro e o menos diverso junho.

O mês com menor abundância de todas as espécies foi novembro, porém foi um dos mais diversos, e o mais uniforme. Neste mês, foram observados focos de incêndio em grandes áreas de lagos - possíveis criadouros dos mosquitos - próximos aos ambientes de coleta.

Com o verão a vegetação e os lagos secaram facilitando a propagação de queimadas. A seca e as queimadas foram fatores que podem ter contribuído para a baixa abundância dos mosquitos e até a ausência total deles, pois a partir do dia 16 de novembro não se coletou nenhum mosquito (figuras 14 e 15).

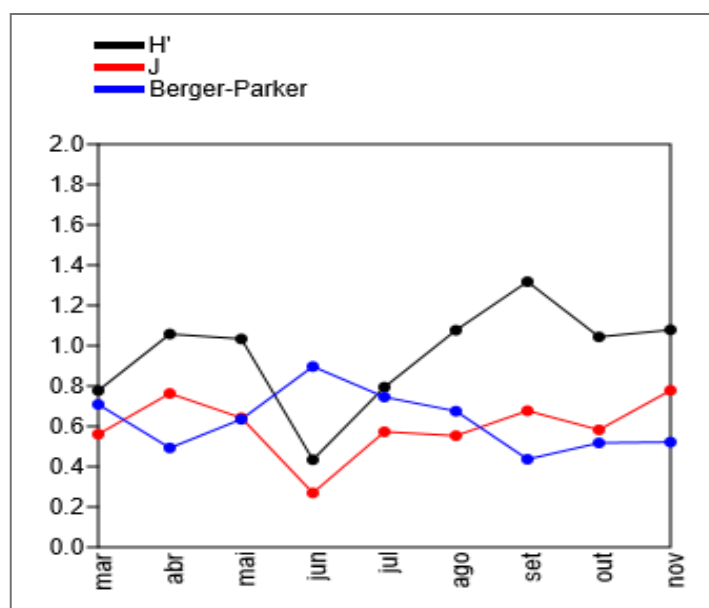


Figura 13: Distribuição temporal dos índices de diversidade. Fonte: Érika Galeno (2017).



Figura 14: Lago às margens da BR próximo à Vila do Ajudante, Mazagão Velho no mês de agosto de 2017 (A e B) Ilha de Mata às margens da BR atingida por queimada, próximo à Vila Queiróz, Mazagão Velho (C), Área do Lago atingido por queimada no mês de novembro localizado às margens da BR, (D). Fonte: Érika Galeno (2017).



Figura 15: Área de pastagem e lago atingidos por incêndio localizado próximo à Comunidade Carvão. Fonte: Érika Galeno (2017).

A equitabilidade e a dominância foram inversamente proporcionais ao longo de todos os meses, com destaque para o mês junho, visto que, teve a mais baixa uniformidade e a mais alta dominância; não muito diferente dos resultados encontrados por Ferreira (2010) que se observou mais alta dominância ($d=0,7641$) no mês de maio.

A alta dominância em junho pode ser explicada pela grande abundância de *An. albitarsis s. l.* nesse mês.

A uniformidade foi elevada no mês de novembro, apesar dos poucos indivíduos coletados.

Tabela 04: Distribuição temporal das espécies coletadas

Espécies	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov
<i>An. albitarsis s. l.</i>	151	81	242	1122	167	558	138	161	72
<i>An. braziliensis</i>	0	0	0	0	0	25	11	17	46
<i>An. darlingi</i>	3	11	31	82	16	91	214	118	13
<i>An. intermedius</i>	50	15	76	4	0	4	2	0	0

<i>An. nuneztovari</i>	9	104	31	23	0	4	3	1	0
<i>An. peryassui</i>	0	0	1	20	35	100	21	2	0
<i>An. triannulatus</i>	0	0	0	0	6	44	101	12	7

Fonte: Érika Galeno, 2018.

Tabela 05: Distribuição temporal dos índices ecológicos em períodos seco e chuvoso.

		N	S	H'	J	D
Chuvoso	mar	213	4	0,7778	0,5611	0,7089
	abr	211	4	1,058	0,7633	0,4929
	mai	381	5	1,034	0,6423	0,6352
	jun	1251	5	0,4342	0,2698	0,8969
	jul	224	4	0,7944	0,5731	0,7455
Seco	ago	826	7	1,077	0,5536	0,6755
	set	490	7	1,318	0,6774	0,4367
	out	311	6	1,044	0,5826	0,5177
	nov	138	4	1,079	0,7786	0,5217

Fonte: Érika Galeno

*Abundância observada **Riqueza ***Índice de Diversidade de Shannon ****Equitabilidade de Pielou *****Dominância de Berger-Parker

9.3. Análise de variáveis meteorológicas

As análises de variáveis meteorológicas seguiram a partir das relações entre Abundância e Temperatura, Umidade, Precipitação Acumulada Mensal e Precipitação Diária; relação entre Diversidade Mensal e Precipitação Acumulada Mensal. Primeiramente foi verificado se houve diferenças significativas na Abundância e Riqueza entre os períodos seco e chuvoso (figuras 16 e 17)

Nos picos de abundância ao final do período chuvoso e no início do período seco, as taxas mensais de precipitação eram de 234,20 mm e 59,80 mm respectivamente (INMT, 2018). Quanto à Riqueza, observou-se um pequeno pico entre maio e junho, e outro maior entre agosto e setembro, sugerindo que há um aumento da Riqueza no final do período chuvoso e no início do período seco.

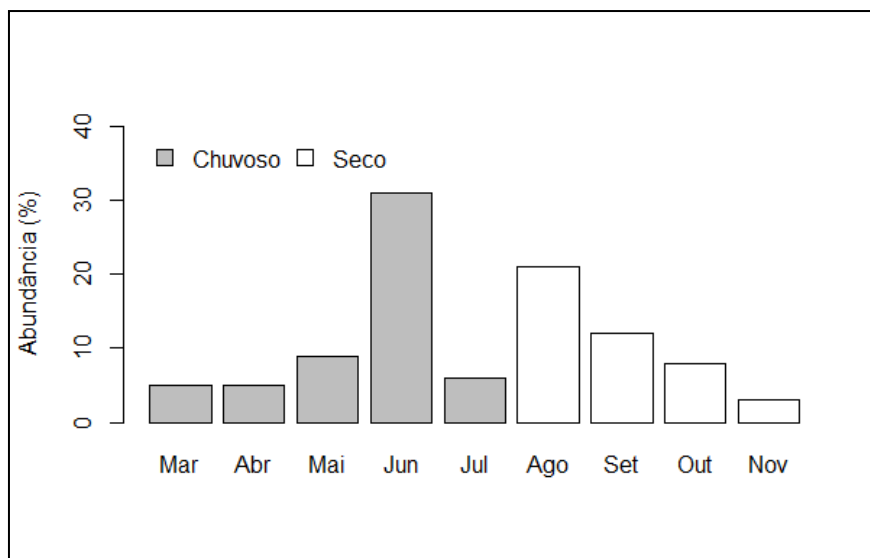


Figura 16: Abundância mensal nos períodos seco e chuvoso. Fonte: Érika Galeno (2018).

Em se tratando das relações entre período seco e chuvoso e a abundância mensal, as diferenças estatísticas foram significativas $X^2 = 225,47$, $df=1$, $p < 0,0001$, e, em relação à riqueza não houve diferenças significativas $X^2 = 3,57$, $df=1$, $p = 0,058$.

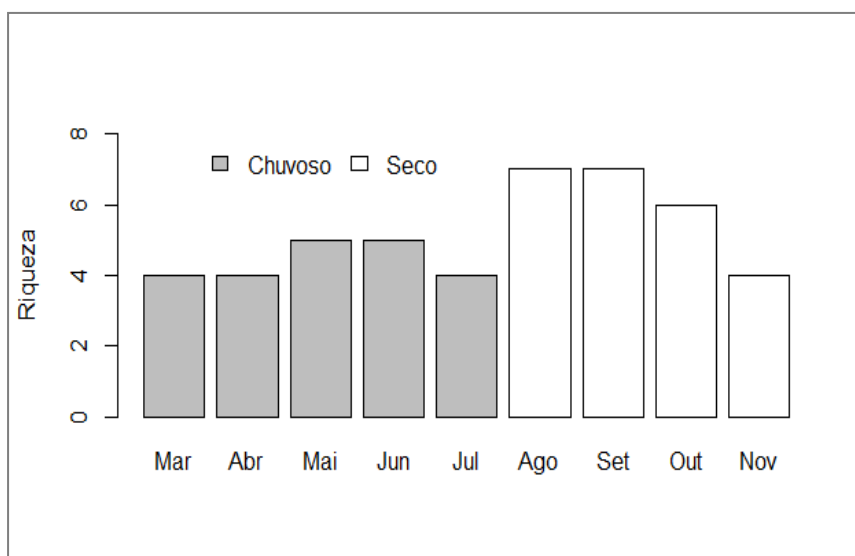


Figura 17: Riqueza mensal nos períodos seco e chuvoso. Fonte: Érika Galeno (2017).

Nos meses mais secos, os criadouros entram em declínio, pois a precipitação e a presença de água no habitat são fatores ambientais fundamentais para o mosquito *Anopheles*, que depende diretamente da disponibilidade de água parada para a reprodução, oviposição e desenvolvimento do estágio aquático (Gillies and DeMeillon 1968, Bomblies et al. 2008).

A ausência de chuvas favorece a propagação de incêndios e isto interfere na presença dos anofelinos, principalmente quando estas queimas ocorrem próximo aos criadouros e ilhas de mata. (Barbosa et al 2014, Ferreira 2010). Por outro lado, ao final do período chuvoso, nos meses junho e julho, a abundância dos mosquitos foi maior, que é quando a precipitação está em uma faixa média, pois segundo Bustamante (1957) as chuvas frequentes, fracas ou moderadas, são mais favoráveis à proliferação dos mosquitos, e as mais intensas causam perturbação no criadouro, desfavorecendo a presença dos anofelinos, como pode ser observado no gráfico de dispersão de abundância e riqueza com relação à precipitação e temperatura.

A partir do teste de Spearman, verificou-se correlação significativa e positiva, porém muito fraca, entre a variável Precipitação mensal acumulada em relação às variáveis abundância e riqueza. Também foi identificada correlação significativa e negativa, porém muito fraca, entre a variável Precipitação diária e a variável Riqueza (Tabelas 6 e 7, figura 18).

Tabela 6: Valores de Rho da correlação de Spearman das relações entre variáveis ecológicas e variáveis

Correlação de Spearman	T(°C)*	Umidade relativa do Ar	Precipitação Mensal Acumulada
Abundância	0,0202	0,0414	0,1752
Riqueza	0,0036	0,0243	0,1348

meteorológicas.

Fonte: Érika Galeno (2018); adaptado de INMT (2018).

*Temperatura média

<i>p</i>	T(°C)*	Umidade relativa do Ar	Precipitação Mensal Acumulada
Abundância	0,6848	0,4039	0,0004
Riqueza	0,9415	0,6244	0,0064

Tabela 7: Valores de *p* das Correlações de Spearman das relações Variáveis ecológicas e variáveis meteorológicas

Fonte: Érika Galeno (2018); adaptado de INMT (2018).

*Temperatura média

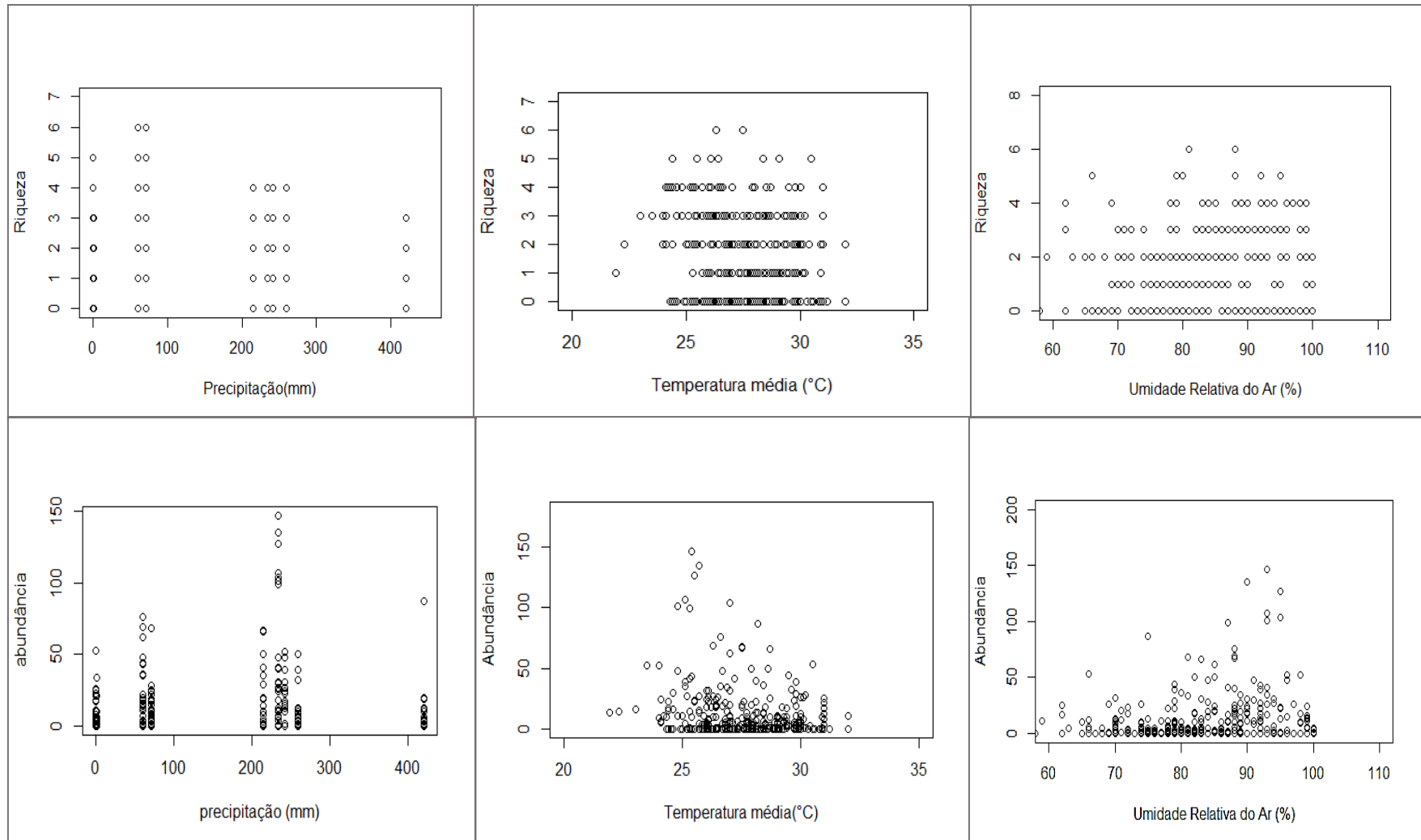


Figura 18: Gráficos de dispersão entre as variáveis ecológicas e as variáveis meteorológicas. Fonte: Erika Galeno (2018)/Adaptado de INMT (2018).

Barbosa et al (2014) não encontrou correlações significativas entre a frequência relativa de *Anopheles* spp. e variáveis meteorológicas, porém foi observado que o número de anofelinos coletados aumentou com a queda da precipitação e aumento da temperatura.

Testando as correlações entre a abundância mensal de cada espécie com a precipitação mensal obtiveram-se os valores apresentados na tabela 8.

Tabela 8: Correlação de Spearman entre a abundância mensal das espécies e precipitação mensal acumulada (mm).

	Rho	$p(<0,05)$
<i>An. albitarsis s.l.</i>	0.01666667	0.9816
<i>An. braziliensis</i>	-0.8580987	0.003076
<i>An. darlingi</i>	-0.6666667	0.05889
<i>An. intermedius</i>	0.5703419	0.1088
<i>An. nuneztovari</i>	0.5104647	0.1603
<i>An. peryassui</i>	-0.2542738	0.5091
<i>An. triannulatus</i>	-0.7137184	0.03082

Fonte: Érika Galeno, 2017/Adaptado de INMT (2018).

A abundância mensal de *An. braziliensis* e *An. triannulatus* possui uma correlação negativa forte e significativa com a variável precipitação mensal acumulada. Isso explica o fato destas espécies terem aparecido apenas quando o regime de chuvas estava decaindo. No entanto, os resultados encontrados para a abundância mensal de *An. darlingi* foram correlação negativa moderada, porém não significante.

Hiwat and Bretas (2011) afirmam que apesar de haver muitas variações nas relações entre os regimes de precipitação e a abundância de *An. darlingi*, esta espécie está intimamente relacionada ao ciclo anual de chuvas. Conforme resultados de Pajot et al (1977), as fortes chuvas são seguidas por uma diminuição e, por vezes, podem estar ligadas à total ausência de *An. darlingi*.

Para *An. intermedius* e *An. nuneztovari* as correlações foram positivas e moderadas, porém não significantes. Os resultados não significativos sugerem estudos mais prolongados para avaliar melhor a possível correlação entre estas variáveis.

9.2. Paridade

Todos os 4045 indivíduos coletados foram dissecados, sendo encontradas no total 3384 fêmeas oníparas e 661 fêmeas nulíparas. 336 estavam ingurgitadas, 421 apresentaram ovos em estágio de desenvolvimento similar à imagem apresentada na figura (19A), sendo 355 oníparas e 66 nulíparas. Estas últimas fazem parte de um grupo de fêmeas que realizariam sua primeira postura.

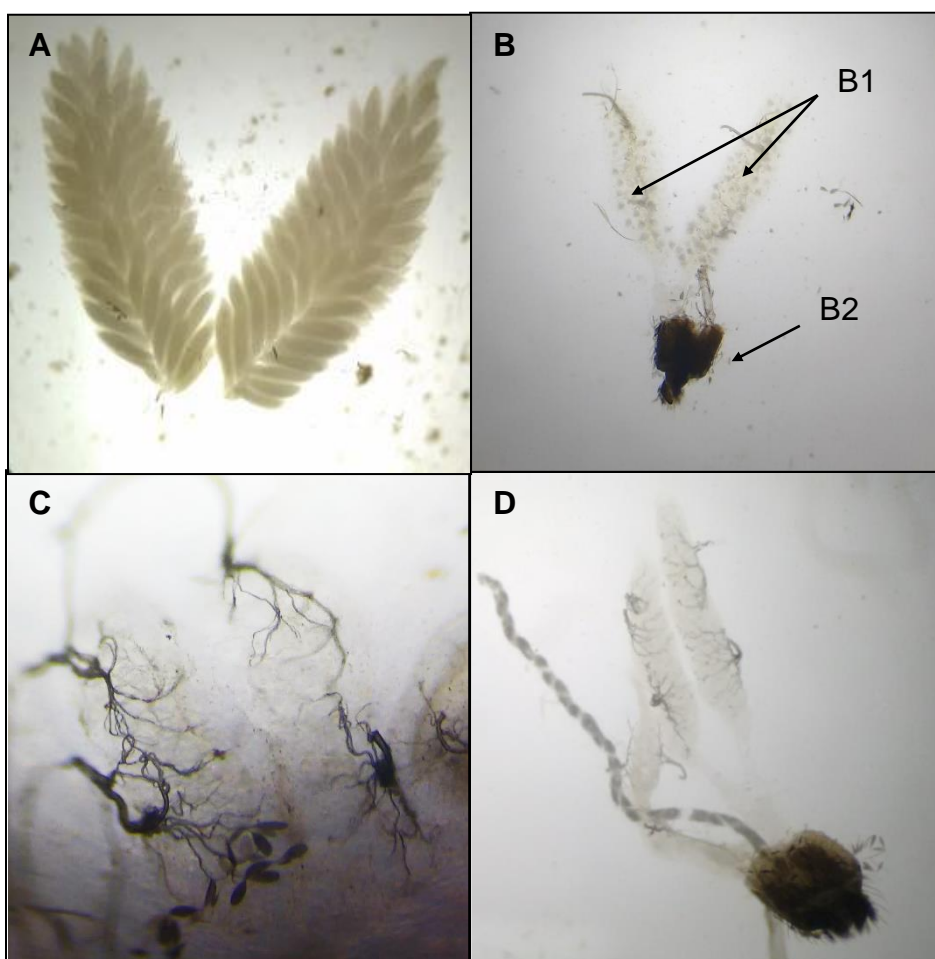


Figura 19: Ovários de fêmea onípara com ovos (A), Ovários de fêmea nulípara (B) apresentando oviformações (B1) e o último segmento abdominal ainda acoplado ao par de ovário (B2), evidenciando as traquéolas distendidas (C); Par de ovários de fêmea nulípara apresentando as traquéolas ainda enoveladas (D). Fonte: Érika Galeno, 2017.

Nota-se que 5 das 7 espécies capturadas apresentaram diferenças significativas quanto à proporção entre oníparas e nulíparas (tabela 9). Apenas não havendo diferenças significativas para *An. nuneztovari* e *An. intermedius*. Porém, no geral, houveram diferenças significativas entre oníparas e nulíparas ($\chi^2 = 1833.1$, $df = 1$, $p\text{-value} < 0,0001$).

Tabela 9: Proporção entre fêmeas oníparas e nulíparas.

Espécie	Abundância		Fêmeas oníparas		Fêmeas nulíparas		χ^{2**}	df	p-value ($\alpha \leq 0,05$)
	N	%	N	%	N	%			
<i>An. albitarsis s. l.</i>	2692	67	2278	85	414	15	1290,7	1	<0,00001
<i>An. darlingi</i>	579	14	527	86	52	14	389,68	1	<0,00001
<i>An. peryassui</i>	179	4	172	91	7	9	152,09	1	<0,00001
<i>An. nuneztovari</i>	175	4	91	48	84	52	0,28	1	0,5967
<i>An. triannulatus</i>	170	4	159	94	11	6	128,85	1	<0,00001
<i>An. intermedius</i>	151	4	72	52	79	48	0,324	1	0,5689
<i>An. braziliensis</i>	99	3	85	86	14	14	50,91	1	<0,00001

Fonte: Érika Galeno
*abundância total; **Chi-quadrado.

Analisando as diferenças entre períodos seco e chuvoso (figura 20) fez-se o Teste Chi-quadrado (χ^2) para: verificar as diferenças de abundância entre nulíparas do período seco e nulíparas do período chuvoso, bem como oníparas dos períodos seco e chuvoso (Tabela 10); verificar as diferenças entre abundâncias de oníparas e nulíparas em período seco e em período chuvoso (Tabela 11).

	Nulíparas	Oníparas
<i>An. albitarsis s. l.</i>	$\chi^2 = 292.52$, $df=1$, $p < 0,0001$	$\chi^2 = 317.16$, $df=1$, $p < 0,0001$
<i>An. braziliensis</i>	$\chi^2 = 14$, $df=1$, $p < 0,0001$	$\chi^2 = 85$, $df=1$, $p < 0,0001$
<i>An. darlingi</i>	$\chi^2 = 0.69231$, $df=1$, $p = 0.4054$	$\chi^2 = 119.55$, $df=1$, $p < 0,0001$
<i>An. intermedius</i>	$\chi^2 = 79$, $df=1$, $p < 0,0001$	$\chi^2 = 50$, $df=1$, $p < 0,0001$
<i>An. nuneztovari</i>	$\chi^2 = 76.19$, $df=1$, $p < 0,0001$	$\chi^2 = 68.582$, $df=1$, $p < 0,0001$
<i>An. peryassui</i>	$\chi^2 = 3.5714$, $df=1$, $p = 0.05878$	$\chi^2 = 6.7209$, $df=1$, $p = 0.009529$
<i>An. triannulatus</i>	$\chi^2 = 11$, $df = 1$, $p = 0.00091$	$\chi^2 = 125.29$, $df=1$, $p < 0,0001$

Tabela 10: Diferenças de nulíparas e oníparas em período seco e chuvoso

Fonte: Érika Galeno, 2018.

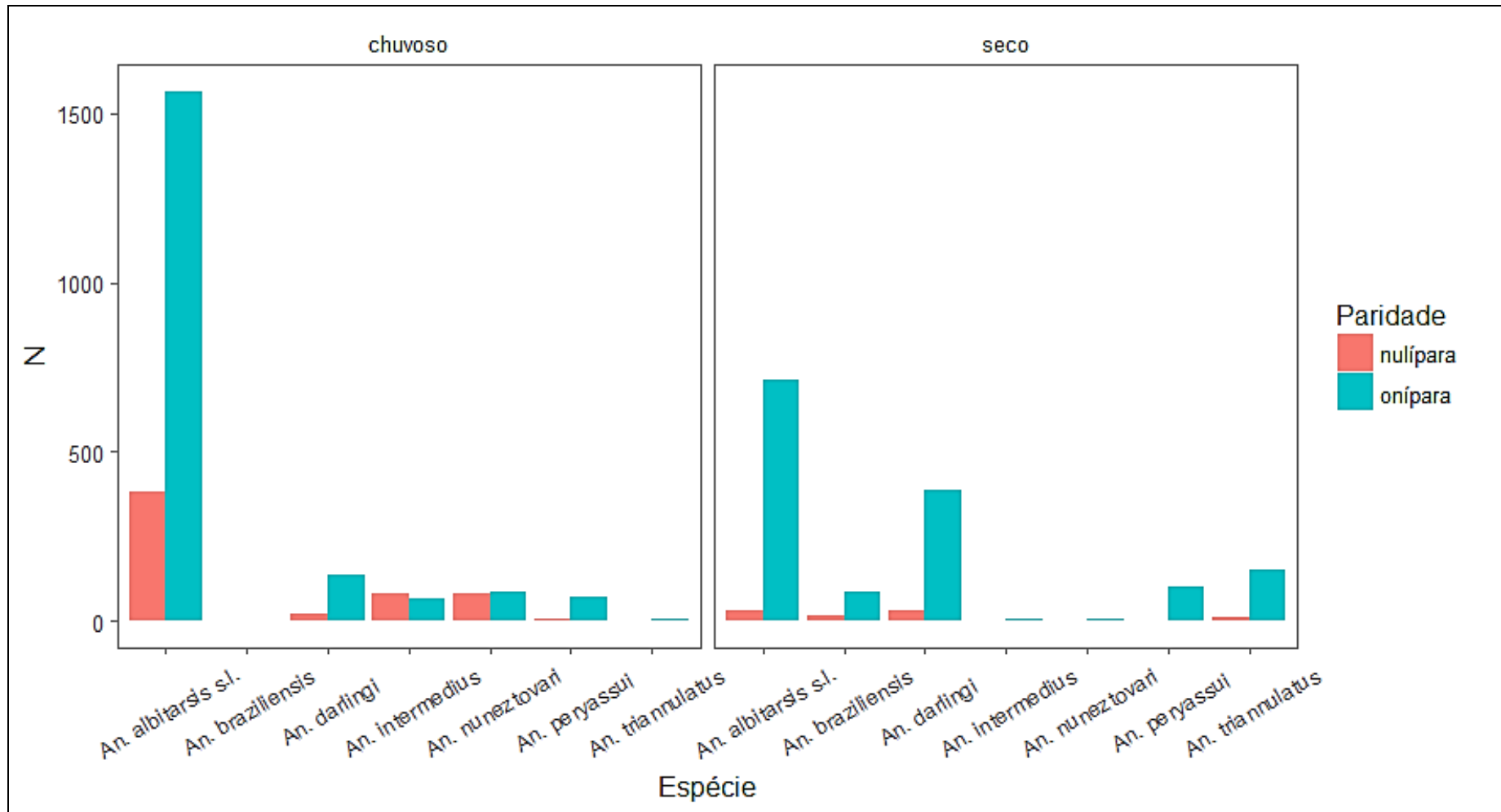


Figura 20: Distribuição das fêmeas oníparas e nulíparas nos períodos secos e chuvoso. Fonte: Érika Galeno, 2018.

Não houve diferenças significativas entre período seco e chuvoso, apenas para as fêmeas nulíparas de *An. darlingi* e *An. peryassui*. Para as demais espécies ocorreram diferenças significativas para as duas condições de ovário. Observou-se maior quantidade de oníparas e nulíparas em período chuvoso, que no caso das nulíparas, foi diferente dos resultados encontrados por Barros et al (2007) que verificou redução das mesmas em período chuvoso.

Tabela 11: Diferenças entre Oníparas e Nulíparas em período seco e chuvoso.

	Seco	Chuvoso
<i>An. albitarisis s. l.</i>	$\chi^2 = 620.83, p < 0,0001$	$\chi^2 = 719.53, p < 0,0001$
<i>An. Braziliensis</i>	$\chi^2 = 50.91, p < 0,0001$	*
<i>An. Darlingi</i>	$\chi^2 = 310.05, p < 0,0001$	$\chi^2 = 82.143, p < 0,0001$
<i>An. Intermedius</i>	$\chi^2 = 6, p = 0.01431$	$\chi^2 = 1.1655, p = 0.2803$
<i>An. Nuneztovari</i>	$\chi^2 = 2, p = 0.1573$	$\chi^2 = 0.053892, p = 0.8164$
<i>An. Peryassui</i>	$\chi^2 = 100.04, p < 0,0001$	$\chi^2 = 52.92, p < 0,0001$
<i>An. Triannulatus</i>	$\chi^2 = 121.97, p < 0,0001$	$\chi^2 = 7, p = 0.008151$

*nenhum exemplar capturado neste período, não sendo possível realização do teste. Fonte: Érika Galeno, 2018.

As diferenças entre oníparas e nulíparas em período seco foram não significativas apenas para *An. nuneztovari*. E em período chuvoso, não ocorreu diferenças significativas para *An. intermedius* e *An. nuneztovari*. Houve ausência de *An. braziliensis* nos meses de período chuvoso.

Galardo (2010) encontrou taxas de paridade acima de 80% para *An. darlingi* em setembro, que faz parte do período seco, demonstrando o risco de transmissão de malária neste período. Da mesma forma, as taxas de fêmeas oníparas de *An. darlingi* foram bastante elevadas neste mês.

9.4. ATIVIDADE HORÁRIA

9.4.1. Coleta de 12 horas

O comportamento horário de *An. albitarisis s.l.* destacou-se com maior abundância em agosto e setembro, com picos às 23:00 h e 03:00 h, respectivamente.

Já, *An. darlingi* teve picos de abundância mais elevados em junho (entre as 21:00 e 22:00), agosto (entre as 03:00 e 04:00) e em setembro (entre as 23:00 e 01:00).

Em setembro foi possível observar os picos de atividade hematofágica próximos aos descritos por vários autores (Deane et al. 1948; Forattini 1962; Roberts et al 1987; Lourenço-de-Oliveira et al 1989; Klein and Lima 1991; Rosa Freitas et al 1992) sendo um situado em torno 00:00 e dois outros picos crepusculares: um antes do amanhecer e outro ao pôr do sol.

Os horários de maior atividade encontraram-se entre as 18:00 e 20:00 horas, caracterizando o hábito crepuscular desta espécie (Moreno et. al. 2007) , acredita-se que a transmissão da malária por este vetor ocorra no peridomicílio e no início da noite (Consoli and Oliveira 1994).

Gama et al (2009) encontrou picos desta espécie no intervalo de 22:00 às 23:00 horas. De acordo com Moutinho (2010) é comum que haja picos fora deste horário, pois isto possibilita mais eficácia na transmissão da malária.

Tabela 12: Análise de Variância de atividade horária de coleta de 12 horas via Kruskal-Wallis

	Kruskal-Wallis	
	χ^2	$p (<0,05)$
<i>An. albitarisis s.l.</i>	28.10	0.043
<i>An. darlingi</i>	14.671	0.1445

Fonte: Érika O. Galeno, 2018.

A análise de variância Kruskal-Wallis para *An. albitarisis s.l.* revelou que houve diferenças significativas entre as abundâncias horárias ao longo dos meses de amostragem (figura 21A). Dessa forma, o horário de atividade dessa espécie varia ao longo do ano, demonstrando uma certa plasticidade em seu comportamento horário, porém, em geral, concentra-se entre as 19:00 e 21:00 horas (figura 21B). Entretanto, para *An. darlingi* as diferenças foram não significativas entre os intervalos, demonstrando que os picos não variaram, sendo então, a atividade horária dessa espécie bastante fixa ao longo dos meses.

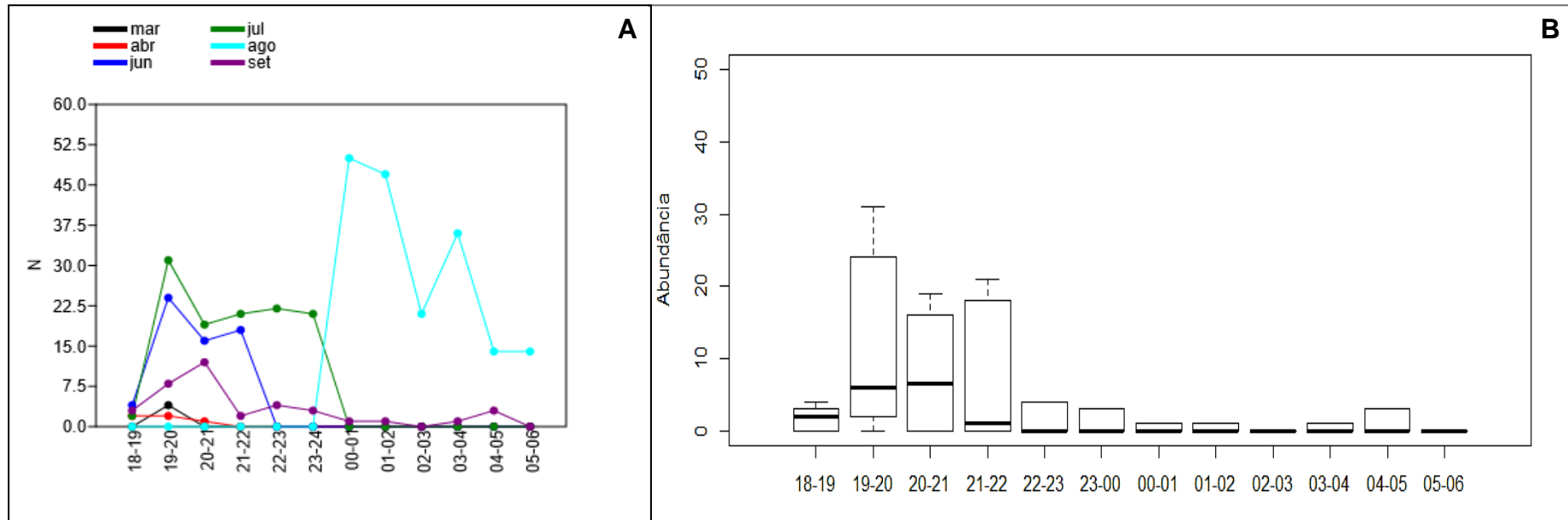


Figura 21: Variações horárias mensais de abundância de *Anopheles albataris* s.l (A) e Boxplot representando as variações mensais de abundância em coletas de 12 horas avaliadas via Kruskal-Wallis (B). Érika Galeno, 2018.

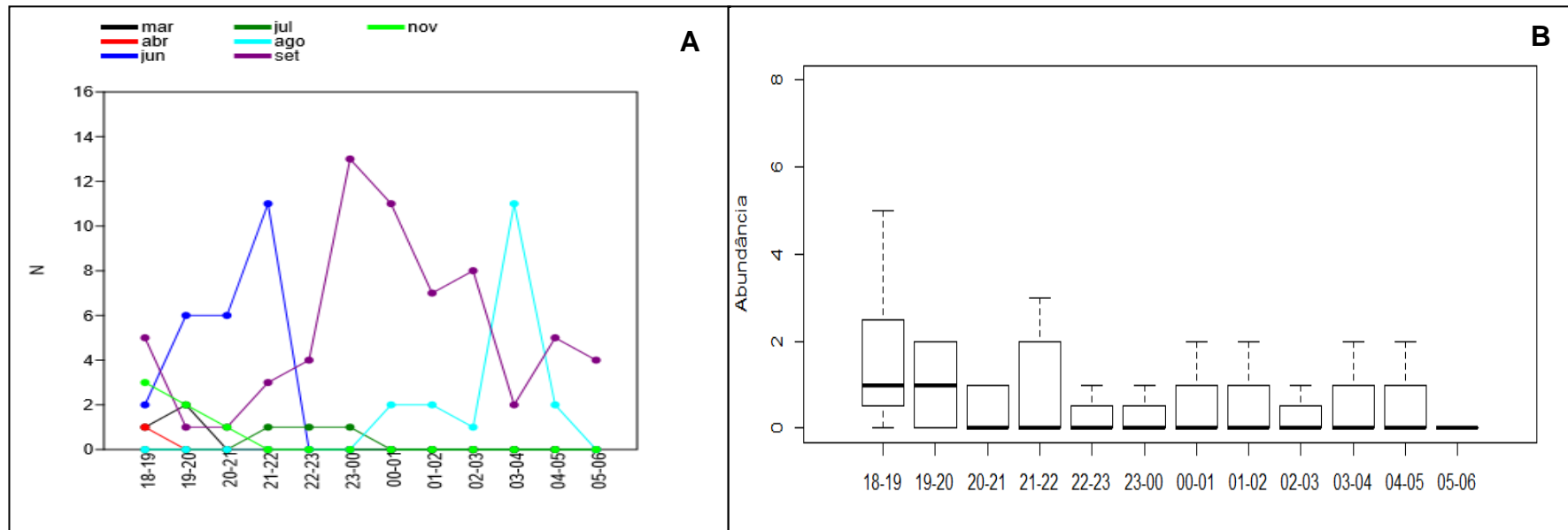


Figura 22: Atividade horária de *Anopheles darlingi* em coleta de 12 horas (A). Figura: Boxplot representando as variações horárias mensais de abundância de *Anopheles darlingi* em coleta de 12 horas avaliadas via Kruskal-Wallis (B) Fonte: Érika Galeno, 2018.

9.4.2. Coleta de 4 h

An. albitarisis s.l. obteve picos de atividades no intervalo das 19:00 e 20:00 horas na maioria dos meses, exceto em outubro, onde o pico de abundância foi no intervalo das 18:00 às 19:00 horas (Figura 23A). Através da Análise de Variância Kruskal-Wallis detectou-se diferenças não significativas entre os horários de atividade, refletindo que a espécie possui um horário fixo de atividade, entre as 19:00 e 20:00 horas (Figura 23B).

No mês de março não foi coletado nenhum espécime de *An. darlingi* nesse intervalo, dessa forma, no gráfico (figura 23C), a espécie irá aparecer apenas de abril em diante. Observou-se que na maioria dos meses os picos mantiveram-se entre os intervalos de 19:00 às 20:00, exceto no mês de agosto, onde a ascensão foi no intervalo das 20:00 às 21:00; e em julho das 18:00 às 19:00. O resultado da análise de variância de Kruskal-Wallis apresentou diferenças não significativas entre os horários de atividade. O pico de horário das medianas foi no intervalo das 20:00 às 21:00 (figura 23D), muito diferente do padrão crepuscular apresentado por outros autores (Voorham 2002; Barros 2007) e pela coleta de 12 horas descrita anteriormente.

Tabela 13: Análise de Variância de atividade horária de coleta de 4 horas via Kruskal-Wallis

	Kruskal-Wallis	
	X^2	$p (<0,05)$
<i>An. albitarisis s.l.</i>	24.5	0.6549
<i>An. darlingi</i>	17.437	0.7872

Tadei and Thatcher (2000) afirmam que a atividade horária de *An. darlingi* pode variar entre as 17:00 e 20:00 ou 18:00 e 21:00, considerando fatores como o ambiente (rural ou urbano), sazonalidade, precipitação, distância entre residências, grau de antropização da área, presença de áreas preservadas próximas.

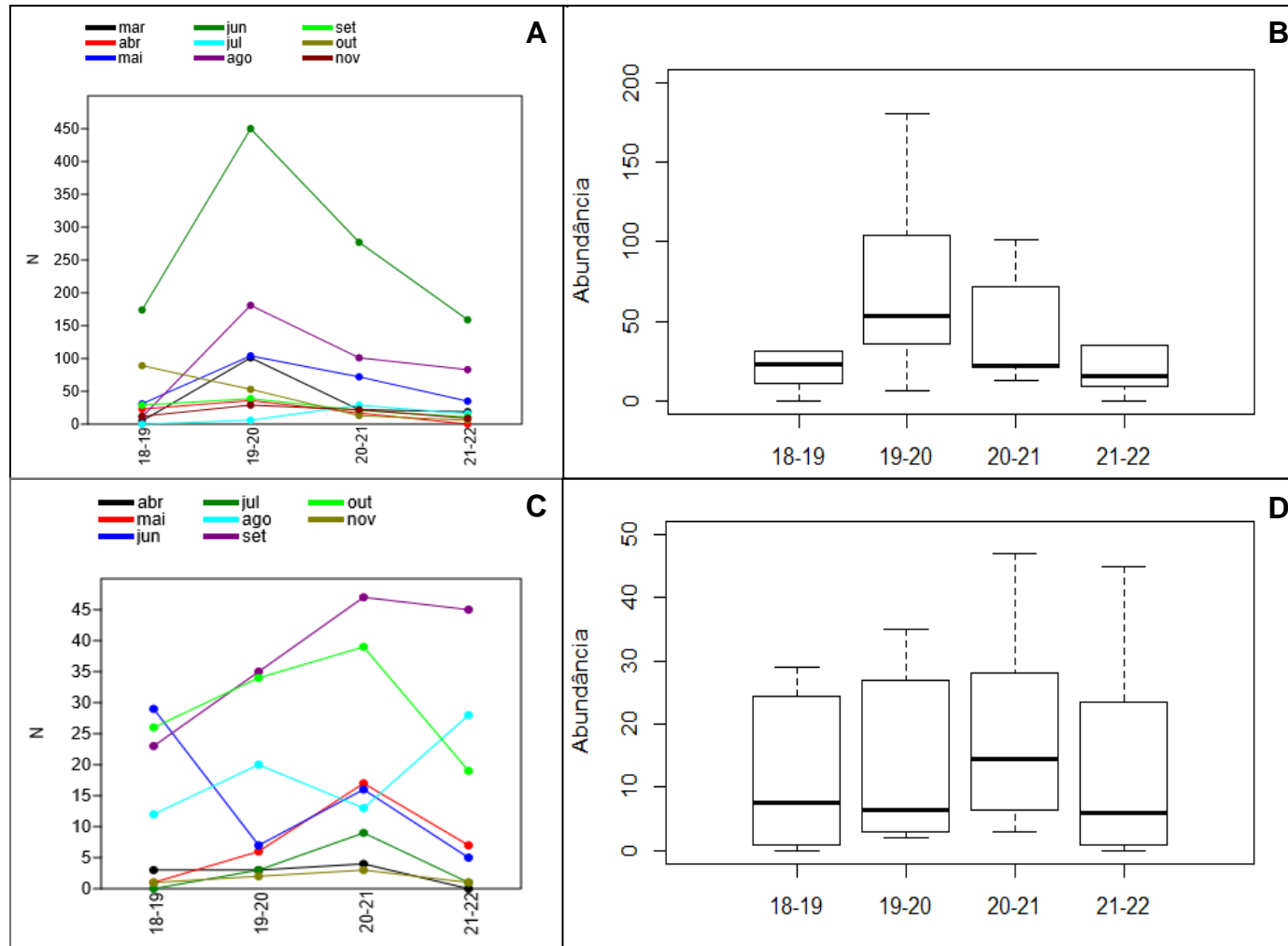
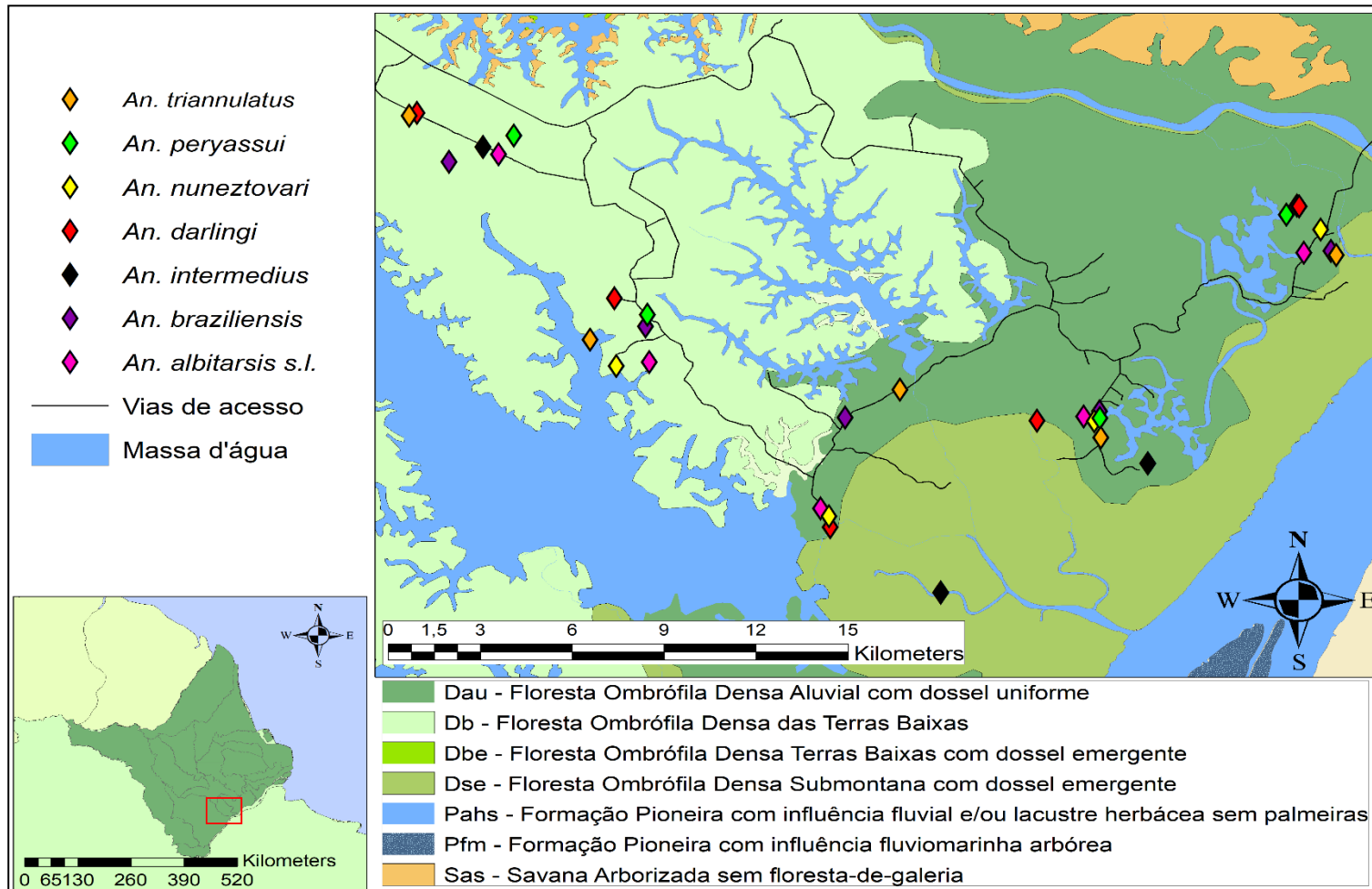


Figura 23: Variações mensais de atividade horária e Boxplot de variações mensais da atividade horária de *An. albataris s.l.* (A e B). e *An. darlingi* (C e D) ao longo dos meses em coleta de 4 horas. Fonte: Érika Galeno, 2018.

9.5. MAPAS DE DISTRIBUIÇÃO DE *Anopheles* spp.



CONCLUSÕES

- *An. albitarsis* demonstrou-se mais abundante que as demais espécies, sendo dominante na área de estudo.
- *An. darlingi* teve picos de abundância em setembro, que geralmente é quando ocorre o aumento dos casos de malária.
- A precipitação acumulada mensal pode ter uma influência negativa na presença das espécies *An. braziliensis*, *An. triannulatus* e *An. darlingi*.
- *An. albitarsis* s.l. apresentou, em intervalo de 12 horas, maior plasticidade comportamental.
- A quantidade de fêmeas oníparas foi superior à de fêmeas nulíparas, caracterizando risco de transmissão.

REFERÊNCIAS

- Alimi, T. O., D. O. Fuller, S. V. Herrera, M. Arevalo-Herrera, M. L. Quinones, J. B. Stoler, and J. C. Beier. 2016. A multi-criteria decision analysis approach to assessing malaria risk in northern South America. *BioMed Central Public Health* 16:221.
- Angêlla, A.F., P. Salgueiro, L.H.S. Gil, J.L. Vicente, J. Pinto, and P.E.M. Ribolla. 2014. Seasonal genetic partitioning in the neotropical malaria vector, *Anopheles darlingi*. *Malaria Journal* 13:203.
- Anjos, G. S. 2012. Distribuição Geográfica de espécies de vetores e casos de Malária no Estado do Amapá, Brasil. Dissertation. Programa de Pós Graduação em Biodiversidade Tropical, Macapá, Amapá, BR.
- Armelin, M. J. C. 2001. Identificação e caracterização de áreas e comunidades com potencial para o desenvolvimento de sistemas comunitários de produção florestal no estado do Amapá. Dissertation, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, São Paulo, BR.
- Barbosa, L. M. C. and R. N. P. Souto. 2013. Infectividade Natural em *Anopheles* (*Nyssorhynchus*) *albiparvus* s.l. Galvão e Damasceno, 1942 e *Anopheles* (*Nyssorhynchus*) *darlingi* Root, 1926 em áreas úmidas da cidade de Macapá, Amapá, Brasil. *Biota Amazônia* 3: 53–57.
- Barbosa, L. M. C., and Souto R. N. P. 2011. Aspectos ecológicos de *Anopheles* (*Nyssorhynchus*) *darlingi* Root 1926 e *Anopheles* (*Nyssorhynchus*) *marajoara* Galvão e Damasceno 1942 (Diptera: Culicidae) nos bairros Marabaixo I e Zerão, Macapá, Amapá, Brasil. *Biota Amazônia* 1:19-25.
- Barbosa, L. M. C., R. N. P. Souto, R. M. dos A. Ferreira, and V. M. Scarpassa. 2014. Composition, abundance and aspects of temporal variation in the distribution of *Anopheles* species in an area of Eastern Amazonia. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical* 47:313–320.
- Barbosa, L. M. C., R. N. P. Souto, R. M. dos Anjos Ferreira, and V. M. Scarpassa. 2016. Behavioral patterns, parity rate and natural infection analysis in anopheline species involved in the transmission of malaria in the northeastern Brazilian Amazon region. *Acta Tropica* 164:216–225.
- Bates, M. 1949. *The Natural History of Mosquitoes*. The Macmillan Company, New York, USA.
- Becker, J.N. 2012. Heterogeneidade espacial da Malária: Identificação de fontes e sumidouros de infecções. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais: População, Espaço e Ambiente. 33–41.
- Beck-Johnson, L. M., W. A. Nelson, K. P. Paaijmans, A. F. Read, M. B. Thomas, and O. N. Bjørnstad. 2013. The effect of temperature on *Anopheles* mosquito population dynamics and the potential for malaria transmission. *PLoS ONE* 8.

- Bomblies A., J. B. Duchemin and A. B. Eltahir. 2008. Hydrology of malaria: model development and application to a Sahelian village. *Water Resources Research* 44: 1157-1170.
- Branquinho, M.S. 2001. Estudo da transmissão de malária em populações ribeirinhas do estado do Amapá. Brasil – Sorologia humana e uso de ELISA em anofelinos. Thesis, Universidade de São Paulo, São Paulo, BR.
- Bridi, L. C., and M. S. Rafael. 2016. GGBP domain of *Anopheles darlingi*: are polymorphic inversions and gene variation related to adaptive evolution? *Genetica* 144:99–106.
- Cantuária, M. F. 2012. Ecologia de Culicídeos (Diptera: Culicidae) da Área de Proteção Ambiental do Rio Curiaú, Macapá, Amapá. Dissertation, Programa de Pós Graduação em Biodiversidade Tropical, Macapá, Amapá, BR.
- Cerqueira, N.L. 1961. Distribuição geográfica dos mosquitos da Amazônia. (Diptera, Culicidae, Culicinae). *Revista Brasileira de Entomologia* 10:111-168.
- Charlwood, J. D. and M. Braganca. 2012. The effect of rainstorms on adult *Anopheles funestus* behavior and survival. *Journal of Vector Ecology* 37: 252-256.
- Chatterjee, C., and R. R. Sarkar. 2009. Multi-step polynomial regression method to model and forecast malaria incidence. *PLoS One* 4: 1-11.
- Chattopadhyay, J., R. R. Sarkar, S. Chaki, and S. Bhattacharya, 2004. Effects of environmental fluctuations on the occurrence of malignant malaria—a model based study. *Ecological Modelling* 177:179-192.
- Cohuet, A., C. Harris, V. Robert, and D. Fontenille. 2010. Evolutionary forces on *Anopheles*: what makes a malaria vector? *Trends in Parasitology* 26:130–136.
- Conn, J.E., Wilkerson, R.C., M.N.O. Segura, R.T.L. Souza, C.D. Schilchting, R. A. Wirtz, and M.M. Póvoa. 2002. Emergence of neotropical malaria vectors facilitated by human migration and changes in land use. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 66: 18-22.
- Conn, J.E., J.H. J.P. Vineis, D. Y. Onyabe, R.C. Wilkerson, and M.M. Póvoa. 2006. Population structure of the malaria vector *Anopheles darlingi* in a malaria-endemic region of Eastern Amazonian Brazil. *The American Journal Tropical Medicine and Hygiene* 74:798-806.
- Consoli, R. A., and Oliveira, R. L. D. 1994. Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil. Rio de Janeiro, BR.
- Couto, A. A., Calvosa, V. S., R. Lacerda, F. Castro, E. Santa Rosa and J.M. Nascimento. 2001. Controle da transmissão da malária em área de garimpo no Estado do Amapá com participação da iniciativa privada. *Cadernos de Saúde Pública* 17: 897-907.

- De Castro, M. C., and Singer, B. H. 2013. Meio ambiente e saúde: metodologia para análise espacial da ocorrência de malária em projetos de assentamento. *Revista Brasileira de Estudos de População* 24:247-262.
- Deane, L.M., Causey, O.R. and M.P. Deane. 1948. Notas sobre a distribuição e a biologia dos anofelinos das Regiões Nordestina e Amazônica do Brasil. *Revista do Serviço Especial de Saúde Pública* 1: 827-965.
- Deane, L. M. 1986. Malaria vectors in Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 81: 5-14
- Deane, L. M. 1989. A cronologia da descoberta dos transmissores da malária na Amazônia brasileira. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 84: 149-156.
- Drummond, J. A., T. C. A. C. Dias and D. M. C. Brito. 2008. Atlas das Unidades de Conservação do Estado do Amapá. Classificação Decimal Universal 502.4 (811.6). Ministério do Meio Ambiente, Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, Secretaria de Meio Ambiente do Estado do Amapá, Governo do Estado do Amapá, Macapá, Amapá, BR.
- Emerson, K. J., J. E. Conn, E. S. Bergo, and M. A. Randel. 2015. Brazilian *Anopheles darlingi* Root (Diptera: Culicidae) Clusters by Major Biogeographical Region *PLoS One* 10:1–15.
- Ferreira, A. B. 2015. Plantas utilizadas no tratamento de malária e males associados por comunidades tradicionais de Xapuri, AC e Pauini, AM. Thesis, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, São Paulo, BR.
- Ferreira, C. N. P. L. 2012. Caracterização epidemiológica da malária no município de Porto grande no Estado do Amapá, com ênfase à distribuição Espacial no ano de 2010. Dissertation. Programa de Pós Graduação em Ciências da Saúde, Macapá, Amapá, BR.
- Ferreira, R. M. A. 2010. Influência de variáveis meteorológicas na riqueza, abundância e diversidade de espécies anofélicas em área rural do Município de Macapá, Amapá, Brasil. Dissertation, Programa de Pós Graduação em Biodiversidade Tropical, Macapá, Amapá, BR.
- Figueiredo, M. A. P. 2012. Diagnóstico morfológico, sorológico e molecular de *Plasmodium* spp. em primatas neotropicais na Ilha de São Luís, Estado do Maranhão, Brasil. Dissertation, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, São Paulo, BR.
- Forattini, O. P. 1962. *Entomologia Médica*. Vol. I., Faculdade de Higiene e Saúde Pública, S. Paulo, 662 pp.
- Forattini, O P. 1965. *Entomologia Médica*. Vol. II. Fac. Saúde Pública. Univ. São Paulo. 506 p.
- Forattini, O. P. 1987. Exophilic behavior of *Anopheles darlingi* Root in a southern region of Brazil. *Revista de Saúde Publica* 21:291–304.
- Forattini, O. P. 2002. *Culicidologia médica: Identificação, biologia, epidemiologia*. São Paulo, BR.

- Fuller, D. O., T. Alimi, S. Herrera, J. C. Beier, and M. L. Qui. 2016. Spatial association between malaria vector species richness and malaria in Colombia. *Acta Tropica* 158:197–200.
- Galardo, A. K. R., M. Arruda, A. A. R. D’Almeida Couto, R. Wirtz, L. P. Lounibos, and R. H. Zimmerman. 2007. Malaria vector incrimination in three rural riverine villages in the Brazilian amazon. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 76:461–469.
- Galardo, A.K.R., R.H. Zimmerman, L.P. Lounibos, L.J. Young, C.D. Galardo, M. Arruda and A. A. R. D. Couto. 2009. Seasonal abundance of anopheline mosquitoes and their association with rainfall and malaria along the Matapí River, Amapá – Brazil. *Medical and Veterinary Entomology* 23: 335–349.
- Galardo, A. K. R. 2010. A importância do *Anopheles darlingi* Root, 1926 e *Anopheles marajoara* Galvão e Damasceno, 1942 na transmissão de malária no município de Macapá/AP - Brasil. Thesis, Programa de Pós Graduação em Biologia de Agentes Infecciosos e Parasitários, Belém, Pará, BR.
- Gama, R., R. L. C. Santos, F. dos Santos, I. M. Silva, M. C. Resende, and Á. E. Eiras. 2009. Periodicidade de Captura de *Anopheles darlingi* Root (Diptera: Culicidae) em Porto Velho, RO. *Neotropical Entomology* 38:677–682.
- Gillies, M.T. and B. De Meillon. 1968. The Anophelinae of Africa south of the Sahara (Ethiopian zoogeographical region). *South African Institute for Medical Research* 54: 1–343.
- Harbach, R. E. 2007. The Culicidae (Diptera): a review of taxonomy, classification and phylogeny. *Zootaxa* 1668:1–766.
- Harbach, R. E., and I. J. Kitching. 1998. Phylogeny and classification of the Culicidae. *Systematic Entomology* 23:327–370.
- Hay, S. I., C. A. Guerra, A. J. Tatem, A. M. Noor, and R. W. Snow. 2004. The global distribution and population at risk of malaria: past, present, and future. *Lancet Infect Dis* 4:327–336.
- Hay, S. I., M. E. Sinka, R. M. Okara, C. W. Kabaria, P. M. Mbithi, C. Carolyn, D. Benz, P. W. Gething, R. E. Howes, A. P. Patil, W. H. Temperley, M. J. Bangs, T. Chareonviriyaphap, I. R. F. Elyazar, R. E. Harbach, S. Manguin, C. M. Mbogo, Y. Rubio-palis, and H. C. J. Godfray. 2010. Developing Global Maps of the Dominant *Anopheles* Vectors of Human Malaria. *PLoS Medicine* 7:1–6.
- Hiwat, H., and G. Bretas. 2011. Ecology of *Anopheles darlingi* Root with respect to vector importance: a review. *Parasites & vectors* 4:1–13.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. 2010. Censo demográfico 2010. <http://cod.ibge.gov.br/48Y>
- Katsuragawa, T. H.; L. H. S. Gil, M. S. Tada, A. Almeida-e-Silva, J. D. N. Costa, M. S. Araújo, A. L. Escobar, and L. H. Pereira-Da-Silva. 2010. The dynamics of transmission and spatial distribution of malária in Riverside

- áreas of Porto Velho, Rondônia, in the Amazon region of Brazil. *PlosOne* 5: 1-11.
- Kelly-Hope L, H. Ranson and J. Hemingway. 2008. Lessons from the past: managing insecticide resistance in malaria control and eradication programmes. *The Lancet Infectious Diseases* 8: 387–389.
- Kiszewski, A., A. Mellinger, A. Spielman, P. Malaney, S. E. Sachs, and J. Sachs. 2004. A global index representing the stability of malaria transmission. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 70: 486–498.
- Klein T. A., Lima J. B. P, M. S. Tada and R. Miller.1991. Comparative susceptibility of anopheline mosquitoes in Rondonia, Brazil to infection by *Plasmodium vivax*. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 45:463-470.
- Koepfli, C., P. T. Rodrigues, T. Antao, P. Orjuela-sánchez, P. Van Den Eede, D. Gamboa, N. Van Hong, and J. Bendezu. 2015. *Plasmodium vivax* diversity and population structure across four continents. *PLoS Neglected Tropical*
- Korolkovas, A. and J. H. Burckhalter. 1982. *Química Farmacêutica*. Guanabara Dois, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, BR.
- Lehane, M. J. 2005. *The biology of blood-sucking in insects*. Cambridge University, New York, New York, USA.
- Lourenço de Oliveira R, A. E. Guimarães, M. Arlé, T. F. Silva, M. G. Castro, M. A. Motta, L. M. Deane.1989. Anopheline species, some of their habitats and relation to malaria in endemic areas of Rondônia state, Amazon region of Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 84: 501-514.
- Malaria Atlas Project. 2016. www.map.ox.uk
- Manoel, E. R., H. H. G. D Silva and I. G. D. Silva, 2010. Espécies de *Anopheles* (Diptera, Culicidae) em municípios com risco e autoctonia de malária no Estado de Goiás. *Revista de Patologia Tropical* 39:137–144.
- Martins, A. F. A. 2011. Estrutura populacional de *Anopheles darlingi* em diferentes localidades de Rondônia ao longo do Rio Madeira através da genotipagem de microssatélites. Thesis, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, São Paulo, BR.
- Brasil 2012. Rede Interagencial de Informação para a Saúde - RIPSa. Indicadores de Dados Básicos. Índice parasitário anual (IPA) de malária. Brasília, Distrito Federal, BR.
- Brasil 2013. Boletim Epidemiológico 2013. Ministério da Saúde. Esplanada dos Ministérios. Brasília, Distrito Federal, BR.
- Brasil. 2015. Boletim Epidemiológico 2015. Ministério da Saúde. Esplanada dos Ministérios. Brasília, Distrito Federal, BR.
- Brasil. 2018. Sistema de Vigilância Epidemiológica- SIVEP/Malária. 2018. Resumo Epidemiológico. Amapá, BR

- Morais, S. A., P. R. Urbinatti, M. Anice, M. Sallum, A. A. Kuniy, and G. G. Moresco. 2012. Brazilian mosquito (diptera : culicidae) fauna . I . *Anopheles* species from Porto Velho , Rondônia State , Western Amazon , Brazil 54:331–335.
- Mourão, F. R. P. 2013. Evolução Da Malária Na Amazônia Oriental Na Perspectiva Das Mudanças Climáticas Globais. Thesis, Programa de Pós Graduação em Biodiversidade Tropical, Macapá, Amapá, BR.
- Naranjo-Díaz, N., J. E. Conn, and M. M. Correa. 2016. Behavior and population structure of *Anopheles darlingi* in Colombia. *Infection, Genetics and Evolution* 39:64–73.
- Pimenta, P. F. P., A. S. Orfano, A. C. Bahia, A. P. M. Duarte, C. M. Ríos-Velásquez, F. F. Melo, F. A. C. Pessoa, G. A. Oliveira, K. M. M. Campos, L. M. artíne. Villegas, N. B. arnab. Rodrigues, R. Nacif-Pimenta, R. C. Simões, W. M. Monteiro, R. Amino, Y. M. Traub-Cseko, J. B. P. Lima, M. G. V. Barbosa, and M. V. G. Lacerda. 2015. An overview of malaria transmission from the perspective of Amazon *Anopheles* vectors. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 110:23–47.
- Pimentel, I. F. 2014. Infecção Natural por Plasmodium vivax e Plasmodium falciparum em *Anopheles* spp. (Diptera: Culicidae) capturados nas áreas de Influência Direta da Usina Hidrelétrica de Jirau em Rondônia. Dissertation, Programa de Pós-Graduação em Biologia Experimental, Porto Velho, Rondônia, BR.
- Pinto, A. C., A. P. S. C. Simas, A. T. Tardin, A. V. Fernandes, B. V. Rabelo, C. B. Souza, E. M. P. B. Monteiro, F. S. Facundes, J. E.S. Ávila, J. S. A. Souza, L. A. C. Guedes, O. A. A. Penha, R. M. S. Melo and V. M. Gibson. 2008. Macrodiagnóstico do Estado do Amapá: primeira aproximação do Zoneamento Ecológico Econômico. Ministério do Meio Ambiente, Centro de Ordenamento Territorial, Instituto de Pesquisas Científicas e tecnológicas do Estado do Amapá, Macapá, Amapá, BR.
- Póvoa, M., R. Wirtz, R. Lacerda, M. Miles, and D. Warhurst. 2001. Malaria vectors in the municipality of Serra do Navio, State of Amapa, Amazon Region, Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 96:179–184.
- R Core Team (2016). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>.
- Randolph, S. E. and D. J. Rogers. 2010. The arrival, establishment and spread of exotic diseases: patterns and predictions. *Nature Reviews* 8: 361-371.
- Rebêlo, J.M.M., J.L.P. Moraes, G.A. Alves, F.S. Leonardo, R.V. Rocha, W.A. Mendes, E. Costa, L.E M.B. Câmara, M.J.A. Silva, Y. N. O. Pereira, and J.A.C. Mendonça. 2007. Distribuição das espécies do gênero *Anopheles* (Diptera, Culicidae) no Estado do Maranhão, Brasil. *Cadernos de Saúde Pública* 23: 2959–2971.

- Reis, M., G. A. Muller, and C. B. Marcondes. 2010. Inventário de mosquitos (Diptera Culicidae) da Unidade de Conservação Ambiental Desterro, Ilha de Santa Catarina. *Biota Neotropica* 10: 333–337.
- Rey, L. 2002. Malária: Epidemiologia e Controle. Pages 134-145 in Rey, L. 2002. *Bases da parasitologia médica*. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, BR.
- Romi, R., D. Boccolini, R. Vallorani, F. Severini, L. Toma, M. Cocchi, A. Tamburro, G. Messeri, A. Crisci, L. Angeli, R. Costantini, I. Raffaelli, G. Pontuale, I. Thiéry, A. Landier, G. Le Goff, A. M. Fausto, and M. Di Luca. 2012. Assessment of the risk of malaria re-introduction in the Maremma plain (Central Italy) using a multi-factorial approach. *Malaria Journal* 11: 1-15.
- Santos, L. C. R., I. M. C. Sucupira, R. N. L. Lacerda, A. S. Fayal and M. M. Póvoa. 2005. Inquérito entomológico e infectividade durante epidemia de malária no município de Anajás, Estado do Pará. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical* 38:202–204.
- Santos, V. R., E. M. Yokoo, R. Souza-Santos, and M. Atanaka-Santos. 2009. Fatores socioambientais associados à distribuição espacial de malária no assentamento Vale do Amanhecer, Município de Juruena, Estado de Mato Grosso. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical* 42: 47–53.
- Segura, M.N.O., 1998. Estudo do *Anopheles* (Nys) *darlingi* Root 1926 e *Anopheles* (Nys) *albitarisis* Arribalzaga 1878 (Diptera: Culicidae) como Vetores de Malária numa Mesma Área de Transmissão, e Caracterização de Espécies do Complexo *albitarisis*, Thesis, Universidade Federal do Pará, Belém, Pará, BR.
- Service, M. W. 2008. *Medical Entomology for Students*. Cambridge University, Inglaterra, UK.
- Shimada, M. S., and A. Imakawa. 2010. Reflexões sobre as mudanças climáticas e a dinâmica da malária na Amazônia: Congresso Brasileiro de Meteorologia 2010: A Amazônia e o clima global. Belém, Pará, BR.
- Sinka, M. E., Y. Rubio-palis, S. Manguin, A. P. Patil, W. H. Temperley, P. W. Gething, T. Van Boeckel, C. W. Kabaria, R. E. Harbach, and S. I. Hay. 2010. The dominant *Anopheles* vectors of human malaria in the Americas: occurrence data, distribution maps and bionomic précis. *Parasites & Vectors* 3 :1–26.
- Snounou, G., S. Viriyakosol, X. P. Zhu, W. Jarra, L. Pinheiro, V. E. Rosario and K. N. Brown. 1993. High sensitivity of detection of human malaria parasites by the use of nested polymerase chain reaction. *Molecular and Biochemical Parasitology* 61: 315-320.
- Souto, R. N. P. 2003. Inventário da fauna culicidiana (Diptera:Culicidae) nas ressacas do Lago do Curralinho e da Lagoa dos Índios, Macapá, Amapá, Brasil. Pages 77-85 in Takiyama, L. R. and A. Q. Silva. 2004. *Diagnóstico das Ressacas do Estado do Amapá: Bacias dolgarapé da Fortaleza e do*

- Rio Curiaú, Macapá. Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá, Macapá, Amapá, BR.
- Souza-Santos, R. 2002. Distribuição sazonal de vetores da malária Amazônica, Brasil em Machadinho d'Oeste, Rondônia Região Amazônica, Brasil. *Cadernos de Saúde Pública* 18: 1813–1818.
- Stresman, G. H. 2010. Beyond temperature and precipitation: Ecological risk factors that modify malaria transmission. *Acta tropica* 116:167–172.
- Tadei W. P., Thatcher B. D., J. M. H. Santos, V.M. Scarpassa, I. B. Rodrigues and M. S. Rafael. 1998. Ecologic observations on anopheline vectors of malaria in the Brazilian Amazon. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 59: 325-335.
- Tadei, W. P., Mascarenhas, B. M., and M. G. Podestá. 1983. Biologia de anofelinos amazônicos VIII: Conhecimentos sobre a distribuição de espécies de *Anopheles* na região de Tucuruí-Marabá (Pará). *Acta Amazonica* 13: 103-140.
- Tadei, W.P.; Santos, J.M.M.; Costa, W.L.S. and Scarpassa, V.M. 1988. Biologia de anofelinos amazônicos. XI. Ocorrência de espécies de *Anopheles*, Dinâmica da transmissão e controle da malária na zona urbana de Ariquemes (Rondônia). *Revista Instituto Medicina Tropical*, 30: 221-251.
- Tauil, P. L. 2002. Avaliação de uma nova estratégia de controle de malária na Amazônia Brasileira. Thesis, Universidade de Brasília, Distrito Federal, BR.
- Veiga, N., C. Souza. D. Gasparetto, N. Soffiatti, M. Barreiros, F. Barbosa. B. F. Gomes and D. Gasparetto. 2008. Modelo de Análise Espaço-Temporal da prevalência da Malária, no Município de Bragança e Augusto Correa – PA, no Período de 2001 a 2006. *Scripta Nova* 12: 8-11.
- Voorham, J. 2002. Intra-population plasticity of *Anopheles darlingi*'s (Diptera, Culicidae) biting activity patterns in the state of Amapá, Brazil. *Revista de Saúde Pública* 36: 75-80.
- Warrell, D. A. and H. M. Gilles. 2002. *Essential malariology*. Arnold, Londres, Inglaterra, UK.
- Wesolowski, A. N. Eagle, A. J. Tatem, D. L. Smith, A. M. Noor, R. W. Snow and C. O. Buckee. 2012. Quantifying the Impact of Human Mobility on Malaria. *Science* 338: 267–270.
- World Health Organization. 2015. Global technical strategy for malaria 2016-2030. Geneva, SWZ. www.who.int
- Zahar, A.R. 1984. Vector bionomics in the epidemiology and control of malaria. Part I. World Health Organization, Geneva, SWZ.
- Zavala, F., A. H. Cochrane, E. H. Nardin, R. S. Nussenzweig and V. Nussenzweig. 1983. Circumsporozoite proteins of malaria parasites contain a single immunodominant region with two or more identical epitopes. *Journal of experimental medicine* 157: 1947-1957.

- Zimmerman, R. H., A. K. R. Galardo, L. P. Lounibos, M. Arruda and R. Wirtz. 2006. Bloodmeal hosts of *Anopheles* species (Diptera: Culicidae) in a malaria-endemic area of the Brazilian Amazon. *Journal of medical entomology* 43: 947-956.
- Manguin S. 2013. *Anopheles* mosquitoes—new insights into malaria vectors. Rijeka: InTech;
- Ujvari, S. A. 2003. A história e suas epidemias: a convivência do homem com os microorganismos / The history and its epidemics: the coexistence fo man with microorganisms Rio de Janeiro; Senac; 2 ed; 311 p.
- Arapis, G., N. Goncharova, and P. Baveye. 2006. Ecotoxicology, Ecological Risk Assessment and Multiple Stressors. Page Nato Security Through Science Series C: Ser.
- Pimenta, P. F. P., A. S. Orfano, A. C. Bahia, A. P. M. Duarte, C. M. Ríos-Velásquez, F. F. Melo, F. A. C. Pessoa, G. A. Oliveira, K. M. M. Campos, L. M. artíne. Villegas, N. B. arnab. Rodrigues, R. Nacif-Pimenta, R. C. Simões, W. M. Monteiro, R. Amino, Y. M. Traub-Cseko, J. B. P. Lima, M. G. V. Barbosa, and M. V. G. Lacerda. 2015. An overview of malaria transmission from the perspective of Amazon *Anopheles* vectors. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 110:23–47.
- Rozendaal, J.A., 1990. Observations on the distribution of Anophelines in Suriname with particular reference to the malaria vector *Anopheles darlingi*. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz*, 85: 221-234.
- Rubio-Palis, Y.; Wirtz, R.A.; Curtis, C.F. 1992. Malaria entomological inoculation rates in western Venezuela. *Acta Trop.*, 52: 167- 174.
- Rubio-Palis, Y. 1995. Observaciones sobre el patrón de actividad hematofágica del vector de la malaria *Anopheles darlingi* en las poblaciones del sur de Venezuela. *Bol. de la Direction de Malariologia y Saneamento Ambiental*, XXXV(2): 66-70.

ANEXO I

ID	LAT	LONG	ELEVAÇÃO	PONTO	COMUNIDADE
1	-0,24358	-51,3807	9	P01	MVL
2	-0,24633	-51,3998	9	P02	MVL
3	-0,23743	-51,3838	14	P03	MVL
4	-0,18128	-51,3546	4	P04	CRV
5	-0,18599	-51,3716	13	P05	CRV
6	-0,18535	-51,3546	25	P06	CRV
7	-0,11077	-51,2945	33	P07	MNV
8	-0,11862	-51,2884	13	P08	MNV
9	-0,11198	-51,2927	13	P09	MNV
10	-0,21957	-51,4326	20	P10	MVL
11	-0,22168	-51,4349	15	P11	MVL
12	-0,21812	-51,4317	29	P12	MVL
13	-0,20095	-51,339	11	P13	CRV
14	-0,18615	-51,3547	21	P14	CRV
15	-0,18452	-51,3579	18	P15	CRV
16	-0,1216	-51,2855	15	P16	MNV
17	-0,12772	-51,2846	11	P17	MNV
18	-0,12702	-51,2929	11	P18	MNV
19	-0,22333	-51,4322	5	P19	MVL
20	-0,21848	-51,4296	14	P20	MVL
21	-0,21678	-51,4351	10	P21	MVL
22	-0,1851	-51,3531	6	P22	CRV
23	-0,18265	-51,3532	5	P23	CRV
24	-0,18707	-51,3521	13	P24	CRV
25	-0,10338	-51,2864	20	P25	MNV
26	-0,1135	-51,2984	25	P26	MNV
27	-0,12642	-51,2853	22	P27	MNV
28	-0,14875	-51,4859	21	P28	PQZ
29	-0,14302	-51,4956	17	P29	PQZ
30	-0,16683	-51,4951	21	P30	PQZ
31	-0,08877	-51,5347	37	P31	PIO
32	-0,07798	-51,5535	38	P32	PIO
33	-0,09248	-51,5296	34	P33	PIO
34	-0,1751	-51,4118	11	P34	MVL
35	-0,18488	-51,4279	27	P35	MVL
36	-0,17512	-51,4118	28	P36	MVL
37	-0,1919	-51,3529	25	P37	CRV
38	-0,20277	-51,3515	10	P38	CRV
39	-0,1919	-51,3529	16	P39	CRV
40	-0,12642	-51,2853	11	P40	MNV
41	-0,11602	-51,2827	0	P41	MNV
42	-0,10895	-51,2839	11	P42	MNV

ANEXO II**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE): DESTINADO A
MEMBROS DA COMUNIDADE**

(Resolução 466/2012 CNS/CONEP)

O Sr. (a) está sendo convidado (a) a participar do projeto de pesquisa intitulado "Aspectos ecológicos, paridade e mapeamento de *Anopheles* spp. Meigen, 1818 (Diptera:Culicidae) em cinco comunidades do município de Mazagão, Amapá, Amazônia Oriental". O objetivo deste trabalho é conhecer a fauna de mosquitos do gênero *Anopheles* que participam da transmissão de malária no Estado do Amapá, buscando gerar informações para desenvolver medidas de controle da doença. Para realizar o estudo será necessário que o (a) Sr. (a) autorize a entrada dos pesquisadores em sua área particular (EXCETO em sua residência) para que os mesmos possam instalar as armadilhas necessárias e realizar as coletas no horário combinado. Para a instituição e para sociedade, esta pesquisa servirá como parâmetro para avaliar a ocorrência de espécies de mosquitos transmissores de malária. Os riscos da sua participação nesta pesquisa são zero, em virtude das informações coletadas serem utilizadas unicamente com fins científicos, sendo garantidos o total sigilo e confidencialidade, através da assinatura deste termo, o qual o (a) Sr. (a) receberá uma cópia.

O (a) Sr. (a) terá o direito e a liberdade de negar-se a participar desta pesquisa total ou parcialmente ou dela retirar-se a qualquer momento, sem que isto lhe traga qualquer prejuízo com relação ao seu atendimento nesta instituição, de acordo com a Resolução CNS nº466/12 e complementares.

Para qualquer esclarecimento no decorrer da sua participação, estarei disponível através dos telefones: (96) 98114-3752 / (96) 98118-5461. O senhor (a) também poderá entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal do Amapá Rodovia JK, s/n – Bairro Marco Zero do Equador - Macapá/AP, para obter informações sobre esta pesquisa e/ou sobre a sua participação, através dos telefones 4009-2804, 4009- 2805. Desde já agradecemos!

Eu _____

(nome por extenso) declaro que após ter sido esclarecido (a) pela pesquisadora, lido o presente termo, e entendido tudo o que me foi explicado, concordo em participar da Pesquisa intitulada "Aspectos ecológicos, paridade e mapeamento de *Anopheles* spp. Meigen, 1818 (Diptera:Culicidae) em cinco comunidades do município de Mazagão, Amapá, Amazônia Oriental".

Macapá, _____ de _____ de 20____.

Assinatura dos pesquisadores

Érika Oliveira Galeno

Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Tropical/Laboratório de Arthropoda – Universidade Federal do Amapá

Cel: (96) 98118-5461

Email: kika.galeno@gmail.com

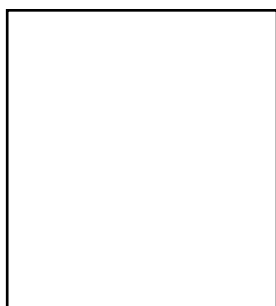
Dr. Raimundo Nonato Picanço Souto

Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Tropical/Laboratório de Arthropoda – Universidade Federal do Amapá

Assinatura do participante

Caso o participante esteja impossibilitado de assinar:

Eu _____, abaixo assinado, confirmo a leitura do presente termo na íntegra para o (a) paciente _____, o (a) qual declarou na minha presença a compreensão plena e aceitação em participar desta pesquisa, o qual utilizou a sua impressão digital (abaixo) para confirmar a participação.



Polegar direito (caso não assine).

Testemunha nº1: _____

Testemunha nº2: _____

ANEXO III

SUBMISSÃO DO ARTIGO

Submission Confirmation

[Print](#)

Thank you for your submission

Submitted to
Memórias do Instituto Oswaldo Cruz

Manuscript ID
MJOC-2018-0106

Title
Ecological aspects, Parity and Hourly Behavior of Anopheles Mosquitoes in five communities of Eastern Amazon

Authors
Galeno, Erika
Souto, Raimundo

Date Submitted
26-Feb-2018