



Diversidade, distribuição e aspectos ecológicos das espécies de *Anopheles* Vetores de Malária, em comunidades agroextrativistas do município de Mazagão, Amapá, Brasil

Diversity, distribution and ecological aspects of species of the *Anopheles* Vectors of Malaria in agroextractive communities in the municipality of Mazagão, Amapá, Brazil

Erique da Costa Fonseca

Doutorando em Biodiversidade e Biotecnologia

Instituição: Programa de Pós-graduação da Rede Bionorte, Laboratório de Artrópodes, Universidade Federal do Amapá

Endereço: Rodovia Josmar Pinto, Km 02, Jardim Marco Zero, Macapá – AP,
CEP:68902-280

E-mail: eriquecf@gmail.com

Everson dos Santos David

Doutorando em Biodiversidade e Biotecnologia

Instituição: Programa de Pós-graduação da Rede Bionorte, Laboratório de Artrópodes, Universidade Federal do Amapá

Endereço: Rodovia Josmar Pinto, Km 02, Jardim Marco Zero, Macapá – AP,
CEP:68902-280

E-mail: eversondavid5@gmail.com

Shirley Vasconcelos Komninakis

Doutora em Infectologia

Instituição: Laboratório de Retrovírologia, Departamento de Medicina,
Universidade Federal de São Paulo

Endereço: Rua Pedro de Toledo, 781, 16º andar, Vila Clementino São
Paulo - SP, CEP: 04039032

E-mail: vasconcelos.shirley@unifesp.br

Raimundo Nonato Picanço Souto

Doutor em Zoologia

Instituição: Programa de Pós-graduação da Rede Bionorte, Laboratório de Artrópodes, Universidade Federal do Amapá

Endereço: Rodovia Josmar Pinto, Km 02, Jardim Marco Zero, Macapá – AP,
CEP: 68902-280

E-mail: rnpsouto@gmail.com

RESUMO

A Malária é uma doença infecciosa considerada de grande agravo na saúde mundial. É transmitida pela picada da fêmea do mosquito *Anopheles* spp infectada com *Plasmodium*. De acordo com a Organização Mundial da Saúde anualmente essa parasitose provoca um número representativo de morbidade e



mortalidade no planeta. Este estudo objetivou conhecer a diversidade, a variação temporal e a taxa de paridade de espécies de *Anopheles*, em localidades de alta transmissão de malária no Município de Mazagão, Estado do Amapá, Amazônia oriental. As coletas de espécimes de anofelinos adultos foram realizadas de dezembro de 2018 a setembro de 2019, compreendendo os períodos mais e menos chuvosos, em seis localidades no Município de Mazagão, seguindo o protocolo de isca humana protegida. Foram coletados 3.810 espécimes e identificados até espécie no Laboratório de Arthropoda da Universidade Federal do Amapá. Durante o estudo foram reconhecidos os subgêneros *Nyssorhyncus* e *Anopheles* com uma riqueza de 12 espécies, sendo *An. albitalis s.l.*, *An. braziliensis*, *An. arlingi*, *An. nuneztovari* e *An. triannulatus* as mais abundantes. Em todas as áreas de estudos foram registradas espécies de *Anopheles* importantes na transmissão primária, secundária e terciária de malária humana na Amazônia brasileira, o que caracteriza a região de grande importância epidemiológica.

Palavras-chave: Malária, *Anopheles*, diversidade.

ABSTRACT

Malaria is an infectious disease considered to be of great harm to world health. It is transmitted by the bite of the female *Anopheles* spp mosquito infected with Plasmodium. According to the World Health Organization, annually this parasitosis causes a representative number of morbidity and mortality on the planet. This study aimed to know the diversity, as well as the distribution and temporal variation and some ecological aspects of *Anopheles* spp, from locations with high transmission in the Municipality of Mazagão, State of Amapá, in the Brazilian Amazon region. Sample collections of adult anophelines were carried out comprising the periods with the most and least rainfall, respectively, in six locations in the Municipality of Mazagão, following the protocol of protected human bait. Each species was duly identified at the Laboratory of Arthropods at the Federal University of Amapá, after which relevant statistical tests were applied for analysis of temporal variation and distribution by sample space. A total of 3,810 specimens belonging to the subgenera *Nyssorhyncus* and *Anopheles* were collected, with a richness of 12 species, with *An. albitalis s.l.*, *An. braziliensis*, *An. arlingi*, *An. nuneztovari* and *An. triannulatus* the most abundant. In all areas of study, species of *Anopheles* important in the primary, secondary and tertiary transmission of human malaria in the Brazilian Amazon were recorded, which characterizes the region of great importance in the epidemiology of the endemic, given that the species have great vectorial capacity and reproductive potential.

Keywords: Malaria, *Anopheles*, diversity.



1 INTRODUÇÃO

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), a malária é uma das parasitoses responsáveis pelo maior número de óbitos e internações no mundo; De acordo com o Boletim Internacional da Organização Mundial da Saúde, 247 milhões de casos de malária foram registrados em 2021 em 84 países endêmicos, com um quantitativo de mortalidade de 619.000 (WHO, 2022). Para a região Amazônia, no ano de 2021, foram registrados 137.743 casos, sendo 58 óbitos (SVS/MS, 2022).

Na Região Norte, a ocorrência de malária sofre variações em decorrência da localidade, sendo que a concentração de casos positivos está condicionada em áreas de transmissão e veiculação do mosquito vetor, como por exemplo, aquelas em que há bastante circulação de pessoas, como ambientes de periferia, sítios, colônias agroextrativistas e de mineração. São conhecidas cerca de 3.552 espécies de culicídos, destes, aproximadamente, 150 são de importância médica (HARBACH, 2007).

Em relação a distribuição dos vetores, o Brasil possui 68 espécies, dentre as quais as pertencentes ao subgênero *Nyssorhynchus* que são as mais abundantes e possuem uma maior afinidade com o Plasmódium. A espécie *An. Darlingi* é a mais expressiva, pois consegue adaptar-se a ambientes com a concentração intensa de pessoas, e em habitações peridomiciliares e domiciliares (GOELDI, 1905).

O gênero *Anopheles* possui 517 espécies cuja distribuição se concentra nas regiões tropicais e temperadas do globo, porém, deste quantitativo, apenas 70 espécies são vetores da malária em seres humanos (MARCONDES, 2001).

A distribuição geográfica de *Anopheles* é influenciada por uma série de fatores climáticos e ambientais, que determinaram a sobrevivência do habitat para a sobrevivência e reprodução desses insetos. A temperatura, umidade e disponibilidade de água são componentes-chave que geraram a ecologia dos mosquitos *Anopheles* (TAKKEN; KNOLS, 2009). Por exemplo, a variação sazonal nas condições climáticas pode influenciar a sazonalidade de mosquitos, afetando assim a transmissão de doenças. Além disso, a presença de



reservatórios de água estagnada, como poças, rios e lagos, desempenham um papel fundamental na ecologia de *Anopheles*, fornecendo locais de reprodução de ideias para as fêmeas depositarem seus ovos (GOUAGNA, *et al.*, 2012).

Em se tratando da bioecologia destes mosquitos, estudar as complexidades entre os mosquitos do gênero *Anopheles*, seus habitats e o ambiente circundante é essencial para o desenvolvimento de estratégias eficazes de controle e prevenção. Ao explorar esses aspectos, é possível identificar os fatores que influenciam a distribuição geográfica, abundância populacional e potencial de transmissão de doenças por esses mosquitos.

A compreensão da ecologia de *Anopheles* desempenha um papel central na formulação de estratégias de controle eficazes. O conhecimento dos locais de reprodução, horários de atividade e influência da alimentação desses mosquitos permite a implementação de intervenções direcionadas, como o uso de inseticidas e o manejo ambiental (KILLEEN, *et al.*, 2014). Além disso, a integração de abordagens visuais, como o uso de mosquitos geneticamente modificados ou a promoção do uso de redes mosquiteiros, pode ser otimizada com base em informações contínuas sobre a ecologia de *Anopheles*.

Neste sentido, este artigo busca estudar a composição e a ecologia destes insetos é bastante importante, pois, ajuda a traçar metas e auxiliar nos planos de combate às doenças por ele ocasionadas. Ademais, poucos estudos relacionados com a malária foram desenvolvidos nas localidades campo, o que ocasiona uma escassez de dados científicos acerca da malária e a dinâmica de seu principal vetor.

Esta pesquisa também apresenta um caráter social e epidemiológico, a medida de que os dados e os resultados obtidos serão de grande valia para se entender a dinâmica epidemiológica da localidade, bem como do Estado, contribuindo eficazmente na eliminação dos criadouros e casos da doença e o entendimento dos fatores condicionantes e determinantes existentes no processo saúde-doença, e a formulação de tratamentos adequados e estratégias de saúde da população e controle epidemiológico local.



2 MATERIAL E MÉTODOS

O município do Mazagão (figura 01), possui aproximadamente 22.468 habitantes e localiza-se ao sul do estado do Amapá, Amazônia oriental, com uma extensão de 13.297km², e densidade demográfica de 1,30 hab./Km². A estrutura de vegetação é composta por floresta de terra firme, campos alagados e faixas de Cerrado Amazônico, e floresta de várzea (IBGE, 2021). A população sobrevive do Agro Extrativismo, bem como da criação de bovinos e bubalinos e da agricultura familiar (IBGE, 2021).

As coletas dos espécimes adultos foram realizadas no período de dezembro de 2018 a setembro de 2019 em oito localidades (tabela 1) do município de Mazagão localizado na região sul do estado do Amapá.

Tabela 1. Localidades e coordenadas dos locais de Coleta em Mazagão, Amapá.

LOCALIDADES DE COLETA	COORDENADAS
Piquiazel	0°02'19.2"N 51°54'19.5"W
Recreio	0°13'19.7"S 51°25'52.3"W
Carvão	0°09'10.0"S 51°19'60.0"W
Vila de Maracá	0°10'51.9"S 51°44'05.7"W
Rio Preto	0°10'51.9"S 51°44'05.7"W
Mazagão Novo	0°06'50.3"S 51°17'11.9"W
Pancada do Camaipi	0°08'57.1"N 51°35'03.8"W
Pioneiro	0°02'19.7"N 51°54'19.5"W

Fonte: os autores

Em cada localidade de estudo foi selecionado de forma aleatória um ponto de amostragem no ambiente peridomiciliar. As amostragens foram realizadas nos períodos mais chuvoso (dezembro, janeiro e fevereiro) e no menos chuvoso (julho, agosto e setembro). Em cada mês e em cada ponto de amostragem foram realizadas três dias de coletas no horário de 18:30h a 22:30h, utilizando-se uma Armadilha do tipo Shannon e capturador de Castro, com atrativo humano protegido. Para a identificação dos espécimes foram utilizadas as chaves dicotómicas de (FARAN; LINTHICUM, 1994; CONSOLI; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, 1994; GUIMARÃES, 2022). A nomenclatura utilizada foi proposta Guimarães (2022). Os espécimes foram depositados na coleção entomológica do Laboratório de Artrópodes da Universidade Federal do Amapá. Para se



estimar diversidade de espécies foram utilizados os índices de Shannon e de dominância de Berger-Parker.).

Em se tratando de metodologia, optou-se pela pesquisa qualitativa, quantitativa, descritiva e de campo, haja vista que, o objetivo da análise qualitativa é considerar uma revisão reflexiva sobre um determinado tema. E os estudos de campo tendem a aprofundar as questões propostas, mostrando maior flexibilidade, mesmo quando os objetivos são reformulados durante o processo de pesquisa. Métodos descritivos levam em conta as características de uma determinada população e estabelecem relações entre as espécies encontradas em cada localidade (ALMEIDA, et al., 2017).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em todas as localidades amostradas foi coletado um total de 3.810 espécimes de *Anopheles spp.*, identificados morfologicamente como pertencentes aos subgêneros *Nyssorhyncus* e *Anopheles*, com uma riqueza de 12 espécies, sendo *An. albitalis s.l.*, *An. braziliensis*, *An. darlingi*, *An. nuneztovari* e *An. triannulatus* as mais abundantes (Tabela 2).

Tabela 2. Riqueza e abundância de espécies de *Anopheles* coletados no município de Mazagão, Amapá.

Espécies	N	%
<i>Anopheles albitalis</i> sensu lato (s.l.) Lynch-Arribalzaga, 1878	1095	28,7
<i>Anophes (Nyssorhyncus) argyritarsis</i> Robineau-desvoidy, 1827	84	2,20
		24,9
<i>Anopheles (Nyssorhynchus) braziliensis</i> Chagas, 1907	952	9
		18,2
<i>Anopheles (Nyssorhynchus) darlingi</i> Root, 1926	697	9
<i>Anopheles (Anopheles) forattinii</i>	18	0,47
<i>Anopheles (Anopheles) intermedius</i> Peryassú Dyar et Knab, 1908	52	1,36
<i>Anopheles (An.) mattogrossensis</i> Lutz et Neiva, 1911	28	0,73
		12,7
<i>Anopheles (Nyssorhynchus) nuneztovari</i> Galbadon, 1940	485	3
<i>Anopheles (Anopheles) peryassui</i> , Dyar and Knab, 1908	33	0,87
<i>Anopheles (Nyssorhynchus) triannulatus</i> Neiva and Pinto, 1922	354	9,29
<i>Anopheles mediopunctatus</i> s.l Lutz, 1903	8	0,21
<i>Anopheles neivai</i> Dyar et Knab, 1913	4	0,10
TOTAL	3.810	

Fonte: Os autores



As espécies pertencentes ao subgênero *Nyssorhynchus* foram as que mais predominaram nas coletas realizadas na área de estudo. De acordo com Moreno, *et al.*, (2013), este subgênero possui uma ampla variedade de nichos ecológicos, variação morfológica e genética que resultam na capacidade de espécies a se adaptarem em alterações ambientais. Este subgênero ocorre em ambiente silvestre, rural e também em ambientes urbanos, sendo considerado de grande importância para epidemiologia da malária no Brasil (GUIMARÃES, 2022).

No Brasil há uma considerável diversidade, com 55 espécies descritas, dos quais 33 ocorrem na Região Amazônica (TADEI, *et al.*, 1998). Deve-se notar que a fauna de anofelinos pode ser mais diversificada do que a encontrada neste estudo. Várias das espécies observadas fazem parte de complexo de espécies, que compartilham algum grau de simpatria e apresentam diferentes níveis de suscetibilidade ao *Plasmodium* spp. (SCARPASSA, *et al.*, 2016).

No presente estudo, a abundância de *Anopheles* spp adultos mediante ao esforço aplicado foi considerada alta em comparação com pesquisas realizadas em outras áreas do Estado do Amapá e da Amazônia brasileira, inferindo-se que, o Amapá apresenta condições, tanto climáticas, como ambientais, para a sobrevivência dos anofelinos.

Por exemplo Barbosa, *et al.*, (2016) coletaram 1330 indivíduos distribuídos em 10 espécies utilizando um maior esforço amostral; Galeno (2018) registrou 4045 indivíduos e 07 espécies; Ferreira (2012) registraram uma abundância de 6435 indivíduos e 15 espécies.

Barbosa, *et al.*, (2016) registram a abundância de 1689 indivíduos classificados em 09 espécies de *Anopheles*. Póvoa, *et al.*, (2001) em estudo realizado no município de Serra do Navio, Amapá coletaram 3053 espécimes classificados em 15 espécies. Rebêlo (1997) capturaram 1.407 anofelinos adultos distribuídos em seis espécies do subgênero *Nyssorhynchus*. Maciel e Missawa (2012) capturaram 3.160 anofelinos em Porto Velho, Rondônia.

Em relação aos índices ecológicos, foi estimada uma maior diversidade de espécies nos Distritos de Mazagão Novo e Rio Preto e uma menor em Maracá



e Recreio. A maior dominância de espécies foi observada em Mazagão Novo, Recreio e Pancada do Camaipi (Tabela 3).

Tabela 3. Índices ecológicos de espécies de *Anopheles* spp estimados nas áreas de estudo.

Localidades	Riqueza	Shannon	Berger-Parker (%)
Carvão	9 ^a	1,23 ^a	23,1 ^a
Recreio	8 ^a	1,17 ^b	28,4 ^a
Pancada do Camaipi	9 ^a	1,24 ^a	25,5 ^a
Mazagão Novo	10 ^a	1,89 ^c	32,3 ^b
Piquiazal	9 ^a	1,35 ^a	19,4 ^c
Maracá	8 ^a	1,11 ^b	19,3 ^c
Rio Preto	10 ^a	1,86	24,8 ^a

* Letras diferentes indicam diferenças significativas entre as localidades amostradas

Fonte: Os autores.

Na análise da variação temporal foi observada uma maior abundância de espécimes nos meses de julho, agosto e setembro correspondendo o período menos chuvoso julho (Tabela 4).

Tabela 4. Taxa de paridade de paridade de espécies de *Anopheles* coletadas nas comunidades do município de Mazagão, Amapá.

Espécies	Período Chuvoso				Período menos chuvoso			
	N	D	s	%	N	D	s	%
<i>Anopheles albitarisis</i> sensu lato (s.l.)	334	313	135	14	761	623	341	14, 06 0,4
<i>Anophes (Nyssorhyncus) argyritarsis</i>	27	24	5	0,52	57	51	12	9 15,
<i>Anopheles (Nyssorhynchus) braziliensis</i>	266	221	122	12,6	686	621	387	95 9,1
<i>Anopheles (Nyssorhynchus) darlingi</i>	237	194	86	8,91	460	451	221	1 0,0
<i>Anopheles (Anopheles) forattinii</i>	13	9	3	0,31	5	4	1	4 0,2
<i>Anopheles (Anopheles) intermedius</i>	23	19	9	0,93	29	21	7	9 0,1
<i>Anopheles (Na.) matogrossensis</i>	17	15	5	0,52	11	9	4	6 7,2
<i>Anopheles (Nyssorhynchus) nuneztovari</i>	101	95	43	4,46	384	353	175	1 0,2
<i>Anopheles (Anopheles) peryassui</i>	8	5	2	0,21	25	22	6	5 4,8
<i>Anopheles (Nyssorhynchus) triannulatus</i>	75	67	39	4,04	279	265	117	2



<i>Anopheles mediopunctatus</i> s.l.	2	2	0	0	6	4	1	4	0,0
<i>Anopheles neivai</i>	1	1	0	0	3	2	0	0	0
Total	1104	965	449		2706	2426	1272		

Fonte: Os autores

Alguns estudos realizados relatam que nas áreas malarígenas brasileiras, o pico de transmissão da malária humana ocorre com maior intensidade no período menos chuvoso (BRASIL, 2018; POVOA, et al., 2006; MORENO, et al., 2015). Há trabalhos que observaram no período mais chuvoso (abril a junho) uma maior abundância da espécie *An. albitalis s.l.* (PÓVOA, et al., 2001; GALARDO, et al., 2010; BARBOSA; SOUTO, 2011).

Esses dados, demonstram que é após o período das chuvas, quando se formam as poças de água, que os anofelinos se reproduzem e assim, tem maior perpetuação da espécie, haja vista que é, nos corpos de água que as fêmeas depositam seus ovos para manutenção e posterior eclosão das larvas.

As densidades populacionais de *An. darlingi* dependem do tipo e disponibilidade de criadouros; a espécie muitas vezes está ausente ou mantém baixas densidades em regiões com longa estação seca (NARANJO-DIAZ, et al., 2016) O Complexo Nuneztovari, que se estende por grande parte do norte da América do Sul, inclui *An. nuneztovari*, *An. dunhami* e *An. goeldii* (FOSTER, et al., 2013).

Scarpassa, et al., (2016), apresentaram fortes evidências moleculares de que espécies adicionais existem no Brasil e revisaram brevemente o papel de *An. nuneztovari* como vetor de malária em cinco Estados da Amazônia. *An. nuneztovari* é restrito à Colômbia e oeste da Venezuela, *An. goeldii* para o Brasil Amazônico, e *Ny. dunhami* para o centro-oeste do Brasil, Colômbia e Peru amazônico (MORENO, et al., 2015; SCARPASSA, et al., 2016).

No presente estudo, as espécies *An. darlingi*, *An. albitalis s.l.*, *An. brasiliensis*, *An. nuneztovari*, *An. triannulatus* foram coletadas em todas as comunidades do Município de Mazagão. Na literatura científica há relatos de que estas espécies já foram encontradas infectadas naturalmente com *Plasmodium falciparum* e *Plasmodium vivax*, como pode-se constatar com os trabalhos



seguintes. Mosquitos do gênero *Anopheles* são vetores potenciais de espécies de *Plasmodium*, causadores de malária humana. Mais de 400 espécies do mosquito *Anopheles* foram descritas e aproximadamente 70 dessas espécies são potenciais vetores de malária humana (SINKA, et al., 2012). No vetor natural, o ciclo ontogênico começa quando a fêmea do mosquito *Anopheles* se alimenta de sangue de um hospedeiro vertebrado infectado e ingere formas gametofíticas do parasito que estão presentes no sangue (BARBOSA, 2021).

Por fim, quando analisados a distribuição de espécies de *Anopheles* coletadas nas áreas de estudo (tabela 5), observou-se que, *An.albitarsis sl*, *An.braziliensis*, *An. darlingi* e *An. triannulatus sl.* foram coletadas em todas as comunidades pesquisadas do Município de Mazagão. As espécies *An. mediopunctatus* e *An.neivai* foram coletadas somente nas comunidades de Recreio e Carvão, respectivamente.

Tabela 5: Distribuição de espécies de *Anopheles* em sete distritos no município de Mazagão, Amapá.

Espécies	Distritos do Município de Mazagão						
	Piquiazal	Carvão	Recreio	Maraca	Rio Preto	Mazagao Novo	P. do Camaipi
<i>Anopheles albitalensis</i> (s.l.)							
<i>Anopheles argyritarsis</i>							
<i>Anopheles braziliensis</i>							
<i>Anopheles darlingi</i>							
<i>Anopheles forattinii</i>							
<i>Anopheles intermedius</i>							
<i>Anopheles mattogrossensis</i>							
<i>Anopheles nuneztovari</i>							
<i>Anopheles peryassui</i>							
<i>Anopheles triannulatus</i> s.l							
<i>Anopheles mediopunctatus</i> s.l							
<i>Anopheles neivai</i>							

Fonte: Os autores

Ao analisar estes dados, podemos constatar que o Município de Mazagão apresenta uma grande diversidade e ampla distribuição espacial, o que faz com



que, os anofelinos colonizam toda área de forma uniforme, apresentando pequenas particularidades em algumas comunidades.

Nas Américas, 22 países são afetados pela malária e 30% da população vive em áreas de risco e 8% de alto risco. As áreas com alto risco de transmissão estão localizadas principalmente na floresta amazônica, que se estende por nove Países, incluindo Brasil, Bolívia, Colômbia, Equador, Peru, Venezuela, Guiana, Suriname e Guiana Francesa. Brasil e Colômbia foram responsáveis por 68% dos casos de malária em 2011 (OPAS, 2019).

No Brasil, a incidência de malária é quase exclusivamente (99,8% do número total de casos) restrita à Região Amazônica, onde vários fatores combinados favorecem a transmissão da doença e prejudicam o uso de procedimentos padrões de controle (TAUIL; DANIEL-RIBEIRO, 2022).

As áreas endêmicas brasileiras são nove Estados, a saber: Acre, Amapá, Amazonas, Mato Grosso, Pará, Rondônia, Roraima, Tocantins e Maranhão. O Pará e o Amazonas registraram quase 70%; 14,4% estavam em áreas urbanas, 25% em áreas de exploração de minas de ouro e os demais estavam em assentamentos rurais e áreas indígenas (SIVEP-MALÁRIA, 2021).

A espécie *An.darlingi* tem uma ampla distribuição geográfica na América do Sul e Central, estendendo-se do sul do México ao norte da Argentina, e do leste da cadeia dos Andes até a costa do Oceano Atlântico (WHO, 2017; FEREIRA; CASTRO, 2016). No Brasil sua distribuição inclui as terras baixas do bioma amazônico, o Cerrado e a Mata Atlântica meridional (SINKA, et al., 2010).

Uma característica frequentemente reconhecida de *An. darlingi* é a velocidade com que coloniza manchas amazônicas desmatadas e uma variedade de corpos d'água antropogênicos, como poças de mineração de ouro, depressões de tijolos, poços, cisternas e viveiros, além de tipos de criadouros naturais ligados a rios ou floresta alagada (NARANJO-DIAZ, et al., 2016).

Sua adaptação a novos ambientes pode levar ao aumento da capacidade vetorial e sobrevivência, bem como maior risco de transmissão da malária (CONN; RIBOLLO 2015). Os drivers mais prováveis de *An. darlingi* em escala macrogeográfica, em sua ampla distribuição, são os limites biogeográficos ou



geográficos e as mudanças ambientais do Pleistoceno (LOIZA, et al., 2012). Em uma escala regional, o isolamento por distância mostrou influenciar a estrutura populacional (CONN; RIBOLLA, 2015), enquanto em uma escala microgeográfica, as condições ambientais locais atuais têm um efeito marcante (CAMPOS, et al., 2017).

4 CONCLUSÃO

O conhecimento da diversidade de espécies de *Anopheles* nas comunidades em estudo, ratifica a competência dessas na transmissão primária, secundária e terciária da malária humana no município de Mazagão, constituindo-se em uma informação importante para o estabelecimento de práticas do controle vetorial, haja a vista a existência de estudos científicos que mostram os níveis de suscetibilidade das espécies às concentrações de inseticidas, permitindo a indicação de concentrações de inseticidas que poderão controlar as populações desses vetores.

Outro aspecto importante gerado nesse trabalho foi a definição do período de maior abundância das assembleias de *Anopheles spp*, que se mostraram mais abundantes no período de menor precipitação pluviométrica, coincidindo com as maiores taxas de infecção de *Plasmodium spp* nas populações humanas residentes nas áreas de estudo

AGRADECIMENTOS

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pelo apoio financeiro concedido; ao Laboratório de Artrópodes do Curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Amapá – UNIFAP, pela logística, apoio técnico e de pessoal em todas as etapas da pesquisa.



REFERRÊNCIAS

ALMEIDA, J. D. L.; COSENTINO, S. F.; STRAPAZZON, M.; LORENZONI, A. M. C. Plantas Medicinais Utilizadas por Moradores de uma Cidade do Rio Grande do Sul. Revista Espaço Ciência e Saúde, v. 5, n. 01, p. 32 – 49, 2017.

BARBOSA, L. M. C.; SOUTO, R. N. P. Aspectos Ecologicos De Anopheles Nyssorhyncus) Darlingi Root 1926 E Anopheles (Nyssorhyncus) Marajoara GalvãoE Damasceno 1942 (Diptera: Culicidae) Nos Bairros Marabaixo E Zerão, Macapa, Amapa, Brasil. BIOTA AMAZONIA, v.1, p. 19-25. 2011.

BARBOSA, L.M.C. Diversidade, dinâmica comportamental e aspectos ecológicos e entomológicos de espécies de Anopheles Meigen, 1818 (Diptera: Culicidae) em uma área endêmica de malária da Amazônia oriental brasileira. [TESE]. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA; 2021. 218 s. Doutorado em Ciências Biológicas.

BARBOSA, L.M.C; SOUTO, R.N.P; FERREIRA, R.M.A. Behavioral patterns, parity rate and natural infection analysis in anopheline species involved in the transmission of malaria in the northeastern Brazilian Amazon region. Acta Trop. n.19. 2016. p. 216-225. 2016. DOI <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2016.09.018>.

BRASIL. Sistema de Vigilância Epidemiológica- SIVEP/Malaria. 2018. Resumo Epidemiológico. Esplanada dos Ministérios. Brasília, Distrito Federal, BR. 2018

BRASIL. Sistema de Vigilância Epidemiológica- SIVEP/Malaria. 2021. Boletim Epidemiológico. Amapá, BR. Edição Especial. Nov. 2021. Esplanada dos Ministérios. Brasília, Distrito Federal, BR. 2021.

BRASIL. Sistema de Vigilância Epidemiológica- SIVEP/Malaria. Boletim Epidemiológico: AMAPÁ - 2021. DISTRITO FEDRAL, BRASÍLIA: 2022.

CAMPOS, M; CONN, J. E; ALONSO, D. P; VINETZ, J.M; EMERSON, K.J; RIBOLLA, P.E. Microgeographical structure in the major Neotropical malaria vector *Anopheles darlingi* using microsatellites and SNP markers. Parasites & Vectors. v. 10, n. 1, p.76, 2017.

CONN, J. E; RIBOLLA, P.E. Ecology of *Anopheles darlingi*, the primary malaria vector in the Americas and current nongenetic methods of vector control. In: Adelman ZN, editor. GeneticControl of Malaria and Dengue. OxfordA: **academic Press**; p.81-102, 2015.

CONSOLI, R. A.; OLIVEIRA, R. L. D. Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil. Rio de Janeiro, BR. 1994.

FARAN, M.E; LINTHICUM, K. J. A handbook of the Amazonian species of *Anopheles* (Nyssorhynchus) (Diptera: Culicidae). Mosq. Syst. 1981 Aug 05;13:1-



91.12 In. Consoli,, R.A.G.B., Lourenço-de-Oliveira, R., 1994. Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil, ed. Fiocruz, Rio de Janeiro.

Ferreira, C. N. P. L. Caracterização epidemiológica da malária no município de Portogrande 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.2012.

FERREIRA,M.U; CASTRO, M. C. Challenges for malaria elimination in Brazil. *MalariaJournal*. v. 15, n. 1, p. 284. 2016.

FOSTER, P.G; BERGO, E.S; BOURKE, B.P; OLIVEIRA, T.M; NAGAKI, S.S; SANT'ANA, D.C; et al. Phylogenetic analysis and DNA-based species confirmation in *Anopheles(Nyssorhynchus)*. *PLoS One*. v.8, n. 2, p. 54-63, 2013.

GALARDO, A. K. R. A importância do anopheles darlingi root, 1926 e anopheles marajoara Galvão e Damasceno, 1942 na transmissão de malária no município de Macapá AP Brasil. 2010. 147f. Tese (Doutorado em Biologia de Agentes Infecciosos e Parasitários). Centro de Instituto Biológicas da Universidade Federal do Pará, Belém, 2010.

GALENO, Érika Oliveira. Aspectos ecológicos e paridade de *Anopheles* spp. MEIGEN, 1818 (Diptera:Culicidae) em cinco comunidades do município de Mazagão, Amapá, Amazônia Oriental. Orientador: Raimundo Nonato Picanço Souto. f.81, 2018. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Tropical) – Departamento de Pós-Graduação, Universidade Federal do Amapá, Macapá, 2018. Disponível em: <http://repositorio.unifap.br:80/jspui/handle/123456789/547>. Acesso em: 22/01/2022.

GOELDI, E. A. Os mosquitos no Pará: reunião de quatro trabalhos sobre os mosquitos indígenas, principalmente as espécies que molestam o homem. Belém, Museu Paraense de Historia Natural e Ethnographia, 1905.

GOUAGNA, L.C; KERAMPRAN, R.; LEBON, C.; BRENGUES, C.; TOTY, C.; WILKINSON, D.A; BOYER, S. referência por fonte de açúcar, ingestão de açúcar e benefícios nutricionais relativos em machos de *Anopheles arabiensis*. *Acta Tropica*, 121(3), 172-179. 2012.

GUIMARÃES, J.H. Systematics database of Diptera of the Americas south of the United States, family Culicidae. Sociedade Brasileira de Entomologia. n.12. 2022.

HARBACH, R. E. The Culicidae (Diptera): a review of taxonomy, classification and phylogeny. *Zootaxa* v. 1, p.1–766, 2007

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística,. CIDADES . BRASÍLIA: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística: 2021.

KILLEEN, G.F; SMITH, T.A.; FERGUSON, H.M. O desenvolvimento de um modelo espacialmente explícito para a dinâmica populacional vetorial de



Anopheles gambiae ss e Anopheles arabiensis (Diptera: Culicidae) em climas sazonais. The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene, 90(3), 536-546. 2014.

LARDEUX, F.; LOAYZA, P.; BOUCHITÉ, B.; CHAVEZ, T.; TIKUE, M. Suscetibilidade comparativa à infecção por Plasmodium vivax de Anopheles darlingi do Brasil e Tierras Bajas, La Paz, Bolívia. Malaria Journal, 9(1), 139. 2010.

LOAIZA, J.R; BERMINGHAM, E, SANJUR, O.I; SCOTT, M.E; BICKERSMITH, S.A; CONN, J.E. Review of genetic diversity in malaria vectors (Culicidae: Anophelinae). Infection, Genetics and Evolution. v.12, n. 1, p. 1-12, 2012.

MACIEL, G. B. M. L, MISSAWA, N. A., Discrição da fauna anofélica em áreas endêmicas de malária no Município de Coloniza, Estado de Mato Grosso, Brasil. Epidemiologia. Serv. Saude, Brasília, v. 21, n.1, p. 141- 148, 2012.

MARCONDES, C. B. Entomologia Médica e veterinária. Editora Atheneu, p. 59-103, 2001.

MORENO, M; et al. . Phylogeography of the neotropical Anopheles triannulatus complex (Diptera: Culicidae) supports deep structure and complex patterns. Parasit. Vectors. n. 6. 2013. DOI <https://doi.org/10.1186/1756-3305-6-47>.

MORENO, M; SAAVEDRA,M.P; BICKERSMITH,S.A; LAINHART,W; TONG,C; ALAVA,F. et al. Implications for changes in Anopheles darlingi biting behaviour in three communities in the peri-Iquitos region of Amazonian Peru. Malaria Journal. v. 14, p. 290, 2015.

NARANJO-DIAZ, N; CONN, J; CORREA, M.M. Behavior and population structure of Anopheles darlingi in Colombia. Infection, Genetics and Evolution. v. 39, p. 64-783, 2016.

OPAS. Organização Panamericana de Saúde. Folha Informativa – Malária. Disponível em: https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=5682&folh_a-informativa-malaria&Itemid=812 (Acessado em 20/11/2019).

PÓVOA, M., R; Wirtz, R; Lacerda, M. Miles; D. Warhurst. Malaria vectors in the municipality of Serra do Navio, State of Amapá, Amazon Region, Brazil. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz. v. 96, 179–184, 2001.

POVOA, M.M; DE SOUZA, R.T; LACERDA, R.N; ROSA, E.S; GALIZA, D; DE SOUZA, J.R; WIRTZ, R.A; SCHLICHTING, C.D; CONN, J.E. The importance of Anopheles albitalis E and An. darlingi in human malaria transmission in Boa Vista, state of Roraima, Brazil. Mem Inst Oswaldo Cruz. n. 101. 2006.

REBÉLO, J. M. M. et al. *Anopheles* (Culicidae, Anophelinae) e a malária em Buriticupu- Santa Luzia, pré-Amazônia Maranhense. Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical. v. 30, n. 2, p. 107-111,1997.



SCARPASSA, V.M; CUNHA-MACHADO, A.S; SARAIVA, J.F. Evidence of new species form malaria vector Anopheles nuneztovari sensu lato in the Brazilian Amazon region. *Malaria Journal.* v. 15, p. 205, 2016.

SINKA, M.E, et al. A Global map of dominant Malaria Vectors. **Parasites & Vectors.** n. 9. 2012. DOI <https://doi.org/10.1186/1756-3305-5-69>.

SINKA, M.E; RUBIO-PALIS, Y; MANGUIN, S; PATIL, A.P; TEMPERLEY, W.H; GETHING, P.W; et al. The dominant Anopheles vectors of human malaria in the Americas: Occurrence data, distribution maps and bionomic precis. **Parasites & Vectors.** v. 16, n. 3, p.72, 2010.

SMITH, D.L; BATALHA, K.E; HAY, S. I. Barker CM. Biologia vetorial: técnicas e avaliação de campo. Imprensa CR. 2017.

STRESMAN, G.H. Beyond temperature and precipitation: ecological risk factors that modify malaria transmission. *Acta Trop.* v. 116, n. 3, p. 167-172, 2010.

TADEI, W.P.; Santos, J.M.M.; Costa, W.L.S. and Scarpassa, V.M. 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.* v.30, p. 221-251, 1988.

TAKKEN, W.; KNOLS, B.G. Comportamento mediado por odor de mosquitos da malária afrotropical. *Revisão Anual de Entomologia,* 54, 115-144. 2009.

TAUIL, P; DANIEL-RIBEIRO, C. Some aspects of epidemiology and control of malaria in Brazil. *Res Rev Parasitol.* v. 58, p. 164-167, 2022.

VITTOR, A.Y; PAN, W.K; GILMAN, R.H; TIELSCH, J.; GLASS, G.; SHIELDS, T.; KITRON, U. "Ligaçao do desmatamento à malária na Amazônia: caracterização do habitat de reprodução do principal vetor da malária, Anopheles darlingi". *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene,* 81(1), 5-12. 2010.

WARD, R.A. Second Supplement to "A Catalog of the Mosquitoes of he World" (Diptera: Culicidae). *Mosquito Systematics,* Salt lake, Utah, v.16, n.3, 1984.

WHO. World Malaria Report 2017. Geneva. Switzerland: World Health Organization;2017.

WHO. World Malaria Report 2022. Geneva. Switzerland: World Health Organization;2022.

WRBU, Walter Reed Biosystematics Unit. Systematic catalog of Culicidae Walter Reed Biosystematics Unit, 2020. Suitland, Maryland: Smithsonian Institution; 2022. Disponível em: <http://www.mosquitocatalog.org>. Acesso em: 25. abr. 2023.



YASUOKA, J.; LEVINS, R. Impacto do desmatamento e desenvolvimento agrícola na ecologia anofelina e epidemiología da malária. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 76(3), 450-460. 2007.