



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
COORDENAÇÃO DO CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
(Modalidade: Licenciatura)

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO - TCC

**COMPOSIÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DOS ANOFELINOS (DIPTERA: CULICIDAE:
ANOPHELINAE) NO ESTADO DO MARANHÃO: PADRÕES BIOGEOGRÁFICOS
E LACUNAS DE AMOSTRAGEM**

Discente: Sarah Silva Pereira

SÃO LUÍS - MA
2025

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
COORDENAÇÃO DO CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
(Modalidade: Licenciatura)**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO - TCC

**COMPOSIÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DOS ANOFELINOS (DIPTERA: CULICIDAE:
ANOPHELINEAE) NO ESTADO DO MARANHÃO: PADRÕES BIOGEOGRÁFICOS
E LACUNAS DE AMOSTRAGEM**

Orientanda: Sarah Silva Pereira

Orientador: Prof. Dr. José Manuel Macário Rebêlo

Co-orientador: Dr. Agostinho Cardoso Nascimento Pereira

Monografia apresentada ao Departamento de Biologia do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, da Universidade Federal do Maranhão, como parte dos requerimentos para obtenção do diploma de Licenciatura em Ciências Biológicas.

**SÃO LUÍS - MA
2025**

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Pereira, Sarah Silva.

COMPOSIÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DOS ANOFELINOS DIPTERA:
CULICIDAE: ANOPHELINAE NO ESTADO DO MARANHÃO : PADRÕES
BIOGEOGRÁFICOS E LACUNAS DE AMOSTRAGEM / Sarah Silva
Pereira. - 2026.
74 f.

Coorientador(a) 1: Agostinho Cardoso Nascimento
Pereira.

Orientador(a): José Manuel Macário Rebêlo.
Monografia (Graduação) - Curso de Ciências Biológicas -
Licenciatura, Universidade Federal do Maranhão, São Luís,
2026.

1. Anopheles. 2. Biogeografia. 3. Ecótono. 4.
Malária. 5. Biomas. I. Rebêlo, José Manuel Macário. II.
Nascimento Pereira, Agostinho Cardoso. III. Título.

SARAH SILVA PEREIRA

**COMPOSIÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DOS ANOFELINOS (DIPTERA: CULICIDAE:
ANOPHELINAE) NO ESTADO DO MARANHÃO: PADRÕES BIOGEOGRÁFICOS
E LACUNAS DE AMOSTRAGEM**

Monografia apresentada ao Departamento de Biologia do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, da Universidade Federal do Maranhão, como parte dos requerimentos para obtenção do diploma de Licenciatura em Ciências Biológicas.

Aprovada em: ____/____/____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. José Manuel Macário Rebêlo

Departamento de Biologia - UFMA

Orientador

Dr. Agostinho Cardoso Nascimento Pereira

Universidade Federal de Sergipe - SE

Coorientador

Prof. Dra. Gisele Garcia Azevedo

Departamento de Biologia - UFMA

1º Membro

Dr. David Barros Muniz

Universidade Estadual do Maranhão - UEMA

2º Membro

A Deus e à minha família, por me proporcionarem força, coragem e amor incondicional, em especial a minha avó Maria Raimunda (*In Memoriam*), espero que se orgulhe.

AGRADECIMENTOS

Antes de mais nada, gostaria de agradecer ao meu Deus por toda força, saúde, determinação e coragem que me foi dado e que permitiram me fazer chegar onde estou agora, toda essa caminhada desde antes de entrar na UFMA até aqui, o senhor tem estado na frente, apesar dos pesares, esteve comigo sempre, e sem o Senhor nada eu seria, tenho a mais plena noção disso! Obrigada meu Deus.

Meus mais sinceros agradecimentos a minha família, que me encorajou durante toda essa caminhada. Aos meus pais e meus irmãos, muito obrigada! Mas é claro que eu não falaria somente isso para vocês. Primeiro, quero agradecer a pessoa mais importante da minha vida, a mulher que me ensinou a ser quem eu sou hoje, que me deu a vida (apesar da minha tentativa de não nascer kkk), me guiou e continua me guiando com tantos ensinamentos, a mulher que mais admiro nesse mundo, alguém que desde jovem foi obrigada a se tornar forte e madura, mas que me deixou ser criança, que teve uma trajetória complicada, alguns até diriam triste, mas que nunca se abalou, nunca se entristeceu e sempre buscou uma lição, um ensinamento dentro de todo caos. Lhes apresento, Reginalda, apelidada carinhosamente de Regina, minha mãe.

Mãe, você é uma das pessoas mais resilientes e fortes que eu conheço, persistente e corajosa, gentil e amável, eu te amo de todo o meu ser! Muito (MUITO) obrigada por cada palavra, beliscão, tabefes e abraços durante toda a vida, sem o seu incentivo, sem a sua determinação, eu não seria um terço do que sou hoje, a senhora me guiou e me ensinou a ser forte mãe, muito obrigada pela amizade, pelo carinho, respeito e confiança que temos uma na outra, eu espero ser muito mais do que um dia a senhora sequer sonhou, para tentar retribuir, mesmo que um pouquinho, de tudo que a senhora já me deu até hoje. Obrigada pela vida e o nascimento, te amo mais que tudo!

Ao meu pai, meu muito obrigada por ter me ensinado muitas coisas da vida das quais sou grata e posso dizer que me fizeram quem sou hoje. Obrigada pelos momentos que passamos juntos, pude viver momentos felizes. Obrigada por ter sido presente em minha vida, e mesmo com todos os problemas que já vivemos, ainda guardo o senhor no meu coração, amo você pai.

Aos meus irmãos, Jadiel Levi e Benjamim, meus bebês, que um dia eu vi nascer e hoje já estão se tornando homens. Muito obrigada pelos incentivos durante minha

jornada, eu fico tão feliz quando vejo que vocês estão me incentivando, dizendo que eu consigo, quando um dia já fui eu por vocês, o tempo voa mesmo. Nunca entendo quando dizem que irmãos sempre implicam uns com os outros, que não são tão amigos, pois, apesar da gente implicar uns com os outros às vezes, somos tão próximos que nem dá pra perceber.

Meninos, muito obrigada pelos copos de água, lanchinhos e beijinhos de incentivo durante as madrugadas que passei em claro, seja fazendo esse trabalho, apresentações, ou outras atividades, vocês foram fundamentais me incentivando do jeitinho de vocês. Não consigo lembrar de como minha vida era antes de vocês nascerem, vocês me dão muito orgulho, saibam disso! Obrigada por serem tão amorosos e cuidadosos conosco. Amo vocês.

As minhas “Winx”, amigas de curso, irmãs que ganhei de presente assim que entrei na UFMA. Nosso grupo já foi tão grande, cheio de gente, de encontros, de risadas, passeios, e hoje somos só nós, algumas mais afastadas por estarem trabalhando, viajando, ocupadas com outras áreas do curso, mas ainda somos felizes por termos umas às outras. Crescemos meninas, crescemos. Eu sou tão, incrivelmente, genuinamente feliz por ter conhecido cada uma de vocês, Amália, Rebeca, Camila, Milene, Karlla, Karina, Duda e Naíze (que mesmo não sendo uma winx, é tão importante quanto) vocês entraram na minha vida e fizeram morada, quero estar com vocês até o fim da vida. Amo muito vocês meninas.

Eu não poderia deixar de falar de cada uma, pelo menos um pouquinho, então aguentem um pouco mais. Começo por Rebeca, que quando eu conheci sempre acreditei ser Vitória (pra mim tu ainda tem cara de Vitória amiga kkk) obrigada pelas conversas e conselhos, pelas dicas de melhoras e pela amizade, você é muito especial para mim. Agradeço a Karlla, pelas empolgações do 1º período, os gritos por cada MV que saía, as conversas até a madrugada sobre várias coisas aleatórias, pelas fotos de paisagens compartilhadas, as músicas. Amiga você é muito querida por mim, sabia que você sempre tem um lugar no meu coração.

À Helen Camila, a primeira pessoa que eu conheci nessa universidade, obrigada por ter confiado em mim para te apresentar a cidade, os ônibus (kkk), por ter me deixado tão a vontade desde o começo, por ser atenciosa, cuidadosa e tão verdadeira comigo. Você era tão nova, e olha hoje a mulher que se tornou (maravilhosa), você tem um lugar mais que especial guardado no meu coração, obrigada por ter ficado ao meu lado por tantos anos, fico muito feliz de ver que você

creceu e tá voando (me sinto uma mãe falando da filha kkk), você vai muito longe, vou me orgulhar muito mais! Agradeço também à Milene, pela amizade, pelas piadas bestas, as cantorias aleatórias que sempre nos animou e nos divertiu, espero que a tua vida seja repleta de sorrisos e felicidade, assim como os momentos que você nos proporcionou. Você é muito forte amiga, e essa força vai te mover para lugares bem maiores.

Agradeço a Naíze, que apesar de termos nos conhecido no meio do curso (para você, o final) foi como reencontrar alguém, sinto como se já te conhecesse desde sempre de tão à vontade e verdadeira que eu sou contigo amiga. Obrigada por todos os momentos que passamos juntas, por todas as conversas que já tivemos, quer fossem acerca da vida, de kpop, da vida acadêmica ou da profissional. Obrigada por nos ajudar, nos guiar, e sempre torcer por nós, sua amizade foi uma luz que brilhou no retorno para a UFMA, que animou nossos dias de laboratório, obrigada por tudo, amo você. À Amalia, a pessoa que eu jurava que não gostava de mim porque entrei no grupo do nada (kkkkk). Obrigada pelos momentos que passamos juntas no RP, no estágio, durante todo o curso, por todas as vezes que já tirou um tempo pra me ajudar, me ouvir, me dar conselhos, por ser fresca com comida como eu (eu bem mais), por ser carinhosa e afrescalhada junto comigo, apesar das nossas diferenças, somos muito parecidas, e eu amo isso. Tu sempre diz que não é a amiga favorita de ninguém, mas tu é sim, eu fico muito feliz de ter te conhecido, profundamente feliz. Te admiro demais, obrigada por tudo, amo você amiga.

Agora à Ana Karina, que eu não tenho nem palavras pra descrever o que você se tornou na minha vida, nossa amizade começou durante uma prova, seguiu numa atividade, depois estávamos assistindo vídeos do NCT Dream antes da reposição de citologia (nunca vou esquecer esse dia kkk). Daí pra frente a amizade só cresceu, baseada em muitas conversas sobre a vida, muito apoio e ajuda durante todo o curso. Muito obrigada por isso, por todo incentivo, conselho, toda vez que tentou me animar, que fomos no centro, no cinema ou no encontro de brechós, que ficou junto comigo nas madrugadas fazendo alguma atividade, pelas inúmeras caronas, inúmeras conversas, obrigada por tudo Karina. Te apelidei carinhosamente de amiga topa tudo (meio que somos uma da outra), mas você é mais que isso, é praticamente família, é aquela amizade que a gente sabe que independente do que aconteça de onde a vida leve, vai permanecer. Você ainda vai muito longe, trilhar um caminho muito lindo e

cheio de descobertas, e tenha certeza, que independente de onde esse caminho te leve, eu ainda vou estar lá por você. Te amo amiga.

E fechando os agradecimentos às Winx, não poderia ser outra senão Maria Eduarda. Amiga, muito obrigada pela amizade que é mais do que eu jamais pedi, por todos os conselhos, todos os (inúmeros) puxões de orelha, os (inúmeros) incentivos, nunca tinha visto alguém (além da minha família) acreditar tanto em mim, me apoiar tanto, torcer tanto, vibrar tanto por mim, quanto você. Obrigada do fundo do meu coração por absolutamente tudo, acho que palavras não são capazes de expressar o enorme carinho e amor que eu carrego por você e pela sua amizade, acho que todos que me conhecem sabem o quanto você é importante para mim, minha melhor amiga, minha soulmate, minha cristalzinho, minha prima/irmã. Somos tudo e mais um pouco, você é parte da minha família, é como uma irmã que eu vou levar para a vida, obrigada por me aturar, pois mesmo com meus vários defeitos você ainda permanece aqui, muito obrigada. Eu sempre vou estar aqui por você, independente de onde você estiver, brilha muito nesse mundão, nessa nova fase, para que você possa crescer mais e mais, e também por que eu quero dizer a todos que esse ser humano incrível e maravilhoso é minha melhor amiga. Vou estar sempre aqui por ti, não esquece, te amo de todo coração.

Aos meus queridos amigos do Laboratório de Entomologia e Vetores (LEV), Samuel, Larícia, Gleicy, Angélica e Lívia, meus sinceros muito obrigada. Meio que sempre fomos só nós naquela bancada nesses últimos anos, vez ou outra o laboratório recebia novos membros, mas fomos nós que permanecemos, Samuel e Gleicy, nós três entramos praticamente juntos, “sofremos” aprendendo juntos (kkkk), e fomos construindo nossas pesquisas ali, juntos e depois com as meninas. Sempre que um precisava, o outro estava disposto a ajudar, da melhor forma possível e com a maior satisfação. Muito obrigada pelas várias risadas na bancada durante as tardes de triagem, aos lanchinhos, as fofocas que compartilhamos, um agradecimento especial a Larícia e Lívia, pelos vários momentos divertidos e cansativos durante as coletas, que inclusive me ensinaram muita coisa sobre o campo, esses momentos foram muito marcantes na minha vida, obrigada por fazerem parte de uma memória tão importante para mim.

Agradeço também ao coração do LEV, Mariza Bandeira, sem você o laboratório não é o mesmo, você nos incentiva o tempo todo a permanecer, é cuidadosa, atenciosa, mas também sabe como disciplinar quando necessário. Você sempre faz

de tudo para que fiquemos o mais à vontade possível, para que possamos sentir que fazer pesquisa é algo prazeroso também. Você, e todos os que fazem parte desse laboratório, tornam o LEV um lar, onde todos conseguem se sentir pertencentes, conseguem se sentir seguros. Obrigada por fazer da minha jornada acadêmica menos cansativa.

Além disso, todos os que compõem o LEV são pessoas queridas, um agradecimento especial ao seu Gildário, Jorge e Joudellys que de alguma forma, direta ou indiretamente, contribuíram para a minha pesquisa e formação, ao seu Gildário pelas vezes que me ajudou em identificações de anofelinos, seja identificando diretamente ou me ajudando a observar características que me tinha passado despercebido, à Jorge pelos inúmeros anofelinos que me trouxe de diversos lugares do Maranhão, e a Joudellys por ter ajudado durante o meu PIBIC com a confecção dos lindos mapas. Agradeço também a todas as pessoas que já passaram no LEV das quais eu pude conviver, em especial aos queridos Râmison, que no começo da minha jornada no laboratório foi um amigo muito importante, e a Amanda que teve uma estadia curta no laboratório, mas o suficiente para marcar a minha jornada.

Por último, mas não menos importante, agradeço aos meus orientadores. Ao professor Macário, que me aceitou de bom grado no laboratório, quando eu estava sem ideia alguma de onde seguir ele apoiou minha curiosidade e foi um importante incentivador na descoberta dos anofelinos, se hoje o laboratório é um lugar agradável de estar e as pessoas que o compõem são como uma família, é graças a serenidade, sinceridade e bondade que acompanha o precursor dessa ideia. Obrigada por ter acreditado e confiado em mim professor.

Por fim, à Agostinho, que é uma pessoa incrivelmente aplicada, dedicada, gentil e que ama o que faz, você foi inspiração para mim durante esses anos de aprendizado, todas as conversas, todas as ajudas em identificações até tarde no laboratório, você sempre doou muito de si pela pesquisa, é incrível de se ver. Muito obrigada por todas as correções, conselhos e avisos, e me desculpe as presepadas no caminho, obrigada pelos muitos ensinamentos compartilhados durante esses anos, apesar de ainda apresentar muitas falhas, se hoje eu estou aqui sua contribuição foi essencial, sou infinitamente grata.

*“Deixo de ser ninguém e me torno alguém,
me torno uma versão especial de mim.”*
(Feel Special – TWICE, 2019)

RESUMO

A subfamília Anophelinae abriga os principais vetores da malária, cuja distribuição está intimamente ligada a fatores ambientais. Este estudo analisou a composição e distribuição dessas espécies no estado do Maranhão, uma região de transição entre os biomas Amazônia, Cerrado e pequenas manchas de Caatinga. Foram integrados registros de ocorrência provenientes de levantamento bibliográfico, análise de material da Coleção Entomológica do Laboratório de Entomologia e Vetores (LEV/UFMA) e consulta a coleções de referência. A distribuição espacial foi avaliada por meio de estimativa de densidade de Kernel (KDE) e o padrão de ocupação antrópica pelo Human Footprint Index (HFI, 2000-2020). A similaridade faunística com as regiões Norte e Nordeste foi calculada utilizando os índices de Jaccard e Sørensen. Foram registradas 28 espécies de Anophelinae no estado, com predomínio de espécies do subgênero *Nyssorhynchus*, como *Anopheles* (Nys.) *albitarsis* s.l., *An.* (Nys.) *darlingi*, *An.* (Nys.) *aquasalis*, *An.* (Nys.) *goeldii* e *An.* (Nys.) *triannulatus*. A análise espacial revelou a concentração dos registros nas regiões norte e nordeste do estado, especialmente em áreas costeiras e da Baixada Maranhense, com significativas lacunas amostrais no Cerrado e nas zonas de transição com a Caatinga, no sul e sudeste. A distribuição dos registros por bioma foi desigual: 59% na Amazônia, 28% no Cerrado e 13% na Caatinga, refletindo tanto gradientes ambientais quanto viés histórico de amostragem. Os mapas de HFI indicaram maior pressão antrópica nas regiões sul e sudeste, que coincidem com áreas de menor cobertura amostral. Os índices de similaridade mostraram maior afinidade da fauna maranhense com a Região Norte (Jaccard=0,79; Sørensen=0,89) do que com o Nordeste brasileiro (Jaccard=0,68; Sørensen=0,81), evidenciando a influência biogeográfica amazônica. Conclui-se que a composição anofélica do Maranhão é diversa e reflete sua posição ecotonal, mas o conhecimento atual é limitado por um esforço amostral geograficamente desigual. Os resultados destacam áreas prioritárias para futuros inventários e fornecem subsídios para estudos biogeográficos e ações de vigilância entomológica no estado.

Palavras-chave: *Anopheles*; Biogeografia; Ecótono; Malária; Biomas; Esforço amostral.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Distribuição dos biomas maranhenses. Fonte: Santos <i>et al.</i> , 2020.....	28
Figura 2: Mapa de densidade de Kernel dos registros de Anophelinae no estado do Maranhão. Fonte: Elaborado por Neves, A. L. S., 2025.....	38
Figura 3: Distribuição espacial das espécies do complexo <i>Albitarsis</i> (subgênero <i>Nyssorhynchus</i>) no estado do Maranhão. Fonte: Elaborado por Neves, A. L. S., 2025.....	39
Figura 4: Distribuição espacial de espécies do subgênero <i>Nyssorhynchus</i> no estado do Maranhão. Fonte: Elaborado por Neves, A. L. S., 2025.....	39
Figura 5: Distribuição espacial de espécies adicionais do subgênero <i>Nyssorhynchus</i> no estado do Maranhão. Fonte: Elaborado por Neves, A. L. S., 2025.....	40
Figura 6: Proporção dos registros de Anophelinae nos biomas Amazônico, Cerrado e Caatinga no estado do Maranhão. Fonte: Elaborado pela autora, 2025.....	40
Figura 7: Índice de Pegada Humana (<i>Human Footprint Index</i> – HFI) no estado do Maranhão no ano 2000. Fonte: Elaborado por Neves, A. L. S., 2025.....	41
Figura 8: Índice de Pegada Humana (<i>Human Footprint Index</i> – HFI) no estado do Maranhão no ano 2020. Fonte: Elaborado por Neves, A. L. S., 2025.....	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Espécies válidas do gênero <i>Anopheles</i> e dos subgêneros <i>Anopheles</i> , <i>Kerteszia</i> , <i>Lophopodomyia</i> e <i>Stethomyia</i> encontradas no Brasil. Fonte: Elaborada pela autora, baseada no estudo de Sallum <i>et al.</i> (2024), 2025.....	21
Tabela 2: Espécies válidas do subgênero <i>Nyssorhynchus</i> encontradas no Brasil. Fonte: Elaborada pela autora, baseada no estudo de Sallum <i>et al.</i> (2024), 2025.....	22
Tabela 3: Distribuição municipal das espécies de Anophelinae registradas no estado do Maranhão. Fonte: Elaborado pela autora, 2025.....	33

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Ano. - subgênero *Anopheles*

An. - gênero *Anopheles*

CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CDC-HP - Centers for Disease Control – Hoover Pugedo (armadilha luminosa)

DEBIO - Departamento de Biologia

EPSCG - European Petroleum Survey Group

FUNASA - Fundação Nacional de Saúde

HFI - Human Footprint Index

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IFMA - Instituto Federal do Maranhão

KDE - Kernel Density Estimation

LEV - Laboratório de Entomologia e Vetores

Nys. – subgênero *Nyssorhynchus*

QGIS - Quantum Geographic Information System

SIRGAS 2000 - Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas

UFMA - Universidade Federal do Maranhão

UEMA - Universidade Estadual do Maranhão

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
1.1 A subfamília Anophelinae (Diptera, Culicidae)	17
1.2 Importância epidemiológica de Anophelinae	19
1.2.1 Dinâmica epidemiológica da malária e fatores associados à transmissão ...	20
1.3 Anophelinae no Brasil	21
1.4 Fauna anofélica no Estado do Maranhão	25
1.4.1 Os biomas do estado do Maranhão	26
2 JUSTIFICATIVA	27
3 OBJETIVOS	28
3.1 Objetivo geral	28
3.2 Objetivos específicos	28
4 MATERIAIS E MÉTODOS	28
4.1 Área de estudo	28
4.2 Levantamento bibliográfico, material da coleção e organização dos dados	30
4.3 Análises espaciais e composição faunística	32
5 RESULTADOS	34
5.1 Distribuição das espécies por município	34
5.2 Distribuição espacial das espécies e as lacunas amostrais	38
5.3 Distribuição e a ação antrópica nos biomas maranhenses	41
5.4 Similaridade faunística entre o Maranhão, Norte e Nordeste brasileiro	43
6 DISCUSSÃO	44
6.1 Distribuição municipal e composição das espécies no Maranhão	44
6.2 Padrões de distribuição espacial, biomas e lacunas de amostragem	45
6.3 Ação antrópica, esforço amostral e implicações para a distribuição de Anophelinae	47
6.4 Similaridade faunística entre o Maranhão, e as regiões Norte e Nordeste do Brasil	49
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	52
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54
APÊNDICE A - Mapas de distribuição espacial de das espécies de Anophelinae no estado do Maranhão	71

1 INTRODUÇÃO

1.1 A subfamília Anophelinae (Diptera, Culicidae)

Os mosquitos são insetos pertencentes à ordem Diptera, subordem Nematocera, infraordem Culicomorpha e à família Culicidae Meigen, 1818. Esses insetos desempenham um papel significativo na transmissão de diversos patógenos responsáveis por doenças amplamente conhecidas e distribuídas (Foster; Walker, 2019; Carvalho *et al.*, 2013; Oliveira, 2009). Devido a essa importância médica e epidemiológica, a família Culicidae é um dos grupos de insetos mais estudados, abrangendo diferentes aspectos biológicos, ecológicos e taxonômicos.

A família Culicidae é tradicionalmente dividida em duas subfamílias principais: Culicinae Meigen, 1818, que compreende aproximadamente 3.728 espécies descritas, e Anophelinae Grassi, 1900, que atualmente inclui 526 espécies reconhecidas (Harbach, 2025). A subfamília Anophelinae é amplamente conhecida por sua relevância na transmissão da malária, sendo composta por três gêneros: *Anopheles* Meigen, 1818, *Bironella* Theobald, 1905 e *Chagasia* Cruz, 1906.

Historicamente, o gênero *Anopheles* abrigava oito subgêneros, dos quais cinco - *Anopheles* s.s., *Kerteszia* Theobald, 1905, *Lophopodomyia* Antunes, 1937, *Nyssorhynchus* Blanchard, 1902 e *Stethomyia* Theobald, 1902 - tem sua maior diversidade e ocorrências concentradas na Região Neotropical (Sallum *et al.*, 2020a). No entanto, é importante destacar que o subgênero *Anopheles* s.s. possui distribuição cosmopolita, sendo encontrado em diversas regiões tropicais e temperadas do globo (Brugman *et al.*, 2015), enquanto espécies do subgênero *Nyssorhynchus* estendem-se para a Região Neártica, alcançando o sul dos Estados Unidos (Faran, 1980; Foster *et al.*, 2017).

Dentre as espécies dessa subfamília, aquelas com maior impacto na saúde pública pertencem ao gênero *Anopheles*, que inclui os principais vetores de *Plasmodium* Marchiafava & Celli, 1885, agentes causadores da malária humana. Além disso, a diversidade e a ocorrência desses mosquitos estão diretamente relacionadas a fatores ambientais, tornando seu estudo essencial para o controle de doenças transmitidas por vetores (Guedes, 2012).

Os mosquitos da subfamília Anophelinae estão amplamente distribuídos ao redor do mundo, com exceção de algumas regiões e ilhas onde fatores ecológicos e diferentes temperaturas impedem sua sobrevivência. No Brasil, esses insetos são conhecidos por diversas denominações populares, como “mosquito-prego”, “bicuda”

ou “carapanã”, entre outros nomes, que variam de acordo com a localidade. As fêmeas de Anophelinae são as responsáveis pela transmissão de quatro espécies e duas subespécies de protozoários do gênero *Plasmodium*, os agentes causadores da malária humana. De acordo com Sinka *et al.* (2012), das aproximadamente 500 espécies válidas dessa subfamília, estima-se que cerca de 70 sejam vetores de *Plasmodium*.

Segundo compilações recentes (Sinka *et al.*, 2012; Sallum *et al.*, 2024), são considerados os principais vetores de *Plasmodium* spp. nas Américas nove espécies ou complexos de espécies: *Anopheles (Nyssorhynchus) albimanus* Wiedemann, 1820, o Complexo Albitarsis, *An. (Nys.) aquasalis* Curry, 1932, *An. (Nys.) darlingi* Root, 1926, *An. (Anopheles) freeborni* Aitken, 1939, o Complexo Nuneztovari, o Complexo Pseudopunctipennis e *An. (Ano.) quadrimaculatus* Say, 1824. No Brasil, *An. (Nys.) darlingi* é o vetor predominante em regiões da bacia do Rio Amazonas, enquanto *An. (Nys.) aquasalis* atua como um vetor eficaz em áreas da costa atlântica. Já no bioma da Mata Atlântica, as espécies *An. (Kerteszia) cruzii* Dyar & Knab, 1908, *An. (Ker.) bellator* Dyar & Knab, 1906 e *An. (Ker.) homunculus* Komp, 1937 são reconhecidas por seu papel na transmissão da malária (Carlos *et al.*, 2019).

Os anofelinos apresentam um conjunto de características morfológicas que, no geral, permitem sua distinção de outros culicídeos, como a inclinação do corpo em repouso, palpos maxilares longos e geralmente do mesmo comprimento da probóscide nas fêmeas, além de padrões específicos de escamas nas asas, que os tornam facilmente distinguíveis dos outros culicídeos (Forattini, 2002). Esses insetos ainda exibem variações importantes ao longo do desenvolvimento. No estágio larval, posicionam-se paralelamente à superfície da água e são desprovidos de sifão respiratório, características diagnósticas do grupo nessa fase. Para a identificação em nível de espécie é necessário, na fêmea adulta, que sejam analisadas um conjunto mais específico de atributos morfológicos (Harbach, 2013; Foster *et al.*, 2017; Sallum *et al.*, 2020b).

Apesar disso, a identificação de espécies de *Anopheles* representa um desafio recorrente, especialmente em grupos que apresentam espécies crípticas ou complexos, como ocorre no subgênero *Nyssorhynchus*. Muitas espécies compartilham características morfológicas muito semelhantes, com variações sutis que podem ser influenciadas por fatores ambientais, geográficos ou pelo estado de conservação do material analisado. Essas semelhanças dificultam a identificação

precisa baseada unicamente em morfologia, tornando frequente a necessidade de abordagens integrativas, que combinam dados morfológicos, moleculares e ecológicos. Diante disso, a complexidade taxonômica do grupo se torna evidente, reforçando a importância crucial de revisões sistemáticas contínuas para aprimorar a classificação e compreender a verdadeira diversidade de *Anopheles*, uma necessidade frequentemente apontada na literatura (Harbach, 2013; Sallum *et al.*, 2024).

1.2 Importância epidemiológica de Anophelinae

A distribuição das espécies da subfamília Anophelinae, incluindo os principais vetores da malária, é determinada por uma série de fatores ambientais, como o clima, precipitação, temperatura, altitude, disponibilidade de habitats larvais, relevo e hidrologia, além da história evolutiva da espécie (Smith *et al.*, 2024). Os anofelinos apresentam forte dependência de ambientes aquáticos para a conclusão de seu ciclo de vida, visto que a maioria das fases imaturas se desenvolvem exclusivamente em corpos d'água. Esses ambientes podem ser naturais ou resultantes de modificações antrópicas, variando quanto ao tamanho, profundidade, permanência e condições físico-químicas.

Entre os criadouros naturais esses mosquitos possuem preferência por poças temporárias, lagoas, lagos, margens de rios e igarapés, normalmente com águas mais calmas ou de baixo fluxo, com diferentes níveis de sombreamento e presença de vegetação aquática. Em ambientes que foram modificados pelo homem, as larvas podem ocupar açudes, represas, tanques escavados, viveiros de peixes, valas de irrigação e outras estruturas artificiais, ampliando significativamente as possibilidades de colonização por diferentes espécies (Consoli & Lourenço-de-Oliveira, 1994; Deane *et al.*, 1948; dos Reis *et al.*, 2015; Arcos *et al.*, 2018; Rufalco-Moutinho *et al.*, 2021).

A ocupação e a produtividade desses criadouros estão diretamente relacionadas a fatores ambientais locais, como temperatura da água, profundidade, exposição solar, disponibilidade de matéria orgânica, estabilidade do habitat e grau de perturbação ambiental, os quais influenciam o sucesso do desenvolvimento larval e a composição das comunidades anofélicas. O conhecimento integrado desses ambientes é fundamental para a compreensão da ecologia do grupo e para o planejamento de estratégias eficazes de vigilância e controle vetorial (Hiwat & Bretas, 2011; Galante *et al.*, 2014).

No entanto, mudanças provocadas pelo homem, como a conversão de áreas naturais para atividades agrícolas, pecuárias e urbanas, o desmatamento acelerado e as atividades de mineração ilegal (Amaral *et al.*, 2024), favorecem o aumento da densidade de algumas espécies e alteram a estrutura das comunidades, inclusive com a substituição parcial de vetores dominantes por espécies mais adaptadas a ambientes perturbados (Conn *et al.*, 2002; MacDonald & Mordecai, 2019; Chaves *et al.*, 2020). Esses fenômenos têm impacto direto na saúde pública, uma vez que estudos demonstram que, na Amazônia brasileira, a incidência da malária está intimamente associada ao desmatamento. Estima-se que cada quilômetro quadrado de floresta desmatada possa gerar até 27 novos casos da doença (Chaves *et al.*, 2018).

Não somente isso, como a competência dos vetores, a movimentação populacional e a eficiência dos serviços de saúde, também desempenham um papel crucial na propagação da malária, pois a malária é, e continua sendo, um grande desafio de saúde pública no Brasil, especialmente na região amazônica, onde mais de 99% dos casos são registrados (Fonseca; Oliveira; Menezes, 2025). Como forma de enfrentar esse problema, em 2022, o Brasil lançou um novo plano de eliminação da doença, estruturado em quatro fases progressivas: (i) reduzir o número de casos para menos de 68 mil até 2025, (ii) eliminar a malária causada por *Plasmodium falciparum* Welch, 1897 e erradicar as mortes pela doença até 2030, (iii) atingir zero casos e óbitos até 2035 e (iv) garantir a prevenção da reintrodução da malária a partir desse período (Arisco *et al.*, 2024).

1.2.1 Dinâmica epidemiológica da malária e fatores associados à transmissão

A malária continua sendo um importante problema de saúde pública em escala global, afetando principalmente populações de países em desenvolvimento, com maior impacto em regiões tropicais e subtropicais. Apesar dos avanços nas estratégias de controle, a doença ainda apresenta uma elevada incidência em várias partes do mundo, com milhões de casos registrados anualmente e significativa mortalidade associada, especialmente em áreas com condições socioambientais favoráveis à transmissão (WHO, 2020; 2021; 2022). Nas Américas, embora os números sejam inferiores aos observados em outras partes do mundo, a malária continua sendo endêmica em determinados países, incluindo o Brasil.

No território brasileiro, a transmissão da malária concentra-se majoritariamente na região amazônica, que responde por cerca de 99% dos casos notificados no país, enquanto as áreas extra-amazônicas registram apenas ocorrências esporádicas (Ferreira; Castro, 2016; Carlos *et al.*, 2019; Brasil, 2022; Buery *et al.*, 2021). A dinâmica epidemiológica da doença está diretamente relacionada à competência e à capacidade vetorial das espécies de anofelinos locais, dos quais *Anopheles (Nys.) darlingi* se destaca como o principal vetor no Brasil. Essa espécie apresenta elevada susceptibilidade aos plasmódios humanos, comportamento antropofílico e endofílico, além de ampla capacidade de transmissão em ambientes intra e peridomiciliares, sendo responsável pela maioria dos casos na Amazônia. Nessa região, estão documentadas infecções naturais por *Plasmodium vivax* Grassi & Feletti, 1890, *P. falciparum* e *P. malariae* Laveran, 1880, conforme registrado em estudos clássicos e contemporâneos (Rachou, 1958a; Deane, 1986, 1989; de Arruda *et al.*, 1989; Klein *et al.*, 1991).

Para além de *An. (Nys.) darlingi*, espécies como *An. (Nys.) albitarsis* s.l., *An. (Nys.) nuneztovari* s.l. e *An. (Nys.) triannulatus* s.l. vem sendo reconhecidas como vetores secundários da malária na Amazônia, com registros de infecção natural por *Plasmodium* em diferentes áreas da região (Rios-Velásquez *et al.*, 2013; Galardo *et al.*, 2010). Embora, em geral, apresentem menor competência vetorial em relação a *An. (Nys.) darlingi*, essas espécies podem contribuir para a transmissão em contextos locais específicos ou quando as condições ambientais desfavorecem o principal vetor (Deane, 1986). Ademais, alterações ambientais associadas à ação antrópica, como desmatamento e mudanças no uso do solo, influenciam a disponibilidade de criadouros e a abundância desses mosquitos, ampliando o risco de transmissão e tornando a epidemiologia da malária mais complexa e heterogênea na Amazônia (Anjos; Silva, 2023).

1.3 Anophelinae no Brasil

A subfamília Anophelinae apresenta ampla distribuição no território nacional, refletindo a diversidade ambiental do país. Embora a subfamília apresente diversidade em diferentes regiões, sua importância epidemiológica decorre do fato de que parte das espécies é capaz de transmitir protozoários do gênero *Plasmodium*, estabelecendo estreita relação entre a ecologia dos vetores e a dinâmica da malária no país (Sinka *et al.*, 2012; WHO, 2022). Essa diversidade, atualmente reconhecida

para o território brasileiro (Tab. 1 e 2), reflete tanto a complexidade ambiental do país quanto os avanços recentes no conhecimento taxonômico e sistemático do grupo (Sallum *et al.*, 2024).

Tabela 1: Espécies válidas do gênero *Anopheles* e dos subgêneros *Anopheles*, *Kerteszia*, *Lophopodomyia* e *Stethomyia* encontradas no Brasil. **Fonte:** Elaborada pela autora, baseada no estudo de Sallum *et al.* (2024), 2025.

Subgênero - Série	Espécie – Autor - Data
<i>Anopheles</i> Meigen, 1818 Série Arribalzagia	<i>anchietai</i> Corrêa & Ramalho, 1968
	<i>apicimacula</i> Dyar & Knab, 1906
	<i>bustamantei</i> Galvão, 1955
	<i>costai</i> da Fonseca & da Silva Ramos, 1940
	<i>evandroi</i> da Costa Lima, 1937
	<i>fluminensis</i> Root, 1927
	<i>forattinii</i> Wilkerson & Sallum, 1999
	<i>guarao</i> Anduze & Capdevielle, 1949
	<i>maculipes</i> (Theobald, 1903)
	<i>mattogrossensis</i> Lutz & Neiva, 1911
	<i>medialis</i> Harbach, 2018
	<i>mediopunctatus</i> (Lutz, 1903)
	<i>minor</i> da Costa Lima, 1929
	<i>neomaculipalpus</i> Curry, 1931
<i>perysassui</i> Dyar & Knab, 1908	
<i>pseudomaculipes</i> (Chagas, 1908)	
<i>punctimacula</i> Dyar & Knab, 1906	
<i>rachoui</i> Galvão, 1952	
<i>shannoni</i> Davis, 1931	
Série <i>Anopheles</i>	<i>eiseni geometricus</i> Corrêa, 1944
	<i>tibiamaculatus</i> (Neiva, 1906)
<i>Kerteszia</i> Theobald, 1905	<i>bambusicolus</i> Komp, 1937
	<i>bellator</i> Dyar & Knab, 1906
	<i>cruzei</i> Dyar & Knab, 1908
	<i>homunculus</i> Komp, 1937
	<i>laneanus</i> Corrêa & Cerqueira, 1944
	<i>lepidotus</i> Zavortink, 1973
<i>Lophopodomyia</i> Antunes, 1937	<i>neivai</i> Howard, Dyar & Knab, 1913
	<i>gilesi</i> (Neiva, 1908)
	<i>pseudotibiamaculata</i> Galvão & Barretto, 1941
<i>Stethomyia</i> Theobald, 1902	<i>squamifemur</i> Antunes, 1937
	<i>kompfi</i> Edwards, 1930
	<i>nimbus</i> (Theobald, 1902)
	<i>thomasi</i> Shannon, 1933

No contexto brasileiro, a Região Amazônica destaca-se como o principal centro de diversidade e relevância epidemiológica de Anophelinae, concentrando a maior riqueza de espécies e os principais vetores da malária. Espécies do subgênero

Nyssorhynchus, especialmente *An. (Nys.) darlingi*, desempenham papel central na transmissão da doença, em razão de sua ampla distribuição, elevada capacidade vetorial e adaptação a ambientes naturais e antropicamente modificados (Deane, 1986; Sallum *et al.*, 2019; 2024).

Tabela 2: Espécies válidas do subgênero *Nyssorhynchus* encontradas no Brasil. **Fonte:** Elaborada pela autora, baseada no estudo de Sallum *et al.* (2024), 2025

Subgênero - Série	Grupo	Subgrupo	Complexo	Espécie – autor - data		
<i>Nyssorhynchus</i> Blanchard, 1852 Série Oswaldoi	Oswaldoi	Oswaldoi		<i>aquasalis</i> Curry, 1932		
				<i>evansae</i> (Brèthes, 1926)		
				<i>galvaoi</i> Causey, Deane & Deane, 1943		
				<i>ininii</i> Senevet & Abonnenc, 1938		
				<i>oswaldoi</i> (Peryassú, 1922) (s.s.)		
				<i>rangeli</i> Gabaldón, Cova Garcia & López, 1940		
				Konderi	<i>konderi</i> Galvão & Damasceno, 1942 (s.s.)	
				Nuneztovari	<i>dunhami</i> Causey, 1945	
					<i>goeldii</i> Rozeboom & Gabaldón, 1941	
					<i>jamariensis</i> (Sant'Ana & Sallum, 2024)	
					<i>nuneztovari</i> Gabaldón, 1940 (s.s.)	
				Strodei	Arthuri	<i>albertoi</i> Unti, 1941
						<i>arthuri</i> Unti, 1941 (s.s.)
						<i>ibiapabaensis</i> (Sant'Ana & Sallum, 2024)
			<i>rondoni</i> (Neiva & Pinto, 1922)			
			<i>rondoniensis</i> (Sant'Ana & Sallum, 2024)			
			<i>striatus</i> Sant'Ana & Sallum, 2016			
			<i>strodei</i> Root, 1926			

			<i>untii</i> (Sant'Ana & Sallum, 2024)
		Benarrochi	<i>benarrochi</i> Gabaldón, Cova Garcia & López, 1941 (s.s.)
	Triannulatus		<i>halophylus</i> Silva-do-Nascimento & Lourenço-de-Oliveira, 2002
			<i>triannulatus</i> (Neiva & Pinto, 1922) (s.s.)
Série Albitarsis	Albitarsis	Albitarsis	<i>albitarsis</i> Lynch Arribálzaga, 1878 (s.s.)
			<i>deaneorum</i> Rosa-Freitas, 1989
			<i>janconnae</i> Wilkerson & Sallum, 2009
			<i>marajoara</i> Galvão & Damasceno, 1942
			<i>oryzalimnetes</i> Wilkerson & Motoki, 2009
		Braziliensis	<i>braziliensis</i> (Chagas, 1907)
Série Argyritarsis	Argyritarsis		<i>argyritarsis</i> Robineau-Desvoidy, 1827
			<i>sawyeri</i> Causey, Deane, Deane & Sampaio, 1943
		Darlingi	<i>darlingi</i> Root, 1926
		Lanei	<i>lanei</i> Galvão & Franco do Amaral, 1938
Série Myzorhynchella			<i>antunesi</i> Galvão & Franco do Amaral, 1940
			<i>guarani</i> Shannon, 1928
			<i>lutzii</i> Cruz, 1901 (s.s.)
			<i>nigritarsis</i> (Chagas, 1907)
			<i>parvus</i> (Chagas, 1907)
			<i>pristinus</i> Nagaki & Sallum, 2010

Fora da Amazônia, a ocorrência de anofelinos vetores é mais restrita e frequentemente associada a ambientes particulares, como áreas litorâneas e

remanescentes florestais. Espécies do subgênero *Kerteszia*, por exemplo, estão relacionadas à transmissão da malária na Mata Atlântica, com destaque para *An. (Ker.) cruzii*, cuja biologia está intimamente ligada a bromélias e ambientes florestais úmidos (Consoli; Lourenço-de-Oliveira, 1994; Chaves *et al.*, 2016). Ainda assim, o conhecimento sobre a distribuição e diversidade de Anophelinae no Brasil permanece condicionado à desigualdade no esforço amostral, com maior concentração de estudos na Amazônia e Mata Atlântica da região sudeste e lacunas significativas em outras regiões, o que reforça a necessidade de abordagens integradas e atualizadas em escala nacional (Carlos *et al.*, 2019; Sallum *et al.*, 2024).

1.4 Fauna anofélica no Estado do Maranhão

O Brasil abriga a maior diversidade de espécies de mosquitos conhecida mundialmente, condição associada à sua ampla extensão territorial e à predominância de climas tropicais (Foley *et al.*, 2007). Apesar disso, a produção científica sobre esses insetos apresenta distribuição desigual no território nacional, concentrando-se sobretudo nos grandes centros de pesquisa da região Sudeste e na Amazônia. Enquanto estados inseridos ou adjacentes ao bioma Amazônico contam com maior volume de informações, áreas historicamente menos investigadas tendem a ter sua riqueza específica sub-representada.

Nesse contexto, a análise dos registros de anofelinos nas regiões Norte e Nordeste revela que a proximidade com a Amazônia contribui para um conhecimento relativamente mais consistente sobre a ocorrência dessas espécies. Ainda assim, estados localizados fora do principal eixo de pesquisa, como o Maranhão, permanecem com informações fragmentadas sobre a composição de sua fauna anofélica, especialmente quando consideradas diferentes regiões e ecossistemas do estado.

No Maranhão, os estudos desenvolvidos a partir da década de 1980 concentram-se, em sua maioria, em aspectos ecológicos e comportamentais das espécies, com destaque para os trabalhos de Rebêlo *et al.* (1997), Xavier e Rebêlo (1999), Oliveira-Pereira e Rebêlo (2000), Lopes *et al.* (2016) e Barros *et al.* (2020). Entre as contribuições de caráter mais abrangente, destacam-se a análise da distribuição de espécies do gênero *Anopheles* com base em dados da Fundação Nacional de Saúde – FUNASA (Rebêlo *et al.*, 2007) e a listagem de espécies registradas na Amazônia Maranhense, elaborada a partir de levantamentos

conduzidos pelo Laboratório de Entomologia e Vetores da Universidade Federal do Maranhão (Rebêlo *et al.*, 2011).

Até o momento, foram registradas no estado 29 espécies do gênero *Anopheles* e uma espécie do gênero *Chagasia*, com ampla distribuição espacial, excetuando-se áreas do sul e sudeste maranhense, onde os registros ainda são escassos em razão da baixa cobertura amostral (Xavier; Mattos, 1989; Rebêlo *et al.*, 2007). A maior parte dessas espécies ocorre na porção amazônica do estado, que concentra cerca de 90% dos registros conhecidos (Rebêlo *et al.*, 2011). Esses padrões evidenciam o papel das formações florestais maranhenses, especialmente nas zonas de transição entre o Cerrado e a Floresta Amazônica, na manutenção da diversidade de anofelinos. Contudo, os próprios registros observados podem refletir limitações no esforço de amostragem, como já discutido por Rebêlo *et al.* (2007; 2011).

Dessa forma, apesar da expressiva diversidade de ecossistemas presentes no Maranhão, levantamentos faunísticos em escala estadual ainda são relativamente escassos, o que dificulta uma compreensão mais precisa da biodiversidade local. Iniciativas como as de Rebêlo *et al.* (2007; 2011), Prado *et al.* (2019), Vieira e Oliveira (2020) e Amorim *et al.* (2022) têm contribuído para ampliar esse conhecimento e fornecer subsídios para ações de conservação. Nesse cenário, a ampliação de estudos sistemáticos, ou seja, pesquisas que de forma metodológica e abrangente, integram a taxonomia à ecologia e à epidemiologia dos vetores, torna-se essencial. Essa abordagem é fundamental tanto para aprofundar o entendimento sobre a fauna de mosquitos quanto para apoiar estratégias de vigilância e controle de doenças transmitidas por vetores (Machado, 2024; Carvalho *et al.*, 2025)

1.4.1 Os biomas do estado do Maranhão

O Maranhão ocupa uma posição singular no território brasileiro por estar inserido em uma ampla zona de contato entre diferentes biomas. No estado ocorrem formações associadas à Amazônia, ao Cerrado e à Caatinga, além de uma expressiva faixa costeira marcada por ecossistemas como manguezais, restingas, campos inundáveis, estuários e dunas, o que resulta em elevada diversidade ambiental (Brasil, 2018; Almeida *et al.*, 2018; Walter, 2006; Ferreira do Carmo *et al.*, 2025; Spinelli-Araújo *et al.*, 2016; Terceiro *et al.*, 2013). Essa singularidade reflete variações graduais de clima, relevo e solos, que se distribuem de forma contínua ao longo do território, sem limites abruptos entre os biomas.

Um aspecto marcante da paisagem maranhense é a predominância de áreas de transição ecológica, especialmente entre a Amazônia e o Cerrado. Nessas zonas ecotonais, observam-se mosaicos de formações florestais densas, florestas estacionais, cerradões, savanas e áreas de campos naturais, que favorecem a coexistência de espécies provenientes de diferentes domínios biogeográficos (Santos *et al.*, 2011; Moro *et al.*, 2016; Gomes *et al.*, 2022). Por se tratar de ambientes dinâmicos e sensíveis, esses ecótonos respondem de forma intensa às mudanças climáticas e às transformações antrópicas, especialmente aquelas relacionadas ao desmatamento e à alteração do uso do solo.

A diversidade de biomas, ecótonos e ecossistemas no Maranhão exerce influência direta sobre a distribuição e a composição da biodiversidade estadual. Ambientes como florestas de terra firme, áreas alagáveis, cerrados *sensu stricto*, matas de galeria e sistemas costeiros criam condições distintas para o estabelecimento das comunidades biológicas, contribuindo para padrões espaciais complexos e, frequentemente, pouco documentados (ICMBIO, 2018; Carlos *et al.*, 2019). Nesse contexto, a compreensão dos biomas e ecossistemas maranhenses é fundamental para estudos ecológicos e biogeográficos, especialmente aqueles voltados à análise da distribuição de organismos cuja ocorrência está fortemente associada às características ambientais.

2 JUSTIFICATIVA

Grande parte dos estudos que abrangem a subfamília Anophelinae no Maranhão são limitados aos aspectos epidemiológicos das espécies, visto que os anofelinos são os principais vetores da malária, enquanto pesquisas sobre a distribuição geográfica, padrões de distribuição, ecologia e taxonomia são mais escassos. Se considerarmos a ampla diversidade ambiental do estado, que abriga biomas como a Amazônia e Cerrado, zonas de transição, áreas litorâneas e manguezais, torna-se fundamental ampliar o conhecimento sobre a composição e a distribuição desses insetos vetores.

A identificação das espécies e o mapeamento de áreas pouco exploradas fornecem subsídios essenciais para pesquisas futuras e para a definição de estratégias mais precisas de monitoramento e controle de doenças transmitidas por esses insetos. Sendo assim, este estudo busca analisar a composição e distribuição dessas espécies nos biomas e ecossistemas do Maranhão, identificando padrões e

lacunas de amostragem a partir de registros de ocorrência. Dessa forma, poderá contribuir para a ampliação do conhecimento sobre a fauna de Anophelinae no Maranhão e fornecerá subsídios para futuras pesquisas e estratégias de monitoramento.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Analisar a composição e distribuição das espécies de Anophelinae nos biomas, ecossistemas e municípios do Maranhão, identificando padrões biogeográficos e lacunas de amostragem por meio de registros de ocorrência.

3.2 Objetivos específicos

- Identificar a riqueza de espécies em diferentes biomas (amazônia, cerrado, caatinga), ecossistemas e municípios do Estado do Maranhão;
- Avaliar a segregação das espécies entre os biomas e ecossistemas;
- Mapear áreas com deficiência de amostragem de Anophelinae no estado;
- Investigar a similaridade da fauna local em relação às faunas amazônica e nordestina;
- Construir mapas representando a distribuição das espécies registradas.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Área de estudo

O presente estudo foi realizado no estado do Maranhão (Fig. 1), que possui uma extensão aproximada de 329.651,478 km² (IBGE, 2025) e encontra-se situado entre as coordenadas -1.016666 e -10.35 de latitude e -41.8 e -48.833333 de longitude. O estado está limitado ao norte com o Oceano Atlântico, ao sul e sudoeste com o estado do Tocantins, a oeste com o Pará e a leste e sudeste com o Piauí (Maranhão, 2024). A divisão política do estado engloba 217 municípios. Sob a perspectiva biogeográfica, o território maranhense apresenta uma composição heterogênea, abrangendo aproximadamente 64,1% de áreas de Cerrado, 34,8% de Amazônia e 1,1% de Caatinga. Em função dessa configuração, 138 municípios encontram-se associados ao bioma Cerrado, 110 à Amazônia e 15 à Caatinga, sendo que 209 municípios estão inseridos na área da Amazônia Legal, localizada a oeste do meridiano de 44° (Spinelli-Araújo *et al.*, 2016).

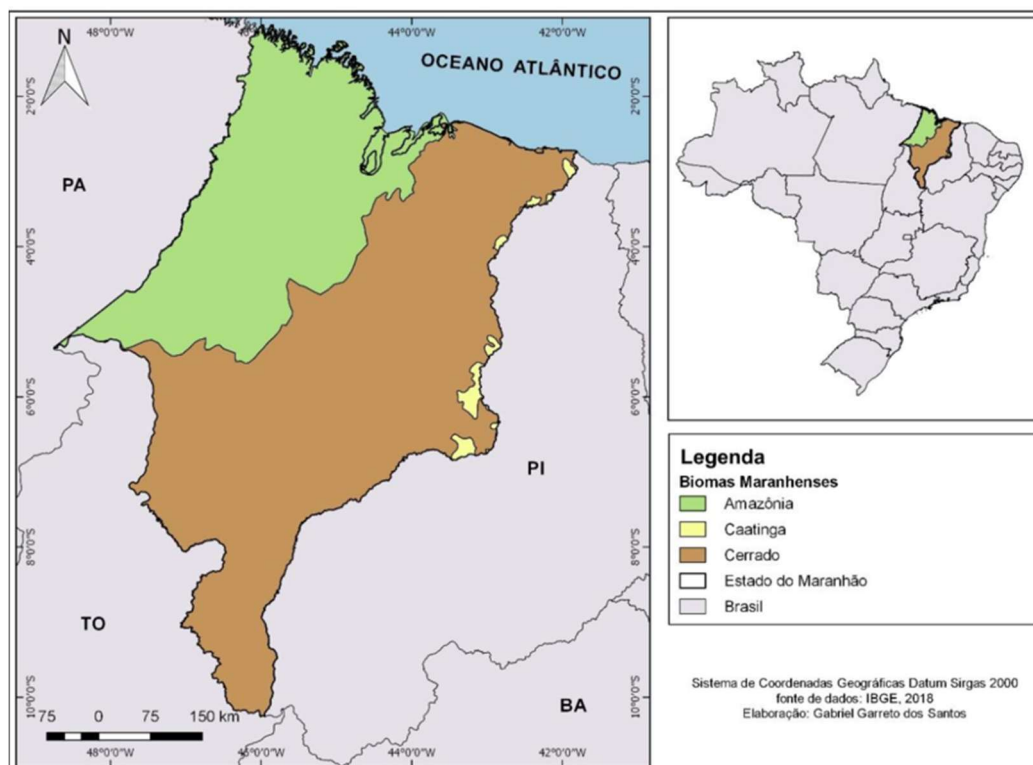


Figura 1: Distribuição dos biomas maranhenses. Fonte: Santos *et al.*, 2020.

O Maranhão apresenta uma posição geográfica situada em uma zona de transição entre os biomas Amazônico e Cerrado, isso garante ao estado uma elevada diversidade ambiental e ecológica (Rebêlo *et al.*, 2007). Dentre os principais ecossistemas, é válido destacar alguns como a Baixada Maranhense, caracterizada por extensas planícies alagáveis com regime de inundação sazonal (Veloso, 1964); os Lençóis Maranhenses, apresentando um ecossistema singular com lagos e dunas, lagoas interdunares, vegetação de restinga e formações de manguezais (Amaral *et al.*, 2019); a Mata de Cocais, com formação vegetal de transição entre a Floresta Amazônica e Cerrado, e de acordo com Santos-Filho *et al.* (2013), com nítido predomínio de palmeiras como o babaçu (*Attalea speciosa* Mart. ex Spreng.) e a carnaúba (*Copernicia prunifera* (Mill.) H.E. Moore); além da maior faixa de manguezais do Brasil, distribuída ao longo da costa maranhense (Nascimento Jr. *et al.*, 2012). Pequenas manchas de Caatinga também ocorrem no estado, especialmente em sua porção leste, próximas à divisa com o Piauí (Rufino *et al.*, 2024).

As áreas que integram o bioma Amazônico no estado, são caracterizadas pelo clima predominantemente úmido e elevada disponibilidade hídrica ao longo do ano. Isso garante a dominância de formações vegetais mais densas, com estratos arbóreos

mais robustos e alta complexidade estrutural, além de áreas periodicamente inundadas e zonas alagadas permanentes. A presença desses ambientes favorece a manutenção de elevada diversidade biológica, especialmente de insetos associados a corpos d'água e áreas florestadas (Rebêlo *et al.*, 2007; Junk *et al.*, 2011).

No território maranhense, o bioma Cerrado é o principal domínio territorial, ocupando uma grande área do estado. A composição dele difere do Cerrado contínuo do Planalto Central, sendo ele subdividido em “Cerradinho”, Cerrado e “Cerradão”, conforme as transições graduais entre formações abertas e ambientes florestais mais densos (Almeida *et al.*, 2018). A composição florística e estrutural dessa região reflete a influência simultânea de biomas próximos, resultando em conjuntos vegetacionais distintos e elevados níveis de endemismo regional (Felfili *et al.*, 2005; Ribeiro & Walter, 2008).

Em contraste com esses biomas, a Caatinga ocorre de forma restrita no Maranhão, estando associada a áreas mais secas das porções leste e sudeste do estado. As condições climáticas mais sazonais e menor disponibilidade hídrica moldam uma vegetação composta por espécies adaptadas ao estresse hídrico, com estratégias como perda sazonal de folhas e estruturas lenhosas especializadas. Embora essa formação seja espacialmente limitada, desempenha um papel significativo na composição ambiental do estado, sobretudo por integrar uma zona de transição ecológica com o Cerrado (Leal *et al.*, 2005; Carmignotto & Astúa, 2017). A coexistência desses biomas confere ao Maranhão características singulares no contexto biogeográfico brasileiro, influenciando diretamente a distribuição e a composição de sua fauna.

4.2 Levantamento bibliográfico, material da coleção e organização dos dados

Neste estudo foram analisados materiais bibliográficos, registros provenientes de coleções entomológicas e espécimes depositados na Coleção Entomológica do Laboratório de Entomologia e Vetores (LEV), vinculada ao Departamento de Biologia (DEBIO) da Universidade Federal do Maranhão (UFMA). O levantamento bibliográfico foi feito de forma sistematizada, com o objetivo de reunir registros históricos e atuais sobre a ocorrência de espécies de Anophelinae no estado do Maranhão. As buscas foram realizadas em bases de dados eletrônicas de ampla cobertura científica, incluindo o Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de

Nível Superior (CAPES) e o Google Acadêmico, utilizando descritores relacionados ao grupo taxonômico e à área de estudo.

Adicionalmente, foram consultadas bibliotecas físicas de instituições acadêmicas localizadas em São Luís, Maranhão, incluindo a UFMA, a Universidade Estadual do Maranhão (UEMA) e o Instituto Federal do Maranhão (IFMA), possibilitando o acesso a trabalhos mais antigos, relatórios técnicos, trabalhos de conclusão de curso, dissertações e teses relevantes para o levantamento faunístico. Como forma de complementar e validar os registros obtidos na literatura, foram consultados catálogos de coleções entomológicas de acesso aberto, incluindo o Museu Paraense Emílio Goeldi (Belém, PA), a Coleção de Mosquitos Neotropicais do Instituto René Rachou – Fiocruz (Belo Horizonte, MG) e a Coleção de Culicidae do Instituto Oswaldo Cruz – Fiocruz (Rio de Janeiro, RJ).

A análise dos espécimes de Anophelinae depositados no LEV, procedeu-se, então, incluindo material previamente coletado, espécimes oriundos de *backlog* institucional e amostras provenientes de projetos de pesquisa atuais e anteriores, doações de ex-integrantes do laboratório atuantes em consultorias ambientais e material encaminhado por alunos do curso de Ciências Biológicas. Os espécimes analisados foram coletados ao longo de diferentes períodos, localidades e por meio de diferentes métodos de captura, de acordo com os objetivos dos projetos que originaram o material. Em alguns casos, os rótulos não apresentavam informações detalhadas sobre o método específico de coleta, o que limita inferências mais precisas acerca das interações ecológicas e do comportamento das espécies no ambiente natural.

As coletas recentes conduzidas por projetos vinculados ao LEV empregaram diferentes metodologias de captura, incluindo armadilhas luminosas do tipo CDC-HP (Pugedo *et al.*, 2005), armadilhas de Shannon (Shannon, 1939), capturas manuais com aspiradores do tipo Castro e busca ativa por formas imaturas em criadouros naturais e artificiais (Silver, 2008). Todo o material analisado e identificado neste estudo foi incorporado à Coleção Entomológica do LEV, quando em adequado estado de conservação. A identificação taxonômica dos espécimes foi realizada com base em chaves dicotômicas especializadas, tendo como referência principal a proposta por Sallum *et al.* (2020b). Os espécimes coletados no âmbito deste trabalho passaram pelos procedimentos padronizados de alfinetagem e etiquetagem, assegurando sua correta preservação.

As informações associadas aos espécimes foram sintetizadas no banco de dados digital elaborado no *software* Microsoft Excel®, contendo, sempre que disponíveis, os seguintes campos: gênero, subgênero, espécie, localidade, município, ecossistema, bioma, data de coleta (dia, mês e ano), latitude, longitude, altitude e fonte do material (literatura, coleção, *backlog* ou coletas). Todos os registros, independentemente de sua origem, foram integrados em um único banco de dados, que subsidiou as análises realizadas neste estudo.

4.3 Análises espaciais e composição faunística

Para a descrição da distribuição espacial amostral de Anophelinae no estado do Maranhão, foram elaborados mapas baseados na estimativa de densidade de Kernel (*Kernel Density Estimation* – KDE), utilizando as coordenadas geográficas dos registros catalogados. O método de KDE é amplamente empregado em estudos ecológicos e biogeográficos por permitir a identificação de áreas de maior concentração de registros, reduzindo o efeito de pontos isolados e evidenciando padrões espaciais de ocorrência (Worton, 1989; Silverman, 1986). As análises foram conduzidas adotando uma largura de banda de 1 km, considerada adequada à escala espacial do banco de dados utilizado. A partir dos mapas gerados, foi possível identificar regiões com maior densidade de registros de Anophelinae, bem como áreas com possível déficit de esforço amostral nos diferentes biomas e ecossistemas do estado.

Para contextualizar a influência da ação antrópica sobre os biomas do estado e subsidiar a interpretação dos padrões espaciais de distribuição de Anophelinae, foram utilizados dados do *Human Footprint Index* (HFI), que quantifica a intensidade da ação antrópica sobre o ambiente a partir da integração de variáveis relacionadas à infraestrutura, uso da terra, densidade populacional e acessibilidade humana (Sanderson *et al.*, 2002; Venter *et al.*, 2016a). Foram considerados os produtos disponíveis para o período entre 2000 e 2020, permitindo a análise espacial da degradação ambiental acumulada ao longo das últimas décadas.

A elaboração dos mapas foi realizada no *software* QGIS, versão 3.44.4 (QGIS *Development Team*, 2024), utilizando bases cartográficas provenientes do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2025) e da plataforma OpenStreetMap (OpenStreetMap Contributors, 2024). Todos os dados espaciais foram padronizados no sistema de referência geodésico SIRGAS 2000, com projeção cartográfica Brazil

Polyconic (EPSG 5880), garantindo a compatibilidade espacial entre as camadas analisadas. Para a análise da distribuição e da composição de espécies nos biomas e ecossistemas do Maranhão, os registros de ocorrência de Anophelinae foram integrados às camadas ambientais disponíveis, permitindo a visualização da densidade amostral e a identificação de áreas com maior concentração de registros, bem como regiões com lacunas de amostragem, conforme abordagens amplamente utilizadas em estudos de ecologia espacial (Fortin & Dale, 2005).

4.4 Análise de similaridade faunística

Com o intuito de traçar um panorama comparativo inicial, foi avaliada a similaridade da fauna anofélica do Maranhão em relação a um conjunto amostral de registros de outros estados das regiões Norte e Nordeste. A análise foi baseada em uma matriz de presença e ausência construída a partir de uma compilação seletiva de registros disponíveis na literatura científica especializada. O Maranhão foi considerado como uma unidade geográfica independente e comparado separadamente com cada uma dessas regiões. No caso da Região Nordeste, foram incluídos apenas os demais estados nordestinos, excluindo-se o Maranhão das análises comparativas.

Para cada uma das comparações, foram calculados os índices de similaridade de Jaccard e de Sørensen (Jaccard, 1901; Sørensen, 1948), muito utilizados em estudos biogeográficos e ecológicos voltados à análise qualitativa da composição de espécies (Magurran, 2021; Krebs, 1999). O índice de Jaccard foi utilizado por seu caráter mais conservador, uma vez que tende a penalizar a presença de espécies exclusivas, enquanto o índice de Sørensen foi adotado por atribuir maior peso às espécies compartilhadas entre as áreas analisadas, sendo assim mais sensível à similaridade faunística (Legendre & Legendre, 2012).

As análises foram conduzidas com base em dados secundários, os quais não são padronizados quanto ao esforço amostral, aos períodos de coleta ou aos métodos de captura. Assim, os resultados foram interpretados de forma exploratória, com o objetivo de identificar padrões gerais de similaridade faunística entre o Maranhão e as regiões adjacentes, sem a pretensão de realizar inferências quantitativas robustas.

5 RESULTADOS

5.1 Distribuição das espécies por município

Foram registradas 28 espécies de anofelinos, que encontram-se agrupadas na Tabela 3, embora algumas não tenham sido identificadas devido à má preservação de estruturas diagnósticas. Além disso, a ausência de análise molecular impediu a identificação de espécies crípticas, e um táxon, classificado apenas em nível de gênero, que permaneceu inconclusivo. A distribuição municipal dessas espécies no estado do Maranhão sintetiza os registros disponíveis a partir da literatura compilada (Ahid & Lourenço-de-Oliveira, 1999; Aragão *et al.*, 2018; Barros *et al.*, 2015; 2020; Causey *et al.*, 1944; Cerqueira, 1961; Costa-Neta *et al.*, 2017; 2018; 2023; Coutinho, 1947; Deane *et al.*, 1946; 1947; 1948; Faran, 1980; 1981; Faran & Linthicum, 1981; Ferreira Neto *et al.*, 1970; Figueiredo *et al.*, 2017; Foley *et al.*, 2014; Forattini, 1962; Forattini *et al.*, 1970; Gabaldon & Cova-Garcia, 1952; Lane, 1953; Laporta *et al.*, 2015; Lopes *et al.*, 2016; Motoki *et al.*, 2007; Nagaki *et al.*, 2010; Oliveira-Pereira & Rebêlo, 2000; Peyton *et al.*, 1983; Rachou, 1958a; Rachou *et al.*, 1958b; Rebêlo *et al.*, 1997; Rebêlo, 2000; Rebêlo *et al.*, 2007; Rebêlo *et al.*, 2011; Ribeiro *et al.*, 2005; Sallum *et al.*, 2002; Silva *et al.*, 2006; Silva *et al.*, 2018; Vasconcelos *et al.*, 1989; Viana, 2022; Wilke *et al.*, 1980; Xavier & Mattos, 1989; Xavier & Rebêlo, 1999), do material de backlog, composto por espécimes coletados entre os anos de 2019 a 2025, apresnetando uma visualização detalhada da ocorrência das espécies em escala municipal.

Dentre as espécies com maior número de registros e distribuição mais ampla no estado destacam-se: *Anopheles (Nyssorhynchus) albitarsis* sensu lato, *An. (Nys.) aquasalis*, *An. (Nys.) darlingi*, *An. (Nys.) goeldii* Rozeboom & Gabaldon, 1941 e *An. (Nys.) triannulatus* Neiva & Pinto, 1922. Esses táxons ocorreram em diversos municípios maranhenses, indicando ampla distribuição espacial e confirmando seu caráter comum e ecologicamente relevante na fauna anofélica regional, conforme já observado em levantamentos recentes conduzidos em diferentes regiões do Brasil (Sallum *et al.*, 2024; Sánchez-Ribas *et al.*, 2025).

Tabela 3: Distribuição municipal das espécies de Anophelinae registradas no estado do Maranhão. **Autoria:** Elaborado pela autora, 2025.

ESPÉCIES	MUNICÍPIOS
<i>An. (Anopheles) costailforattinii</i>	Anapurus, Belágua, Humberto de Campos, Icatu, Imperatriz, Mata Roma, Pinheiro, Presidente Vargas, Rosário, Santa Luzia, São José de Ribamar, São Luís e Urbano Santos (5, 6, 10, 12, 13, 14, 15, 19, 20, 23, 24, 36, 37, 44)
<i>An. (Ano.) eiseni</i> Coquillett, 1902	Icatu e Presidente Sarney (10, 24, 36, 37, 44)

<i>An. (Ano.) fluminensis</i> Root, 1927	Santa Luzia (19, 44)
<i>An. (Ano.) maculipes</i> (Theobald, 1903)	Apicum-Açu, Barreirinhas, Bom Jardim, Guimarães, Pinheiro e Turilândia (36, 37)
<i>An. (Ano.) medialis</i> Harbach, 2018	Alto Alegre do Maranhão, Araguanã, Axixá, Barreirinhas, Centro Novo do Maranhão, Governador Nunes Freire, Icatu, Maracaçumé, Monção, Nina Rodrigues, Pindaré-Mirim, Presidente Vargas, Rosário, Santa Luzia, Santa Rita, São Luís e Urbano Santos (6, 10, 12, 13, 14, 15, 19, 24, 36, 37, 43, 44)
<i>An. (Ano.) minor</i> da Costa Lima, 1929	Boa Vista do Gurupi, Bom Jardim, Carutapera, Godofredo Viana e Humberto de Campos (10, 24, 36, 37)
<i>An. (Ano.) neomaculipalpus</i> (Curry, 1931)	Chapadinha (9, 11)
<i>An. (Ano.) peryassui</i> Dyar & Knab, 1908	Açailândia, Anapurus, Apicum-Açu, Belágua, Caxias, Chapadinha, Cururupu, Guimarães, Mata Roma, São Benedito do Rio Preto, São Luís, São Pedro dos Crentes e Urbano Santos (5, 6, 10, 12, 13, 14, 15, 23, 24, 36, 37, 44)
<i>An. (Ano.) pseudomaculipes</i> (Chagas, 1908)	Cururupu, Presidente Sarney e Turilândia (36, 37)
<i>An. (Ano.) shannoni</i> Davis, 1931	Barreirinhas, São Benedito do Rio Preto e São José de Ribamar (20, 36)
<i>An. (Nyssorhynchus) albitarsis</i> s.l. Lynch Arribálzaga, 1878 [Complexo Albitarsis]	Açailândia, Água Doce do Maranhão, Alcântara, Alto Alegre do Maranhão, Amarante do Maranhão, Anajatuba, Anapurus, Apicum-Açu, Araguanã, Araiões, Arame, Arari, Bacabal, Bacabeira, Balsas, Barra do Corda, Barreirinhas, Bela Vista do Maranhão, Boa Vista do Gurupi, Bom Jardim, Bom Jesus das Selvas, Brejo, Buriti, Buriticupu, Buritirana, Cajari, Campestre do Maranhão, Cândido Mendes, Cantanhede, Carutapera, Caxias, Centro Novo do Maranhão, Chapadinha, Cidelândia, Codó, Conceição do Lago-Açu, Coroatá, Cururupu, Davinópolis, Esperantinópolis, Estreito, Formosa da Serra Negra, Godofredo Viana, Governador Edison Lobão, Governador Nunes Freire, Grajaú, Governador Luiz Rocha, Humberto de Campos, Icatu, Igarapé do Meio, Igarapé Grande, Imperatriz, Itapecuru Mirim, Itinga do Maranhão, João Lisboa, Joselândia, Lago do Junco, Lago Verde, Lima Campos, Magalhães de Almeida, Maracaçumé, Mata Roma, Matões, Milagres do Maranhão, Miranda do Norte, Monção, Montes Altos, Morros, Nina Rodrigues, Nova Olinda do Maranhão, Odorico Mendes, Paço do Lumiar, Paulino Neves, Pedreiras, Peritoró, Pindaré-Mirim, Pinheiro, Pio XII, Pirapemas, Poção de Pedras, Porto Franco, Presidente Sarney, Presidente Vargas, Primeira Cruz, Raposa, Ribamar Fiquene, Rosário, Santa Helena, Santa Inês, Santa Luzia, Santa Quitéria do Maranhão, Santa Rita, Santana do Maranhão, Santo Antônio dos Lopes, São Bernardo, São Francisco do Brejão, São João dos Patos, São José de Ribamar, São Luís, São Luís Gonzaga do Maranhão, São Pedro da Água Branca, São Pedro dos Crentes, Senador La Rocque, Serrano do Maranhão, Sítio Novo, Timon, Trizidela do Vale, Tufilândia, Turiaçu, Turilândia, Tutóia, Urbano Santos, Vargem Grande, Viana, Vitória do Mearim, Vitorino Freire e Zé Doca (4, 5, 6, 7, 10, 12, 13, 14, 15, 19, 21, 24, 26, 27, 30, 32, 34, 35, 36, 37, 41, 43, 44, 45)
<i>An. (Nys.) antunesi</i> (Galvão & Franco do Amaral, 1940)	Nina Rodrigues e Paço do Lumiar (29, 36)
<i>An. (Nys.) aquasalis</i> (Curry, 1932)	Odorico Mendes, Alcântara, Apicum-Açu, Araiões, Arari, Axixá, Bacabeira, Barreirinhas, Cândido Mendes, Carutapera, Cedral, Godofredo Viana, Governador Luiz Rocha, Guimarães, Humberto de Campos, Icatu, Itapecuru Mirim, Lima Campos, Monção, Morros, Paço do Lumiar, Pinheiro, Primeira Cruz, Raposa, Rosário, Santa Helena, São José de Ribamar, São Luís, São Luís Gonzaga do Maranhão, Serrano do Maranhão, Tutóia, Viana e Vitória do Mearim (1, 3, 4, 5, 6, 10, 12, 13, 14, 15, 18, 20, 24, 30, 32, 33, 35, 36, 37, 38, 40, 44, 45)
<i>An. (Nys.) argyritarsis</i> (Robineau-Desvoidy, 1827)	Alcântara, Araiões, Bacabal, Barão do Grajaú, Barreirinhas, Buriticupu, Cândido Mendes, Caxias, Chapadinha, Codó, Coroatá, Governador Edison Lobão, Governador Luiz Rocha, Imperatriz, Itapecuru Mirim, Morros, Paço do Lumiar, Pastos Bons, Pedreiras, Pinheiro, Raposa, Rosário, São João dos Patos, São José de Ribamar, São Luís, São Luís Gonzaga do Maranhão, Timon, Vargem Grande e Viana (2, 5, 6, 7, 8, 10, 12, 13, 14, 15, 24, 30, 32, 34, 35, 36, 37, 43, 44)
<i>An. (Nys.) braziliensis</i> (Chagas, 1907)	Anapurus, Barão de Grajaú, Barreirinhas, Caxias, Cururupu, Icatu, Imperatriz, Mata Roma, Morros, Nina Rodrigues, Paço do Lumiar, Pedreiras, Pinheiro, Raposa, São Benedito do Rio Preto, São João dos Patos, São José de Ribamar,

	São Luís e Urbano Santos (5, 6, 10, 12, 13, 14, 15, 19, 24, 25, 30, 32, 35, 36, 37, 44)
<i>An. (Nys.) darlingi</i> (Root, 1926)	Açailândia, Alto Alegre do Maranhão, Amarante do Maranhão, Apicum-Açu, Araganã, Arame, Arari, Bacabal, Barra do Corda, Bela Vista do Maranhão, Boa Vista do Gurupi, Bom Jardim, Bom Jesus das Selvas, Brejo, Buriticupu, Buritirana, Cajari, Campestre do Maranhão, Cantanhede, Carolina, Caxias, Centro Novo do Maranhão, Chapadinha, Cidelândia, Codó, Conceição do Lago-Açu, Coroatá, Cururupu, Davinópolis, Esperantinópolis, Estreito, Formosa da Serra Negra, Godofredo Viana, Governador Edison Lobão, Governador Eugênio Barros, Governador Nunes Freire, Grajaú, Icatu, Igarapé do Meio, Igarapé Grande, Imperatriz, Itapecuru Mirim, Itinga do Maranhão, João Lisboa, Joselândia, Lago Verde, Lima Campos, Maracaçumé, Mata Roma, Matões, Milagres do Maranhão, Monção, Montes Altos, Nina Rodrigues, Nova Olinda do Maranhão, Olho d'Água das Cunhãs, Pedreiras, Penalva, Peritoró, Pindaré-Mirim, Pinheiro, Pio XII, Pirapemas, Presidente Sarney, Presidente Vargas, Ribamar Fiquene, Rosário, Santa Helena, Santa Inês, Santa Luzia, Santa Luzia do Paruá, Santa Quitéria do Maranhão, Santo Antônio dos Lopes, São Francisco do Brejão, São José de Ribamar, São Luís, São Luís Gonzaga do Maranhão, São Mateus do Maranhão, São Pedro da Água Branca, São Pedro dos Crentes, Senador La Rocque, Serrano do Maranhão, Sítio Novo, Timon, Trizidela do Vale, Tufilândia, Turiaçu, Turilândia, Tutóia, Vargem Grande, Vitória do Mearim, Vitorino Freire e Zé Doca (4, 5, 6, 7, 8, 10, 12, 13, 14, 15, 24, 25, 27, 30, 32, 34, 35, 36, 37, 41, 44)
<i>An. (Nys.) evansae</i> (Brèthes, 1926)	Açailândia, Água Doce do Maranhão, Alcântara, Amarante do Maranhão, Anajatuba, Anapurus, Araisoses, Arame, Arari, Bacabal, Bacabeira, Barão do Grajaú, Barreirinhas, Bom Jardim, Bom Jesus das Selvas, Brejo, Buriti, Buriticupu, Buritirana, Cajari, Candido Mendes, Cantanhede, Carutapera, Caxias, Centro Novo do Maranhão, Chapadinha, Cidelândia, Codó, Coroatá, Davinópolis, Esperantinópolis, Estreito, Formosa da Serra Negra, Godofredo Viana, Governador Edison Lobão, Governador Luiz Rocha, Governador Nunes Freire, Grajaú, Humberto de Campos, Icatu, Imperatriz, Itapecuru Mirim, Itinga do Maranhão, Jenipapo dos Vieiras, Lima Campos, Maracaçumé, Matões, Milagres do Maranhão, Miranda do Norte, Monção, Montes Altos, Nina Rodrigues, Paço do Lumiar, Pedreiras, Pindaré-Mirim, Pinheiro, Pirapemas, Presidente Vargas, Raposa, Ribamar Fiquene, Rosário, Santa Inês, Santa Luzia, Santa Quitéria do Maranhão, Santa Rita, Santana do Maranhão, São Bernardo, São João dos Patos, São José de Ribamar, São Luís, São Luís Gonzaga do Maranhão, São Pedro da Água Branca, São Pedro dos Crentes, Senador La Rocque, Sítio Novo, Tutóia, Urbano Santos, Vargem Grande, Viana e Zé Doca (4, 5, 6, 7, 8, 10, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 20, 24, 25, 30, 31, 32, 34, 35, 36, 37, 41, 44, 45)
<i>An. (Nys.) galvaoi</i> (Causey, Deane & Deane, 1943)	Bacabeira, Buriticupu, Chapadinha, Godofredo Viana, Imperatriz, Pedreiras e Pinheiro (4, 7, 30, 34, 35, 36, 37, 39, 41, 45)
<i>An. (Nys.) goeldii</i> (Rozeboom & Gabaldon, 1941)	Açailândia, Alto Alegre do Maranhão, Amapá do Maranhão, Amarante do Maranhão, Anajatuba, Anapurus, Araganã, Arame, Arari, Bacabal, Barra do Corda, Barreirinhas, Bela Vista do Maranhão, Boa Vista do Gurupi, Bom Jardim, Bom Jesus das Selvas, Brejo, Buriti, Buriticupu, Buritirana, Cajari, Campestre do Maranhão, Cantanhede, Carutapera, Caxias, Centro Novo do Maranhão, Chapadinha, Codó, Conceição do Lago-Açu, Coroatá, Esperantinópolis, Estreito, Formosa da Serra Negra, Godofredo Viana, Governador Edison Lobão, Governador Eugênio Barros, Governador Luiz Rocha, Governador Nunes Freire, Grajaú, Icatu, Igarapé do Meio, Igarapé Grande, Imperatriz, Itapecuru Mirim, Itinga do Maranhão, João Lisboa, Joselândia, Lago do Junco, Lago Verde, Lima Campos, Maracaçumé, Mata Roma, Matões, Milagres do Maranhão, Miranda do Norte, Monção, Montes Altos, Nina Rodrigues, Nova Olinda do Maranhão, Pedreiras, Penalva, Peritoró, Pindaré-Mirim, Pinheiro, Pio XII, Pirapemas, Poção de Pedras, Porto Franco, Presidente Sarney, Presidente Vargas, Raposa, Ribamar Fiquene, Rosário, Santa Helena, Santa Inês, Santa Luzia, Santa Luzia do Paruá, Santa Quitéria do Maranhão, Santa Rita, Santo Antônio dos Lopes, São Benedito do Rio Preto, São Bernardo, São José de Ribamar, São Luís, São Luís Gonzaga do Maranhão, São Mateus do Maranhão, São Pedro da Água Branca, São Pedro

	dos Crentes, Sítio Novo, Trizidela do Vale, Tufilândia, Turilândia, Tutóia, Urbano Santos, Vargem Grande, Viana, Vitória do Mearim, Vitorino Freire e Zé Doca (4, 5, 6, 7, 8, 10, 12, 13, 14, 15, 20, 22, 24, 27, 30, 34, 35, 36, 37, 40, 41, 42, 43, 44, 45)
<i>An. (Nys.) oryzalimnetes</i> (Wilkerson & Motoki, 2009)	Balsas*
<i>An. (Nys.) oswaldoi</i> (Peryassú, 1922)	Alto Alegre do Maranhão, Amarante do Maranhão, Anajatuba, Anapurus, Araguañã, Arame, Bacabal, Barão de Grajaú, Boa Vista do Gurupi, Bom Jardim, Bom Jesus das Selvas, Brejo, Buriticupu, Candido Mendes, Caxias, Centro Novo do Maranhão, Chapadinha, Colinas, Cururupu, Governador Nunes Freire, Grajaú, Imperatriz, Itapecuru Mirim, João Lisboa, Maracaçumé, Matões, Nina Rodrigues, Nova Olinda do Maranhão, Pedreiras, Pindaré-Mirim, Pinheiro, Pirapemas, Presidente Vargas, Ribamar Fiquene, Rosário, Santa Helena, Santa Luzia, Santa Quitéria do Maranhão, Santa Rita, São João dos Patos, São José de Ribamar, São Luís, São Mateus do Maranhão, Serrano do Maranhão, Sítio Novo, Turilândia, Urbano Santos, Vargem Grande e Zé Doca (4, 5, 6, 10, 12, 13, 14, 15, 19, 24, 27, 28, 30, 34, 35, 36, 37, 43, 44)
<i>An. (Nys.) rangeli</i> (Gabaldon, Cova-Garcia & López, 1940)	Anapurus, Bacabeira, Barreirinhas, Buriticupu, Chapadinha, Godofredo Viana, Governador Edison Lobão, Governador Luiz Rocha, Icatu, Nina Rodrigues, Presidente Vargas, Raposa, Santa Rita, São Luís e Turilândia (7, 34, 35, 36, 37, 41)
<i>An. (Nys.) rondoni</i> (Neiva & Pinto, 1922)	Buriticupu e Pinheiro (30, 35, 36, 37)
<i>An. (Nys.) strodei</i> (Root, 1926)	Buriticupu, Caxias, Godofredo Viana, Governador Luiz Rocha, Imperatriz, Jenipapo dos Vieiras, Pinheiro, Santa Helena, São Luís, Senador La Rocque, Serrano do Maranhão e Turilândia (4, 5, 10, 12, 13, 14, 15, 24, 30, 34, 35, 36, 37, 44)
<i>An. (Nys.) triannulatus</i> (Neiva & Pinto, 1922)	Açailândia, Alcântara, Alto Alegre do Maranhão, Alto do Parnaíba, Amapá do Maranhão, Amarante do Maranhão, Anajatuba, Anapurus, Apicum-Açu, Araguañã, Arame, Arari, Bacabal, Bacabeira, Barão de Grajaú, Barra do Corda, Barreirinhas, Bela Vista do Maranhão, Boa Vista do Gurupi, Bom Jardim, Bom Jesus das Selvas, Brejo, Buriti, Buriticupu, Buritirana, Cajari, Campestre do Maranhão, Candido Mendes, Cantanhede, Caxias, Centro Novo do Maranhão, Chapadinha, Cidelândia, Codó, Colinas, Conceição do Lago-Açu, Coroatá, Cururupu, Davinópolis, Esperantinópolis, Formosa da Serra Negra, Godofredo Viana, Governador Edison Lobão, Governador Eugênio Barros, Governador Luiz Rocha, Governador Nunes Freire, Grajaú, Humberto de Campos, Icatu, Igarapé do Meio, Igarapé Grande, Imperatriz, Itapecuru Mirim, Itinga do Maranhão, Jenipapo dos Vieiras, João Lisboa, Joselândia, Lago do Junco, Lago Verde, Lima Campos, Maracaçumé, Matões, Milagres do Maranhão, Miranda do Norte, Monção, Montes Altos, Nina Rodrigues, Nova Olinda do Maranhão, Paço do Lumiar, Pedreiras, Penalva, Peritoró, Pindaré-Mirim, Pinheiro, Pio XII, Pirapemas, Poção de Pedras, Porto Franco, Presidente Sarney, Presidente Vargas, Raposa, Ribamar Fiquene, Rosário, Santa Helena, Santa Inês, Santa Luzia, Santa Luzia do Paruá, Santa Quitéria do Maranhão, Santa Rita, Santana do Maranhão, Santo Antônio dos Lopes, São Benedito do Rio Preto, São Bernardo, São Francisco do Brejão, São João do Paraíso, São João dos Patos, São José de Ribamar, São Luís, São Luís Gonzaga do Maranhão, São Mateus do Maranhão, São Pedro da Água Branca, São Pedro dos Crentes, São Raimundo do Doca Bezerra, Senador La Rocque, Serrano do Maranhão, Sítio Novo, Timon, Trizidela do Vale, Tufilândia, Turilândia, Tutóia, Urbano Santos, Vargem Grande, Viana, Vitória do Mearim e Zé Doca (4, 5, 6, 7, 8, 10, 12, 13, 14, 15, 19, 24, 27, 30, 34, 35, 36, 37, 41, 42, 43, 44, 45)
<i>An. (Stethomyia) nimbus</i> (Theobald, 1902)	São Luís (5, 6, 10, 12, 13, 14, 15, 23, 24, 44)
<i>An. (Ste.) thomasi</i> (Shannon, 1933)	MA (6, 10, 12, 13, 14, 15, 24, 44)
<i>Chagasia bonneae</i> Root, 1927	Santa Luzia (19, 44)

Nota: Os números citados correspondem aos trabalhos: ¹ Ahid & Lourenço-de-Oliveira (1999); ² Aragão *et al.* (2018); ³ Barros *et al.* (2015); ⁴ Barros *et al.* (2020); ⁵ Causey *et al.* (1944); ⁶ Cerqueira (1961); ⁷

Costa-Neta *et al.* (2017); ⁸ Costa-Neta *et al.* (2018); ⁹ Costa-Neta (2023); ¹⁰ Coutinho (1947); ¹¹ Da Costa Viana (2022); ¹² Deane, L. *et al.* (1946); ¹³ Deane, L. *et al.* (1947); ¹⁴ Deane, L. *et al.* (1948); ¹⁵ Deane, M. *et al.* (1946); ¹⁶ Faran (1980); ¹⁷ Faran (1981); ¹⁸ Faran & Linthicum (1981); ¹⁹ Ferreira Neto *et al.* (1970); ²⁰ Figueiredo *et al.* (2017); ²¹ Foley *et al.* (2014); ²² Forattini (1962); ²³ Forattini *et al.* (1970); ²⁴ Gabaldon & Cova-Garcia (1952); ²⁵ Lane (1953); ²⁶ Laporta *et al.* (2015); ²⁷ Lopes *et al.* (2016); ²⁸ Motoki *et al.* (2007); ²⁹ Nagaki *et al.* (2010); ³⁰ Oliveira-Pereira & Rebêlo (2000); ³¹ Peyton *et al.* (1983); ³² Rachou (1958a); ³³ Rachou *et al.* (1958b); ³⁴ Rebêlo *et al.* (1997); ³⁵ Rebêlo (2000); ³⁶ Rebêlo *et al.* (2007); ³⁷ Rebêlo *et al.* (2011); ³⁸ Ribeiro *et al.* (2005); ³⁹ Sallum *et al.* (2002); ⁴⁰ Silva *et al.* (2006); ⁴¹ Silva *et al.* (2018); ⁴² Vasconcelos *et al.* (1989); ⁴³ Wilke *et al.* (1980); ⁴⁴ Xavier & Mattos (1989); ⁴⁵ Xavier & Rebêlo (1999). *Espécies não enumeradas são provenientes de coleções entomológicas analisadas neste estudo.

Em contraste, parte das espécies apresentou registros pontuais, em um ou dois municípios, sugerindo uma ocorrência aparentemente localizada. Entre elas, destacam-se aquelas identificadas por caracteres morfológicos, como *Anopheles (Nyssorhynchus) antunesi* (Nina Rodrigues, Paço do Lumiar), *Anopheles (Anopheles) eiseni* (Icatu, Presidente Sarney), *An. (Ano.) fluminensis* (Santa Luzia), *An. (Ano.) costai/forattinii* (São Luís), *An. (Ano.) neomaculipalpus* (Chapadinha), *An. (Nys.) rondoni* (Buriticupu, Pinheiro), *An. (Nys.) nimbus* (São Luís) e *Chagasia bonneae* (Santa Luzia). No entanto, registros como o de '*An. (Nys.) oryzalimnetes*' devem ser interpretados com cautela. Por pertencer ao amplamente distribuído Complexo Albitarsis, sua ocorrência em municípios específicos (como Balsas) reflete amostragens que confirmaram a presença do complexo naquele local, mas não permitem inferir uma distribuição restrita de linhagens específicas, cuja distinção depende de confirmação molecular.

5.2 Distribuição espacial das espécies e as lacunas amostrais

O mapa resultante do método KDE (Fig. 2) evidencia uma distribuição espacial com clara concentração de ocorrências nas porções norte e nordeste do estado. Destacam-se, sobretudo, as áreas costeiras e a Baixada Maranhense, que apresentaram os maiores valores de densidade amostral, refletindo a maior disponibilidade de registros nessas regiões. Em contraste, extensas áreas das regiões sul e sudeste do estado exibem baixa densidade de registros ou ausência de dados, configurando importantes lacunas amostrais.

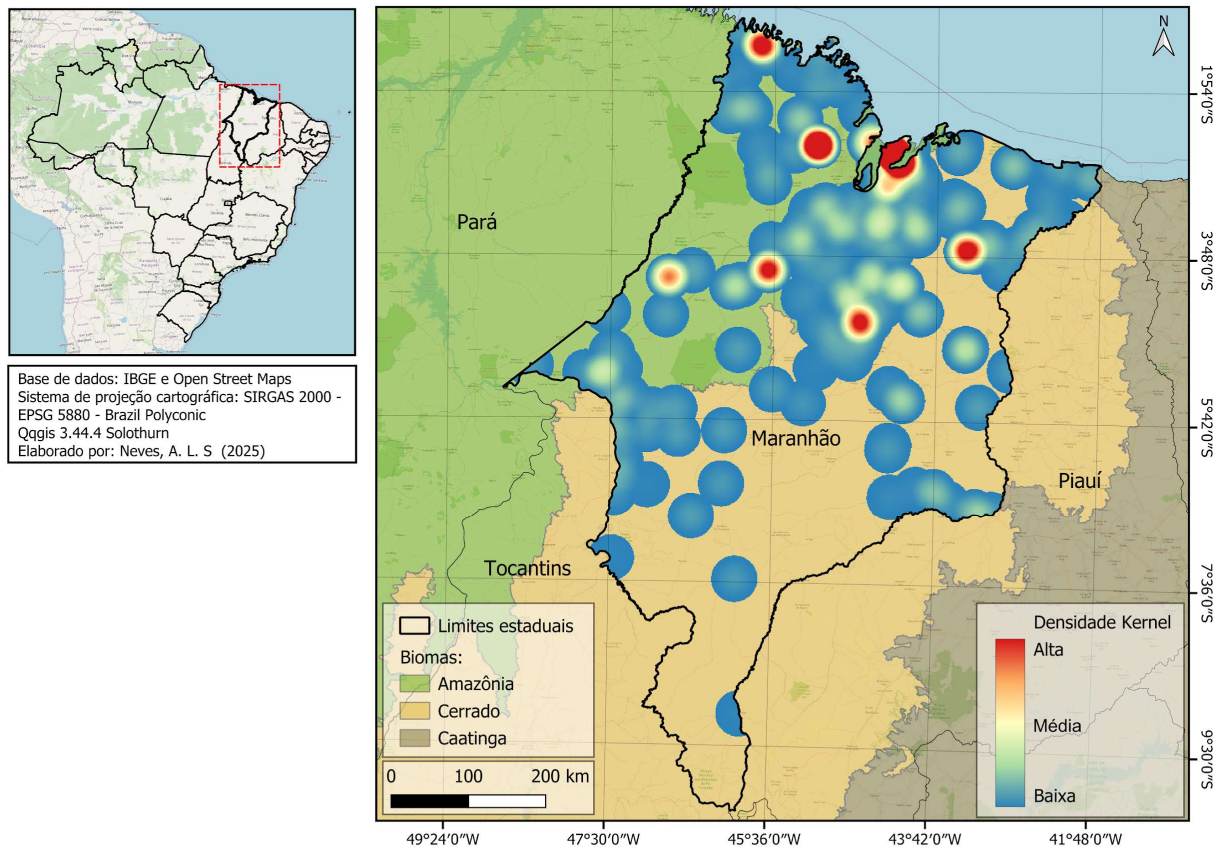


Figura 2: Mapa de densidade de Kernel dos registros de Anophelinae no estado do Maranhão.

Fonte: Elaborado por Neves, A. L. S., 2025.

As lacunas observadas são particularmente evidentes em áreas do Cerrado maranhense e nas zonas de transição com a Caatinga, regiões que permanecem sub-representadas nos registros disponíveis. Os mapas que apresentam a distribuição por espécie (Fig. 3, 4 e 5) complementam as informações apresentadas na tabela, permitindo a visualização de padrões espaciais específicos e reforçando a identificação de áreas prioritárias para futuros levantamentos entomológicos no estado.

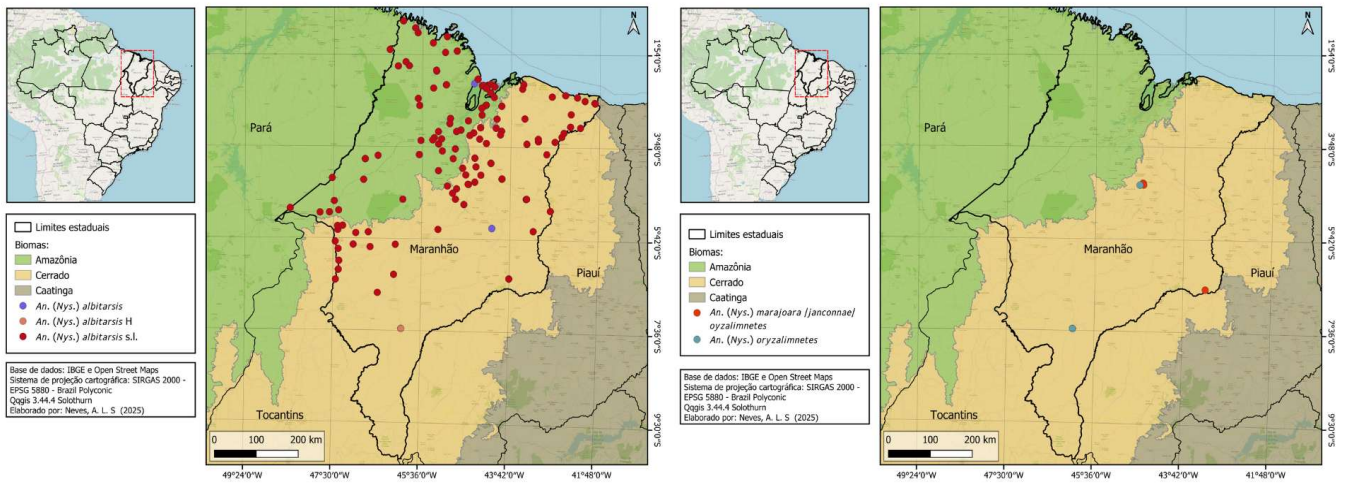


Figura 3: Distribuição espacial das espécies do Complexo Albitarsis (subgênero *Nyssorhynchus*) no estado do Maranhão. **Fonte:** Elaborado por Neves, A. L. S., 2025

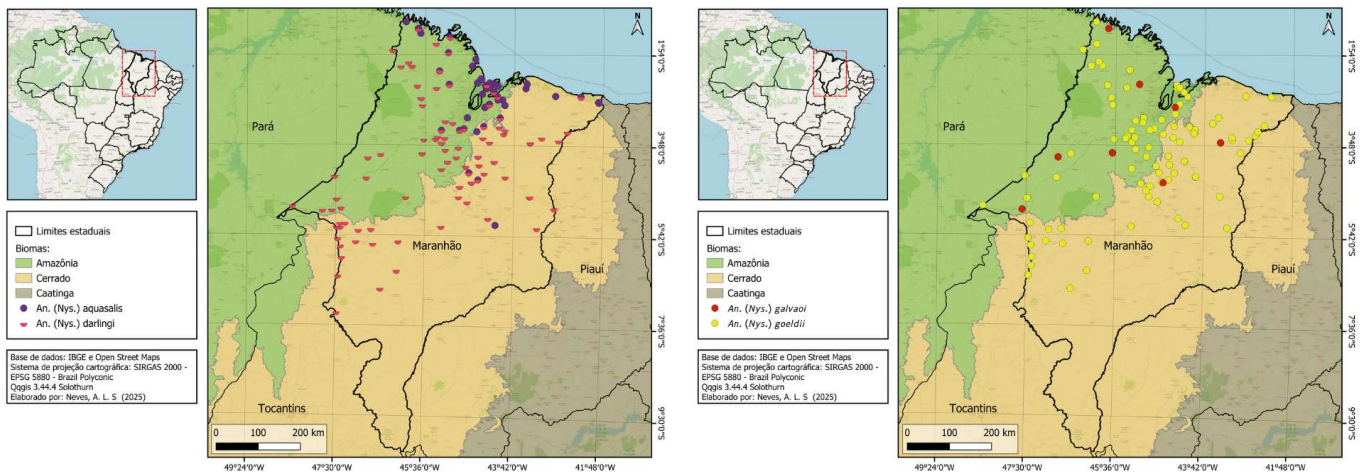


Figura 4: Distribuição espacial de espécies do subgênero *Nyssorhynchus* no estado do Maranhão. **Fonte:** Elaborado por Neves, A. L. S., 2025

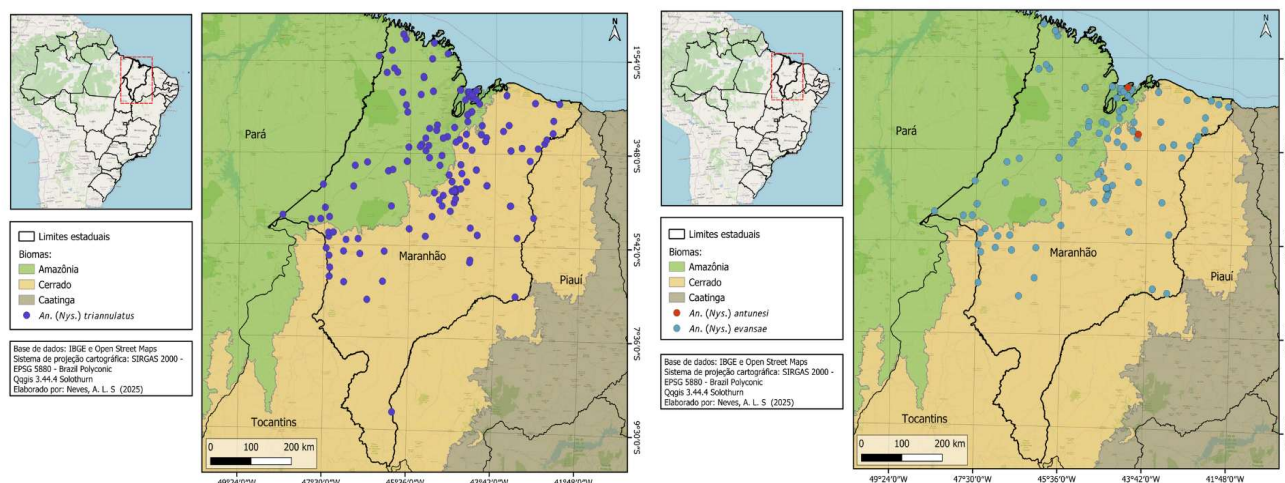


Figura 5: Distribuição espacial de espécies adicionais do subgênero *Nyssorhynchus* no estado do Maranhão. **Fonte:** Elaborado por Neves, A. L. S., 2025

5.3 Distribuição e a ação antrópica nos biomas maranhenses

A distribuição dos registros de Anophelinae entre os biomas do Maranhão apresentou variação na proporção de ocorrências entre os biomas analisados. A representação proporcional dos registros, conforme apresentado no gráfico (Fig. 6), evidenciou maior concentração de ocorrências associadas ao bioma Amazônico (59%), seguida pelo bioma Cerrado (28%) e, em menor proporção, pela Caatinga (13%). Esse padrão reflete a distribuição espacial dos registros no território maranhense, com maior concentração de ocorrências nas regiões norte e noroeste do estado, conforme também indicado pelos mapas de densidade de registros.

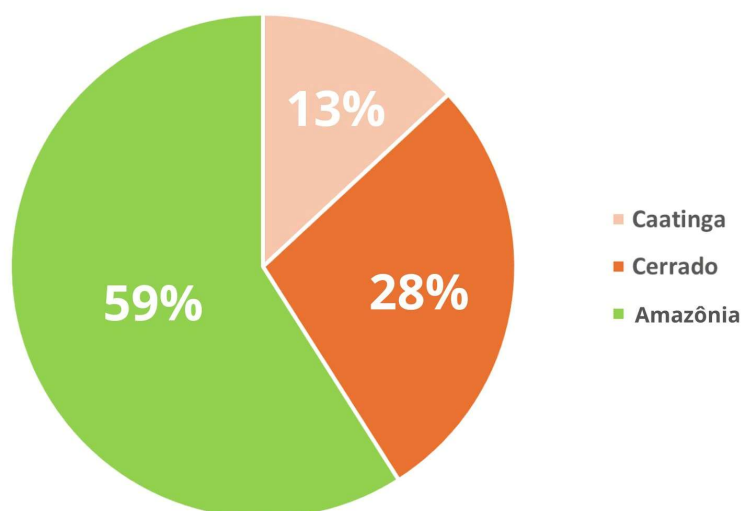


Figura 6: Proporção dos registros de Anophelinae nos biomas Amazônia, Cerrado e Caatinga no estado do Maranhão. **Fonte:** Elaborado pela autora, 2025.

Os mapas que demonstram a evolução da ação antrópica no estado (Fig 7 e 8), referentes ao período de 2000 e 2020, evidenciaram as variações espaciais ao longo do tempo. As áreas com densidade mais elevada concentram-se principalmente em regiões com maior ocupação humana e presença de infraestrutura, enquanto áreas com densidades mais baixas apresentam uma distribuição mais contínua em porções específicas do território estadual, sobretudo em regiões menos urbanizadas.

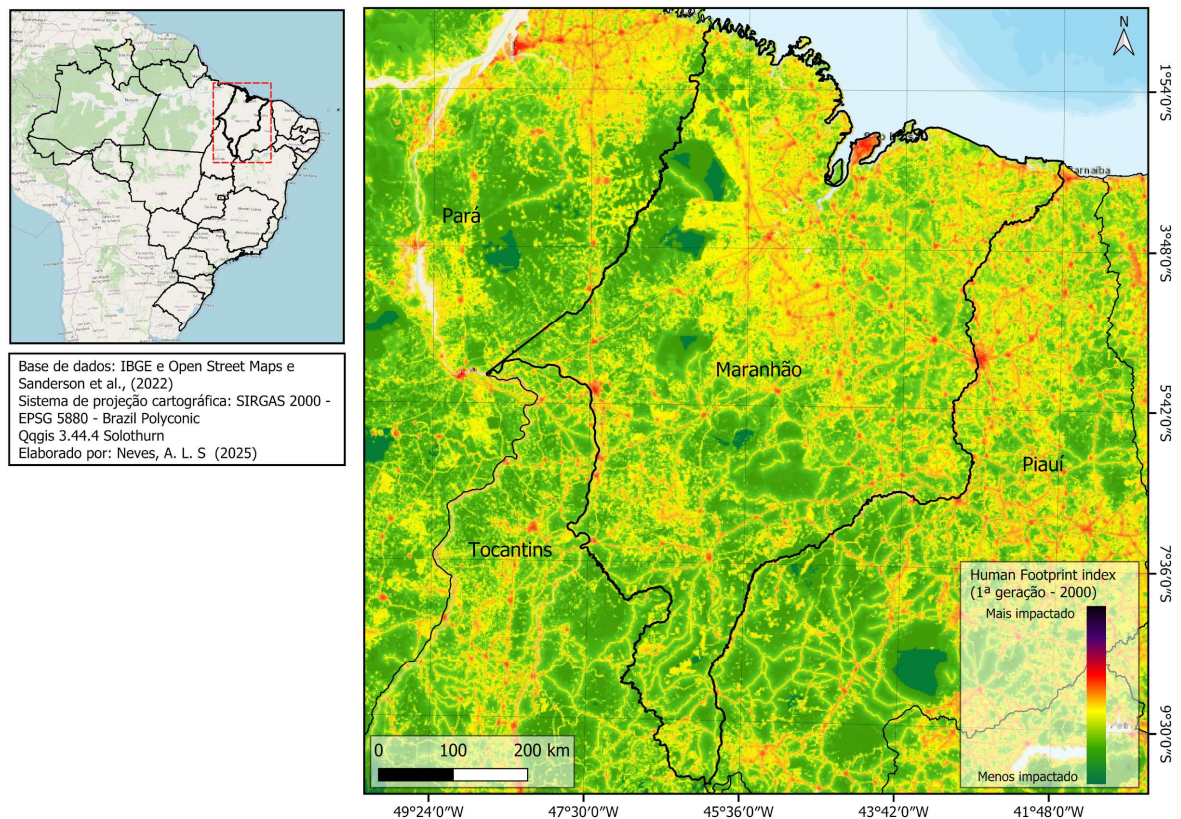


Figura 7: Índice de Pegada Humana (*Human Footprint Index* – HFI) no estado do Maranhão no ano 2000. **Fonte:** Elaborado por Neves, A. L. S., 2025.

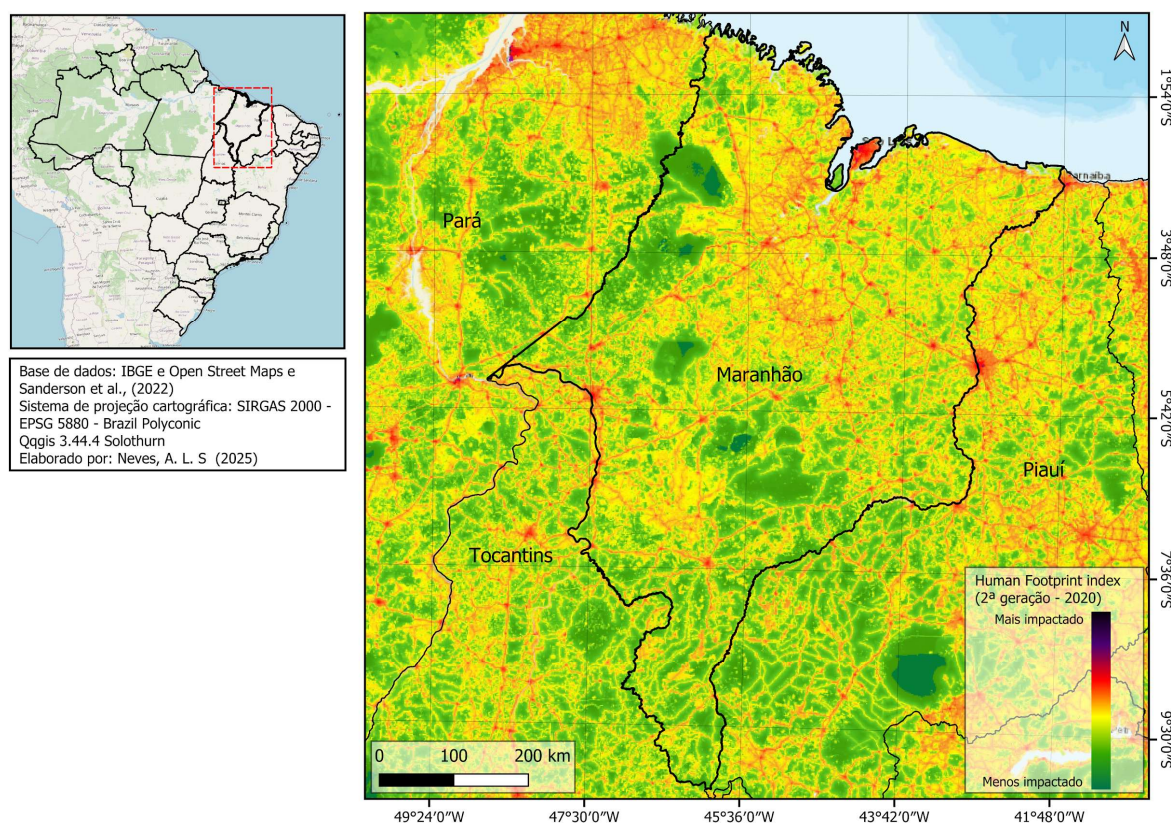


Figura 8: Índice de Pegada Humana (*Human Footprint Index* – HFI) no estado do Maranhão no ano 2020. **Fonte:** Elaborado por Neves, A. L. S., 2025.

5.4 Similaridade faunística entre o Maranhão, Norte e Nordeste brasileiro

A análise de similaridade faunística da subfamília Anophelinae entre o estado do Maranhão e as regiões Norte e Nordeste do Brasil foi realizada por meio dos índices de Jaccard e Sørensen, amplamente empregados em estudos biogeográficos para avaliar o grau de compartilhamento de espécies entre áreas (Magurran, 2021; Legendre & Legendre, 2012). Os resultados indicaram elevados valores de similaridade em ambas as comparações, embora com diferenças na magnitude dos índices obtidos. A comparação entre o Maranhão e a Região Norte apresentou os maiores valores de similaridade, com índice de Jaccard igual a 0,79 e índice de Sørensen igual a 0,89, evidenciando elevada sobreposição na composição de espécies de Anophelinae entre essas áreas. Em contraste, a comparação entre o Maranhão e a Região Nordeste brasileira, excluindo o próprio estado, resultou em valores inferiores de similaridade, com índice de Jaccard de 0,68 e índice de Sørensen de 0,81. Em ambas as comparações, os valores do índice de Sørensen foram superiores aos do índice de Jaccard, o que era esperado, uma vez que o índice de

Sørensen tende a atribuir maior peso às espécies compartilhadas entre as áreas analisadas (Magurran, 2021).

6 DISCUSSÃO

6.1 Distribuição municipal e composição das espécies no Maranhão

A riqueza de Anophelinae registrada no estado do Maranhão, com 32 espécies identificadas e um táxon inconclusivo, evidencia a elevada diversidade do grupo em uma área caracterizada por forte influência de diferentes biomas. Regiões de transição, como o Maranhão, tendem a concentrar elementos faunísticos oriundos da Amazônia, do Cerrado e, em menor proporção, da Caatinga, resultando em uma composição complexa e diversificada da fauna de mosquitos (Rebêlo *et al.*, 2007; Silva; Bates, 2002; Baia-da-Silva *et al.*, 2019).

As espécies que apresentaram maior número de registros e ampla distribuição espacial no estado, todas são do subgênero *Nyssorhynchus*, a saber: *Anopheles (Nyssorhynchus) albitarsis* sensu lato, *An. (Nys.) aquasalis*, *An. (Nys.) darlingi*, *An. (Nys.) goeldii* e *An. (Nys.) triannulatus*. Essas espécies são frequentemente citadas em levantamentos entomológicos realizados em diferentes regiões do Brasil. Esses táxons são reconhecidos por sua elevada plasticidade ecológica e capacidade de ocupação de distintos ambientes, desde áreas florestais até paisagens modificadas por atividades humanas (Laporta *et al.*, 2019; Silva *et al.*, 2025; Chaves *et al.*, 2018). Além disso, várias dessas espécies possuem relevância epidemiológica consolidada, estando associadas à transmissão da malária em diferentes contextos ambientais.

A predominância de espécies do subgênero *Nyssorhynchus* observada neste estudo está de acordo com padrões frequentemente descritos para a fauna anofélica brasileira. Esse subgênero reúne a maior parte das espécies vetores da malária no país (Sinka *et al.*, 2012) e apresenta ampla distribuição geográfica, especialmente em regiões tropicais com elevada disponibilidade de ambientes aquáticos favoráveis ao desenvolvimento larval (Conn; Ribolla, 2016; Ferreira & Luz, 2003; Sallum *et al.*, 2024). Por outro lado, a ocorrência de espécies registradas em apenas um ou poucos municípios pode estar relacionada a requisitos ecológicos mais específicos, como preferência por determinados tipos de criadouros (Chaves *et al.*, 2016), microclimas ou formações vegetais. Entretanto, estudos recentes destacam que registros pontuais também refletem, de forma significativa, a distribuição desigual do esforço amostral, tradicionalmente concentrado em áreas de maior interesse epidemiológico ou de mais

fácil acesso logístico (Baia-da-Silva *et al.*, 2019; Sallum *et al.*, 2024;), além da metodologia empregada.

No Maranhão, essas limitações são particularmente evidentes em áreas do Cerrado maranhense e nas zonas ecotonais com a Caatinga, que permanecem sub-representadas nos levantamentos entomológicos disponíveis. Assim, a presença de lacunas espaciais nos registros não deve ser interpretada como indicativo de baixa diversidade real, mas como reflexo de deficiências amostrais ainda persistentes. A ampliação de estudos sistemáticos nessas regiões é fundamental para uma compreensão mais acurada da composição e da distribuição dos anofelinos no estado, contribuindo tanto para o avanço do conhecimento biogeográfico quanto para o planejamento de ações de vigilância entomológica (Rebêlo *et al.*, 2007; Araújo *et al.*, 2025).

6.2 Padrões de distribuição espacial, biomas e lacunas de amostragem

A concentração espacial das coletas em regiões de maior interesse epidemiológico não necessariamente representa a distribuição real das espécies em escala estadual, mas sim a priorização histórica de áreas consideradas estratégicas para a vigilância e o controle de doenças (Tadei; Dutary-Thatcher, 2000; Martins *et al.*, 2018). Como foi mencionado, os vazios de registros observados em determinadas regiões do Maranhão devem ser interpretados com cautela, uma vez que podem refletir limitações de amostragem e não a ausência efetiva de espécies.

Não obstante, dos núcleos de maior intensidade amostral (hotspots) identificados no mapa, que são, notoriamente as regiões de São Luís, Chapadinha, Buriticupu, Godofredo Viana, e as áreas mais próximas, como Pinheiro, Santa Luzia e Presidente Dutra, destes, alguns possuem uma infraestrutura acadêmica em sua região que refletem diretamente na pesquisa e geração de conhecimento sobre a fauna anofélica no Maranhão.

A presença de *campi* universitários e bases de apoio de instituições, como a Universidade Federal do Maranhão (UFMA), facilita significativamente a logística para a realização de estudos de campo e o estabelecimento de projetos de longo prazo, resultando em uma maior densidade de registros nessas localidades. Essa conexão entre a localização de instituições de ensino superior e a intensidade de levantamentos entomológicos é um padrão observado em diversas regiões do Brasil,

onde a pesquisa científica tende a se concentrar em polos de facilidade operacional e financiamento (Aguiar *et al.*, 2020; Krajevski, 2021)

Embora esses hotspots representem áreas de conhecimento mais detalhadas, é crucial ponderar que sua localização nem sempre coincide com as regiões de maior risco epidemiológico ou relevância ecológica para os vetores. Em vez disso, eles sinalizam onde a amostragem foi viabilizada. A região de Buriticupu, por exemplo, além de contar com um ponto de apoio da UFMA, é uma área de fronteira agrícola e intensa modificação ambiental, fatores que, por si só, justificariam estudos aprofundados sobre a fauna vetorial (Medeiros *et al.*, 2023).

Dessa forma, os hotspots servem menos como um mapa de distribuição real da diversidade e mais como um mapa do esforço amostral, guiado pela acessibilidade e pela existência de parcerias institucionais, como as consultorias realizadas em Godofredo Viana. Reconhecer esse viés é fundamental para direcionar futuros esforços de amostragem para áreas prioritárias que ainda permanecem como 'vazias' no mapa.

Sobretudo, o território maranhense, por se caracterizar como uma ampla zona de transição entre os biomas Amazônico, Cerrado e Caatinga, apresenta elevada heterogeneidade ambiental, com grande diversidade de ecossistemas, incluindo áreas costeiras, ambientes alagáveis, formações florestais e savânicas. Essa diversidade ambiental favorece a ocorrência de espécies com diferentes exigências ecológicas e amplitudes de distribuição, contribuindo para a coexistência de táxons amplamente distribuídos e espécies com ocorrência mais restrita (AB'Sáber, 2003; Barros *et al.*, 2015).

A distribuição das espécies por municípios, sintetizada na Tabela 3 e ilustrada pelos mapas individuais de ocorrência, evidencia que algumas espécies apresentam ampla distribuição espacial no estado, com registros em múltiplos municípios e diferentes biomas. Esse padrão é particularmente observado em táxons reconhecidamente comuns e ecologicamente generalistas, cuja ampla ocorrência é documentada em levantamentos entomológicos realizados em diferentes regiões do país (Consoli; Lourenço-de-Oliveira, 1994; Silva *et al.*, 2021).

Em contrapartida, determinadas espécies apresentaram registros pontuais, restritos a poucos municípios, sugerindo uma distribuição mais localizada no território maranhense. Esses padrões podem estar associados a requisitos ecológicos específicos, como preferência por determinados tipos de criadouros, condições

microclimáticas características ou maior dependência de ambientes florestais preservados (Tadei *et al.*, 1998). No entanto, a interpretação dessas ocorrências restritas deve considerar as limitações impostas pelo esforço amostral desigual, especialmente em regiões historicamente menos investigadas, como áreas do Cerrado e zonas de transição com a Caatinga no estado.

A diferença entre o número de estudos que registram determinada espécie e sua distribuição espacial no Maranhão evidencia a importância de análises que priorizem a ocorrência geográfica em detrimento apenas da contagem de citações na literatura. A concentração de esforços amostrais em áreas específicas pode levar à super-representação de determinadas espécies em estudos pontuais, sem que isso reflita sua real distribuição em escala estadual (Forattini, 2002; Martins *et al.*, 2018).

Nesse contexto, a abordagem adotada neste estudo, ao integrar dados provenientes da literatura científica, de coleções entomológicas e de levantamentos mais recentes, possibilita uma visão mais abrangente e consistente da composição faunística de Anophelinae no Maranhão. A utilização conjunta de tabelas e mapas de distribuição contribui para a redução de vieses interpretativos, facilita a identificação de lacunas amostrais e fornece subsídios importantes para o direcionamento de futuras pesquisas e estratégias de vigilância entomológica no estado.

6.3 Ação antrópica, esforço amostral e implicações para a distribuição de Anophelinae

A predominância de registros de Anophelinae associados à Floresta Amazônica indica que a maior parte das ocorrências disponíveis para o Maranhão está vinculada a áreas inseridas nesse bioma, enquanto o Cerrado e a Caatinga apresentam menor representatividade no conjunto de dados analisados. Esse padrão é consistente com levantamentos realizados em diferentes regiões do Brasil, nos quais ambientes amazônicos tendem a concentrar maior riqueza e número de registros de Anophelinae, em função da elevada disponibilidade de habitats aquáticos, condições climáticas favoráveis e maior histórico de investigações entomológicas (Forattini, 2002; Laporta *et al.*, 2015; Sallum *et al.*, 2024).

A análise proporcional dos registros por bioma permite evidenciar diferenças marcantes na disponibilidade de dados entre as unidades ambientais do estado, indicando que a menor representatividade do Cerrado e da Caatinga não deve ser interpretada, necessariamente, como reflexo de baixa diversidade real, mas como

resultado de lacunas amostrais historicamente reconhecidas nesses ambientes. Estudos recentes apontam que áreas savânicas e semiáridas permanecem sub-representadas em inventários de Culicidae no Brasil, apesar de sua relevância ecológica e epidemiológica (Santos *et al.*, 2015).

A incorporação dos mapas do Human Footprint Index (HFI) permitiu contextualizar esses padrões de distribuição frente às transformações antrópicas ocorridas no território maranhense nas últimas décadas. O HFI tem sido amplamente utilizado como uma métrica integrada da pressão humana sobre os ecossistemas, considerando fatores como uso da terra, densidade populacional, infraestrutura e acessibilidade (Venter *et al.*, 2016b; Gassert *et al.*, 2023). Estudos recentes demonstram que essas transformações podem influenciar a composição e a dinâmica das comunidades de mosquitos, alterando a disponibilidade de criadouros e as condições ambientais locais, com efeitos variáveis entre espécies (Chaves *et al.*, 2018; 2020).

Neste estudo, foi possível observar que áreas com menor número de registros de Anophelinae frequentemente coincidem com regiões que apresentam elevados valores de impacto antrópico, especialmente nas porções sul e sudeste do Maranhão. Trabalhos realizados em diferentes contextos ambientais indicam que a intensificação das atividades humanas pode resultar tanto na redução quanto na reorganização espacial das populações de mosquitos, dependendo do grau de modificação ambiental e das exigências ecológicas de cada espécie (Laporta *et al.*, 2015; Tadei *et al.*, 1993).

Todavia, a influência da ação antrópica sobre os padrões observados deve ser interpretada com cautela. Parte expressiva dos registros utilizados neste estudo é oriunda de levantamentos realizados em diferentes períodos históricos, incluindo dados anteriores à década de 1990, o que limita a possibilidade de estabelecer relações diretas entre os níveis atuais de impacto antrópico e a distribuição registrada das espécies. Mudanças recentes no uso e cobertura da terra podem não ter sido acompanhadas por esforços de amostragem sistematizados nas regiões mais impactadas, especialmente no Cerrado maranhense e nas zonas de transição com a Caatinga (Santos *et al.*, 2020; Ferreira do Carmo *et al.*, 2025).

Além disso, a presença de lacunas de registros também em áreas com menor intensidade de ação antrópica reforça que o esforço amostral desigual constitui um fator central na interpretação dos padrões espaciais observados. A concentração de

estudos em regiões mais acessíveis ou tradicionalmente associadas à vigilância epidemiológica pode contribuir para a super-representação de determinados biomas, enquanto outros permanecem subamostrados (Forattini, 2002; Sallum *et al.*, 2024).

Sendo assim, a análise integrada entre a distribuição das espécies, a composição por biomas e os índices de impacto antrópico reforçam a necessidade de ampliação dos levantamentos entomológicos em áreas com reconhecidas lacunas de amostragem. Estudos futuros que considerem simultaneamente a dinâmica da ação antrópica e o esforço amostral poderão contribuir para uma compreensão mais precisa da distribuição atual e potencial das espécies de Anophelinae no Maranhão, fornecendo subsídios importantes para ações de vigilância e planejamento em saúde pública.

6.4 Similaridade faunística entre o Maranhão, e as regiões Norte e Nordeste do Brasil

Os elevados valores de similaridade faunística observados entre o Maranhão e a Região Norte indicam uma forte afinidade entre a fauna de Anophelinae dessas áreas, refletindo a influência biogeográfica da Amazônia sobre a composição de espécies registrada no estado. Esse padrão é consistente com estudos recentes que destacam o papel da conectividade ambiental, da continuidade de habitats florestais e da proximidade geográfica no compartilhamento de espécies entre regiões adjacentes da Amazônia Legal (Sallum *et al.*, 2024; dos Reis *et al.*, 2015; Rufalco-Moutinho, 2021).

A maior similaridade faunística com a Região Norte está associada às porções do Maranhão sob influência amazônica, cujas condições (elevada umidade, várzeas e sistemas fluviais) favorecem espécies de Anophelinae típicas desse bioma. Em contraste, a menor similaridade com o Nordeste reflete diferenças ambientais marcantes: nos demais estados, a predominância do Cerrado e da Caatinga, com maior aridez e sazonalidade, seleciona conjuntos faunísticos distintos, reduzindo o compartilhamento de espécies (Spinelli-Araújo *et al.*, 2016; Lima; Almeida *et al.*, 2018).

De forma geral, esses resultados reforçam a posição do Maranhão como uma área de transição biogeográfica (Gomes *et al.*, 2022), na qual a fauna de Anophelinae apresenta maior afinidade com a Região Norte, sem deixar de incorporar elementos característicos do Nordeste brasileiro. Essa condição ecotonal favorece a coexistência

de espécies tipicamente amazônicas e de táxons mais generalistas, associados a ambientes de transição e mosaicos ambientais, padrão amplamente reconhecido em estudos sobre a distribuição de Culicidae no Brasil (Santos *et al.*, 2015; Tadei *et al.*, 1993).

Os padrões de similaridade aqui identificados devem ser interpretados considerando as escolhas metodológicas adotadas. A decisão de utilizar um recorte da literatura (Deane *et al.*, 1947; Sucupira *et al.*, 2022; Fonseca *et al.*, 2023; Rufalco-Moutinho *et al.*, 2016; Bahia, 2016; Catenacci *et al.*, 2017; Silva *et al.*, 2006; Aragão *et al.*, 2010; Fernandes, 2011; Inácio, 2016; Meireles, 2019; Dantas *et al.*, 2006; Morais *et al.*, 2018; Andrade *et al.*, 2006), com listagens taxonômicas mais abrangentes, embora prática para a comparação inicial, resulta em uma amostragem enviesada.

Esse viés se alia a uma já reconhecida desigualdade geográfica na distribuição dos estudos de campo no Maranhão, historicamente concentrados no norte e nordeste do estado. Diante disso, parte da similaridade (ou dissimilaridade) observada pode refletir menos um padrão biogeográfico consolidado e mais um artefato da distribuição irregular do conhecimento. Vale ressaltar que, muitos dos registros disponíveis para o Nordeste provêm de sua faixa costeira (Mata Atlântica), enquanto no Maranhão a amostragem abrange uma interface Amazônia-Cerrado, o que por si só já cria um gradiente ambiental distinto.

As grandes áreas de Cerrado no sul e sudeste, por exemplo, aparecem como lacunas no mapa, mas são, sobretudo, lacunas de informação. Essa desigualdade no esforço amostral pode influenciar diretamente os valores de similaridade observados, uma vez que regiões ambientalmente semelhantes e mais intensamente estudadas tendem a compartilhar maior número de espécies registradas. Assim, a menor similaridade entre o Maranhão e o Nordeste brasileiro pode refletir, ao menos parcialmente, lacunas de amostragem tanto em áreas do Cerrado quanto em determinadas regiões nordestinas, e não apenas diferenças biogeográficas individuais.

Adicionalmente, a literatura entomológica sobre Anophelinae no Nordeste brasileiro apresenta forte viés epidemiológico, com maior ênfase em espécies vetores ou potenciais vetores da malária. Em regiões consideradas não endêmicas, os levantamentos frequentemente se restringem a poucas espécies de interesse médico, resultando em um conhecimento fragmentado da fauna local e possível subestimação da diversidade regional (Forattini, 2002; Lopes *et al.*, 2016). Nesse contexto, os

índices de Jaccard e Sørensen refletem não apenas afinidades biogeográficas reais, mas também padrões históricos de amostragem. A concordância entre ambos os índices confere robustez à análise qualitativa, uma vez que o índice de Jaccard é mais conservador, enquanto o índice de Sørensen atribui maior peso às espécies compartilhadas. A utilização conjunta desses índices permite uma interpretação mais equilibrada da similaridade faunística em estudos baseados em dados de presença e ausência.

Portanto, os resultados destacam a importância de ampliar o esforço amostral em áreas sub-representadas do Maranhão, especialmente nas regiões de Cerrado e nas zonas de transição, a fim de refinar o conhecimento sobre a composição e a distribuição da fauna anofélica no estado. Além disso, reforçam o papel do Maranhão como uma área-chave para estudos biogeográficos, por reunir características ambientais que influenciam diretamente a estrutura e a similaridade das comunidades de Anophelinae em escala regional. Por fim, este estudo serve menos como um retrato conclusivo da distribuição e mais como um diagnóstico das fronteiras atuais do conhecimento. Seu principal achado, talvez, seja justamente destacar para onde os futuros esforços de amostragem devem ser direcionados com maior urgência.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base na síntese dos dados históricos e contemporâneos, evidencia-se que o estado do Maranhão constitui um significativo polo de conhecimento sobre a fauna de Anophelinae no Brasil. Os dados obtidos nesse estudo permitiram caracterizar a composição e a distribuição das espécies de Anophelinae no estado do Maranhão, evidenciando padrões espaciais associados aos biomas, à ação antrópica e às relações biogeográficas com as regiões Norte e Nordeste do Brasil. Os resultados indicam uma predominância de registros vinculados à Floresta Amazônica, enquanto os biomas Cerrado e Caatinga apresentam menor representatividade, expondo a notória complexidade ambiental maranhense, marcada pela confluência de grandes biomas e por uma heterogeneidade de ecossistemas que impõe desafios logísticos e metodológicos consideráveis à amostragem integral do território.

A integração dos dados de distribuição com o Human Footprint Index revelou que as áreas com maior impacto antrópico tendem a apresentar lacunas ou baixa densidade de registros, especialmente nas porções sul e sudeste do estado. Não obstante, esses padrões devem ser interpretados de forma cuidadosa, considerando as limitações dos dados disponíveis, bem como a concentração de estudos em áreas mais acessíveis ou tradicionalmente investigadas. Reafirmando que essas lacunas não indicam ausência de esforço, mas destacam a magnitude do desafio e a necessidade de investimentos contínuos para sua superação.

Os resultados das análises de similaridade indicam uma maior afinidade entre a fauna anofélica do Maranhão e a da Região Norte, um padrão consistente com a forte influência amazônica sobre as porções noroeste do estado. No entanto, é fundamental ressaltar que a base de dados das regiões Norte e Nordeste representam esforços amostrais pontuais e, portanto, estão sujeitas a subestimativas significativas da diversidade real. A menor similaridade observada com a Região Nordeste provavelmente reflete não apenas diferenças ambientais e biogeográficas genuínas, mas também um histórico de amostragens descontínuas e assimétricas entre as regiões, acentuado pela posição do Maranhão como zona de transição entre grandes domínios ecológicos.

Portanto, os resultados reforçam a importância do Maranhão como uma região-chave para estudos biogeográficos e entomológicos, destacando a necessidade de ampliação de levantamentos sistemáticos, especialmente em áreas subamostradas. As lacunas identificadas, portanto, não invalidam o conhecimento existente; pelo

contrário, elas surgem como um desafio natural da escala e da diversidade do objeto de estudo, sendo em si mesmas um indicador da riqueza de contextos ecológicos a serem explorados. A consolidação e a expansão do conhecimento sobre a fauna anofélica no estado são fundamentais não apenas para o avanço científico, mas também para subsidiar estratégias de vigilância entomológica e compreensão dos processos ecológicos que estruturam a distribuição dessas espécies.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB'SÁBER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: *Ateliê Editorial*, 2003.
- AHID, S. M. & LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, R. **Mosquitos vetores potenciais de dirofilariose canina na Região Nordeste do Brasil**. *Revista de Saúde Pública*, v. 33, n. 6, p. 560–565, dez. 1999.
- AGUIAR, M. R. V. DE . *et al.*. **Desenvolvimento regional e a contribuição universitária: uma análise das publicações nacionais e internacionais de 2008 a 2016**. *Interações (Campo Grande)*, v. 21, n. 2, p. 305–316, abr. 2020.
- ALMEIDA, L. A.; CONCEIÇÃO, S. S.; NASCIMENTO, F. J. S. **Ecótono em metamorfose: um mosaico de pressões recentes sobre biomas predominantes no Maranhão**. *GeoPUC - Revista da Pós-Graduação em Geografia da PUC-Rio*, Rio de Janeiro, v. 11, n. 20, p. 103-121, jan-jun. 2018.
- AMARAL Y. T. *et al.* **Landscape structural analysis of the Lençóis Maranhenses national park: implications for conservation**. *Journal of Natural Conservation*, v. 51: 125725, Out. 2019.
- AMARAL, P. S. T. *et al.* **Malaria in areas under mining activity in the Amazon: a review**. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, v. 57, p. e00200–2024, 2024.
- AMORIM, G. D. S. *et al.* **Taxonomic study of Myrtaceae in forest fragments in Amazonian Maranhão, Brazil**. *Phytotaxa*, Auckland, New Zealand, v. 568, n. 1, p. 27–60, 2022. DOI: 10.11646/phytotaxa.568.1.3.
- ANDRADE, W. A. *et al.* **DIVERSIDADE DE ANOFELINOS (DIPTERA: CULICIDAE) IDENTIFICADOS EM ÁREA DE IMPLANTAÇÃO DE HIDRELÉTRICA NAS MARGENS DO RIO TOCANTINS, MUNICÍPIO DE PORTO NACIONAL-TO**. *Revista de Patologia Tropical*, Goiânia, v. 35, n. 2, p. 143–147, 2006. DOI: 10.5216/rpt.v35i2.1903.
- ANJOS, M. H. B. DOS; SILVA, V. S. **Alterações ambientais e malária na região amazônica brasileira**. *Research, Society and Development*, v. 12, n. 4, p. e21912441210, 2023. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v12i4.41210>.
- ARAÚJO, A. C. A. *et al.* **MALÁRIA: UMA DAS DOENÇAS TROPICAIS NEGLIGENCIADAS NO BRASIL EM PLENO SÉCULO XXI**. *Revista ft*. 29. 38-39. 2025. DOI 10.69849/revistافت/ni10202509111238.

ARAGÃO, C. F.; CRUZ, A. C. R.; NUNES NETO, J. P., *et al.* **Circulation of Chikungunya virus in *Aedes aegypti* in Maranhão, Northeast Brazil.** *Acta tropica*, v. 186, p. 1–4, 2018.

ARAGÃO, N. C.; MÜLLER, G. A.; BALBINO, V. Q., *et al.* **A list of mosquito species of the Brazilian State of Pernambuco, including the first report of *Haemagogus janthinomys* (Diptera: Culicidae), yellow fever vector and 14 other species (Diptera: Culicidae).** *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, v. 43, n. 4, p. 458–459, 2010.

ARCOS, A. N. *et al.* **Characterization of artificial larval habitats of *Anopheles darlingi* (Diptera: Culicidae) in the Brazilian Central Amazon.** *Revista brasileira de entomologia*, v. 62, n. 4, p. 267–274, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rbe.2018.07.006>.

ARISCO, N. J. *et al.* **Ecological change increases malaria risk in the Brazilian Amazon.** *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, v. 121, n. 44, p. e2409583121, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.2409583121>.

BAHIA. Secretaria da Saúde. Diretoria de Vigilância Epidemiológica. **Carta anofélica da Bahia, Brasil (Diptera: Culicidae).** [Boletim Entomológico, n. 3]. Salvador, 6 abr. 2016. Disponível em: https://www.saude.ba.gov.br/wp-content/uploads/2017/08/Boletim_Entomologico_n03_Carta_anofelica_6abril2016.pdf.

BAIA-DA-SILVA, D. C. *et al.* **Desafios atuais do controle vetorial na luta contra a malária no Brasil.** *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, v. 52, p. e20180542, 2019.

BARROS, V. L. L. DE; COSTA, F. M. DA; SILVA, A. R. DA, *et al.* **First record of *Anopheles aquasalis* associated with malaria transmission in a community in Buriticupu municipality, Maranhão state, Brazil.** *Journal of Research in Biology*, v. 5, n. 5, p. 1782-1787, 14 Aug. 2015.

BARROS, V. L. L. DE; COSTA, F. M. DA; SILVA, A. R. DA, *et al.* **Study of behavioral patterns and infection analyses in anopheline species involved in the transmission of malaria in Buriticupu and São José de Ribamar municipality, Maranhão State, Brazil.** *EntomoBrasilis*, [S. l.], v. 13, p. e0820, 2020. DOI: [10.12741/ebrasilis.v13.e0820](https://doi.org/10.12741/ebrasilis.v13.e0820).

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). **Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade.** Brasília, 2018. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt->

br/assuntos/biodiversidade-e-biomas/biomas-e-ecossistemas/conservacao-1/areas-prioritarias/2a-atualizacao-das-areas-prioritarias-para-conservacao-da-biodiversidade-2018.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Guia de Vigilância em Saúde**. Secretaria de Vigilância em Saúde - Departamento de Articulação Estratégica de Vigilância em Saúde. Brasília: Ministério da Saúde, ed. 5, 2022. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia_vigilancia_saude_5ed_rev_atual.pdf

BRUGMAN, V. A. *et al.* **Molecular species identification, host preference and detection of myxoma virus in the *Anopheles maculipennis* complex (Diptera: Culicidae) in southern England, UK.** *Parasites & Vectors*, v. 8, n. 1, p. 421, 2015. DOI: 10.1186/s13071-015-1034-8.

BUERY, J. C. *et al.* **Atlantic Forest malaria: A review of more than 20 years of epidemiological investigation.** *Microorganisms*, v. 9, n. 1, p. 132, 2021. DOI: 10.3390/microorganisms9010132.

CARLOS, B. C. *et al.* **A comprehensive analysis of malaria transmission in Brazil.** *Pathogens and Global Health*, v. 113, n. 1, p. 1–13, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1080/20477724.2019.1581463>.

CARMIGNOTTO, A. P. & ASTÚA, D. **Mammals of the Caatinga: Diversity, Ecology, Biogeography, and Conservation.** In: SILVA, J. M. C. DA; LEAL, I. R.; TABARELLI, M. *Caatinga: The Largest Tropical Dry Forest Region in South America*. Switzerland: Springer International Publishing v. 1, p. 211-254, 2017. DOI: 10.1007/978-3-319-68339-3.

CARVALHO, G. A. DE *et al.* **Evaluation of Larval Development of *Dirofilaria immitis* in Different Populations of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*.** *Open Journal of Veterinary Medicine*, v. 03, n. 06, p. 277–281, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.4236/ojvm.2013.36045>.

CARVALHO, R. L. *et al.* **Unpacking the risks of zoonotic and vector-borne pathogen transmission to humans in the context of environmental change.** *One Earth* (Cambridge, Mass.), v. 8, n. 8, p. 101348, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2025.101348>.

CATENACCI, L. *et al.* **New records of mosquito species (Diptera: Culicidae) for Bahia (Brazil).** *International Journal of Mosquito Research*. v. 4, p. 12-16. 2017.

- CAUSEY, O. R., DEANE, L. M., & DEANE, M. P. **An illustrated key to the eggs of thirty species of Brazilian anophelines, with several new descriptions.** *American Journal of Hygiene*, v. 39, n.1, 1-7, 1944.
- CERQUEIRA, N. L. **Distribuição geográfica dos mosquitos da Amazônia.** *Rev Bras Ent*, v. 10, p. 111-168, 1961.
- CHAVES, L. S. M. *et al.* **Kerteszia Theobald (Diptera: Culicidae) mosquitoes and bromeliads: A landscape ecology approach regarding two species in the Atlantic rainforest.** *Acta tropica*, v. 164, p. 303–313, 2016.
- CHAVES, L. S. M. *et al.* **Abundance of impacted forest patches less than 5 km² is a key driver of the incidence of malaria in Amazonian Brazil.** *Scientific Reports*, v. 8, n. 1, p. 7077, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-018-25344-5>.
- CHAVES, L. S. M. *et al.* **Global consumption and international trade in deforestation-associated commodities could influence malaria risk.** *Nature Communications*, v. 11, n. 1, p. 1258, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41467-020-14954-1>.
- CONN, J. E.; WILKERSON, R. C.; SEGURA, M. N. O. *et al.* **Emergence of a new Neotropical malaria vector facilitated by human migration and changes in land use.** *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, v. 66, n. 1, p. 18–22, 2002.
- 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: Genetic Control of Malaria and Dengue. [S.l.]: Elsevier, p. 81–102. 2016.
- CONSOLI, R. A. G. B.; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, R. **Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil.** Rio de Janeiro: *Editora Fiocruz*, 1994.
- COSTA-NETA, B. M.; DA SILVA, A. A.; BRITO, J. M. *et al.* **Light-emitting diode (LED) traps improve the light-trapping of anopheline mosquitoes.** *Journal of Medical Entomology*, v. 54, n. 6, p. 1699–1703, 2017.
- COSTA-NETA, B. M.; LIMA-NETO, A. R.; DA SILVA, A. A. *et al.* **Centers for Disease Control-type light traps equipped with high-intensity light-emitting diodes as light sources for monitoring Anopheles mosquitoes.** *Acta tropica*, v. 183, p. 61–63, 2018.
- COSTA-NETA, B. M.; DE SOUSA, F. C. D. S.; DE ARAÚJO, E. C. *et al.* **The evening crepuscular host-seeking activity of Anopheles mosquitoes in northeast Brazil.** *Journal of Medical Entomology*, v. 60, n. 5, p. 1008–1015, 2023.

COUTINHO, J. O. **Contribuição para o estudo da distribuição geográfica dos anofelinos do Brasil**. 1947. 117 p. *Dissertação de Mestrado*, Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1947.

DANTAS, J. O.; CARVALHO, C. M.; VILAR, J. C. **Chaves para identificação de vetores das principais zoonoses de Sergipe. I. Diptera**. *Biologia Geral e Experimental*, v. 6, p. 32-48, 2006.

DE ARRUDA, M. *et al.* **Sero-epidemiological studies of malaria in Indian tribes and monkeys of the Amazon Basin of Brazil**. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, v. 41, n. 4, p. 379–385, 1989. DOI: 10.4269/ajtmh.1989.41.379.

DEANE L. M., CAUSEY O. R., DEANE M. P. **Chave ilustrada para a identificação de trinta e cinco espécies de anofelinos das regiões Nordeste e Amazônica do Brasil pelos caracteres da fêmea, com notas sobre os transmissores da malária (Diptera, Culicidae)**. *Revista do Serviço Especial de Saúde Pública*, v. 1, p. 309-336. 1947.

DEANE L. M., CAUSEY O. R., DEANE M. P. **Studies on Brazilian Anophelines from the northeast and Amazon regions. I. An illustrated key by adult female characteristics for the identification of thirty-five species of Anophelini, with notes on the malaria vectors (Diptera: Culicidae)**. *American Journal of Hygiene*, Monographic series n. 18, Baltimore, Maryland. 1946.

DEANE, L. M.; CAUSEY, O. R.; DEANE, M. P. **Notas sobre a distribuição e a biologia dos anofelinos das regiões nordestina e amazônica do Brasil**. *Revista do Serviço Especial de Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 1, n. 4, p. 827 - 965, maio, 1948.

DEANE, Leônidas M. **Malaria vectors in Brazil**. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, v. 81, Suplemento II, p. 5–14, 1986.

DEANE, L. M. **A cronologia da descoberta dos transmissores da malária na Amazônia brasileira**. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, v. 84, p. 149–156, 1989. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0074-02761989000800030>.

DOS REIS, I. C. *et al.* **Contribution of fish farming ponds to the production of immature Anopheles spp. in a malaria-endemic Amazonian town**. *Malaria Journal*, v. 14, n. 1, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12936-015-0947-1>.

FARAN, M. E. & LINTHICUM, K. J. **A handbook of the Amazonian species of Anopheles (Nysshynchus) (Diptera: Culicidae)**. *Mosquito System.*, v. 13, p. 1-81, 1981.

- FARAN, M. E. **Mosquito Studies (Diptera, Culicidae) XXXIV. A revision of the Albimanus Section of the subgenus Nyssorhynchus of Anopheles.** *Contrib. Am. Entomol. Inst. (Ann Arbor)*, v. 15, n. 7, p. 1-214, 1980.
- FARAN, M. E. **Synonymy of Anopheles (Nyssorhynchus) noroestensis with An. (Nys.) evansi with a Description of the Male Genitalia of the Lectotype of an An. (Nys.) evansi (Diptera: Culicidae).** *Mosquito Systematics*, v. 13, n. 1, p. 86-91. 1981.
- FELFILI, J. M.; CARVALHO, F. A.; HAIDAR, R. F. **Manual para monitoramento de parcelas permanentes nos biomas Cerrado e Pantanal Brasília, Universidade de Brasília, DF: Editora da UnB, 60 p., 2005.**
- FERNANDES, G. DE O. **Culicídeos vetores em uma unidade de conservação da caatinga na região do seridó no Rio Grande do Norte aspectos da transmissão de doenças.** 2011. 121 f. *Dissertação* (Mestrado em Meio Ambiente, Cultura e Desenvolvimento) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2011.
- FERREIRA, M. U.; Castro, M. C. **Challenges for malaria elimination in Brazil.** *Malaria Journal*, v. 15, 284, 2016.
- FERREIRA DO CARMO, I. R. *et al.* **Desmatamento, Incêndios Florestais e Secas Extremas no Bioma Caatinga, Brasil.** *Revista Brasileira de Geografia Física*, [S. l.], v. 18, n. 05, p. 3543–3557, 2025. DOI: 10.26848/rbgf.v18.05.p3543-3557.
- FERREIRA NETO J. A.; DEANE L. M.; CARNEIRO E. W. B. **Infecção natural de guaribas, *Alouatta belzebul* (L., 1766) pelo *Plasmodium brasilianum* Gonder & Berenberg-Gossler, 1908, no Estado do Maranhão, Brasil.** *Rev. Inst. Med. Trop.*, São Paulo, v. 12, p. 169-174. 1970.
- FERREIRA, S. DO R.; LUZ, E. **Malária no Estado do Paraná - Aspectos históricos e prognose.** *Acta Biológica Paranaense*, Curitiba, v. 32, p. 129-156. 2003. DOI: 10.5380/abpr.v32i0.622.
- FIGUEIREDO, M. A. P.; DI SANTI, S. M.; MANRIQUE, W. G. *et al.* **Molecular identification of Plasmodium spp. and blood meal sources of anophelines in environmental reserves on São Luís Island, state of Maranhão, Brazil.** *Parasites Vectors*, v. 10, p. 203, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13071-017-2133-5>.
- FOLEY, D. H.; LINTON, Y. M.; RUIZ-LOPEZ, J. F. *et al.* **Geographic distribution, evolution, and disease importance of species within the Neotropical Anopheles albitarsis Group (Diptera, Culicidae).** *Journal of Vector Ecology: Journal of the Society for Vector Ecology*, v. 39, n. 1, p. 168–181, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1948-7134.2014.12084.x>.

- FOLEY, D. H. *et al.* **The value of georeferenced collection records for predicting patterns of mosquito species richness and endemism in the Neotropics: *Ecological Entomology*, v. 33, p. 12–23, 2007. DOI: 10.1111/j.1365-2311.2007.00927.x.**
- FONSECA, A. H. S.; OLIVEIRA, H. L. DE; MENEZES, K. M. L. DE. **A PREVALÊNCIA DA MALÁRIA ENTRE OS YANOMAMI NA REGIAO AMAZÔNICA: A EFETIVIDADE DAS AÇÕES DE DIAGNÓSTICO E TRATAMENTO NO PERÍODO DE 2013 A 2023. *Revista Foco*, v. 18, n. 6, p. e8786, 2025. DOI: 10.54751/revistafoco.v18n6-039.**
- FONSECA, E. DA C. *et al.* **Diversidade, distribuição e aspectos ecológicos das espécies de Anopheles Vetores de Malária, em comunidades agroextrativistas do município de Mazagão, Amapá, Brasil. *Cuadernos de Educación y Desarrollo*, v. 15, n. 11, p. 15047–15063, 2023. DOI: 10.55905/cuadv15n11-112.**
- FORATTINI, O. P.; RABELLO, E. X. & COTRIM, M. D. **Catálogo das coleções entomológicas da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo (1ª Série). *Culicidae*. *Revista de Saúde Pública*, v. 4, 1-100, 1970.**
- FORATTINI, O. P. **Entomologia médica, vol. I. Faculdade de Higiene e Saúde Pública, São Paulo, Brasil. pp. 662, 1962.**
- FORATTINI, O. P.. **Culicidologia médica. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, v. 2, 2002.**
- FORTIN, M. J. & DALE, M. R. T. **Spatial analysis: A guide for ecologists. Cambridge: Cambridge University Press. 2005. DOI: 10.1017/CBO9780511542039**
- FOSTER, Peter G. *et al.* **Phylogeny of Anophelinae using mitochondrial protein coding genes. *Royal Society Open Science*, v. 4, n. 11, p. 170758, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1098/rsos.170758>.**
- FOSTER, W. A.; WALKER, E. D. **Mosquitoes (Culicidae). In: MULLEN, G. R.; DURDEN, L. A. *Medical and Veterinary Entomology*, Ed. 3. San Diego: Elsevier. Cap. 15, p. 261-325. 2019.**
- GABALDON. A. & COVA-GARCIA, P. **Zoogeografía de los anofelinos de Venezuela. IV Suposición en la región Neotrópica Y observaciones sobre las especies de esta región. *Rev. Sanid. Asist. soc.*, v. 17, p. 171-209, 1952.**
- GALANTE, G. B. *et al.* **Survival of the immature stages of the malaria vectors *Anopheles pseudopunctipennis* and *Anopheles argyritarsis* (Diptera: Culicidae) in northwestern Argentina. *The Florida Entomologist*, v. 97, n. 1, p. 191–202, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1653/024.097.0125>.**

- 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, Estado do Amapá, Brasil.** *Rev Pan-Amaz Saude*, Ananindeua, v. 1, n. 4, p. 103, dez. 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.5123/S2176-62232010000400016>.
- GASSERT, F. *et al.* **An operational approach to near real time global high resolution mapping of the terrestrial Human Footprint.** *Frontiers in Remote Sensing*, v. 4, n. 1130896, 2023.
- GOMES, F. J. DE A. *et al.* **AVALIAÇÃO FITOSSOCIOLÓGICA DE UM FRAGMENTO FLORESTAL EM ÁREA URBANA NA TRANSIÇÃO CERRADO – FLORESTA AMAZÔNICA.** *Nativa, Mato Grosso*, v. 10, n. 2, p. 211–218, 2022. DOI: 10.31413/nativa.v10i2.13099.
- GUEDES, M. L. P. **Culicidae (Diptera) no Brasil: relações entre diversidade, distribuição e enfermidades.** *Oecologia Australis*, v. 16, n. 2, p. 318–341, 2012. DOI: 10.4257/oeco.2012.1602.07.
- HARBACH, R. E. **Mosquito Taxonomic Inventory.** 2025. Disponível em: <https://mosquito-taxonomic-inventory.myspecies.info/>.
- HARBACH, R. E. **The phylogeny and classification of *Anopheles*.** In: Manguin, S. (Ed.). ***Anopheles* mosquitoes - New insights into malaria vectors.** *InTech*. 2013. DOI: 10.5772/54695.
- HIWAT, H.; BRETAS, G. **Ecology of *Anopheles darlingi* Root with respect to vector importance: a review.** *Parasites & Vectors*, v. 4, n. 1, p. 177, 2011. DOI: 10.1186/1756-3305-4-177.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Bases cartográficas contínuas do Brasil.** Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/bases-cartograficas-continuas/15759-brasil.html>. Acesso em: 29 dez. 2025.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades@ –Maranhão.** 2025. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ma/panorama>. Acesso em: 29 dez. 2025.
- ICMBIO - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume I.** Brasília, DF: ICMBio/MMA, p. 492, 2018. Disponível em: https://www.gov.br/icmbio/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/publicacoes-diversas/livro_vermelho_2018_vol1.pdf. Acesso em: 29 dez. 2025.

INÁCIO, C. L. S. **Mosquitos (diptera, culicidae) em área de caatinga degradada na região Seridó, Estado do Rio Grande do Norte, Brasil.** *Dissertação* (Mestrado em Ciências Biológicas) - Centro de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, p. 117, 2016.

JACCARD, P. **Distribution de la flore alpine dans le Bassin des Dranses et dans quelques regions voisines.** *Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles*, 37, 241-272. 1901.

JUNK, W. J., PIEDADE, M. T. F., SCHÖNGART, J. *et al.* **A classification of major naturally-occurring Amazonian lowland wetlands.** *Wetlands*, v. 31, n. 4, p. 623–640, 2011.

KLEIN, T. A. *et al.* **Infection of *Anopheles darlingi* fed on patients infected with Plasmodium vivax before and during treatment with chloroquine in Costa Marques, Rondonia, Brazil.** *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, v. 45, n. 4, p. 471–478, 1991. DOI: 10.4269/ajtmh.1991.45.471

KRAJEVSKI, L. C. **Universidade e desenvolvimento regional: a experiência da UFFS.** *Revista Brasileira de Desenvolvimento Regional*, [S. l.], v. 9, n. 1, p. 175–196, 2021. DOI: 10.7867/2317-5443.2021v9n1p175-196.

KREBS, C. J. **Ecological methodology**, New York: *Harper & Row*. 2nd edn., p. 620, 1999.

LANE, J. **Tribe Anophelini. Volume 1:** 137-305. In: *Neotropical Culicidae*. (J. Lane). Universidade de São Paulo, São Paulo. 1953.

LAPORTA, G. Z.; LINTON, Y. M.; WILKERSON, R. C. *et al.* **Malaria vectors in South America: current and future scenarios.** *Parasites Vectors*, v. 8, p. 426, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13071-015-1038-4>.

LAPORTA, G. Z.. **Amazonian rainforest loss and declining malaria burden in Brazil.** *The Lancet. Planetary Health*, v. 3, n. 1, p. e4–e5, 2019. DOI: 10.1016/S2542-5196(18)30243-2

LEAL, I. R.; SILVA, J. M. DA; TABARELLI, M.; LACHER JR, T. E. **Mudando o curso da Conservação da biodiversidade na Caatinga do Nordeste do Brasil.** *Megadiversidade*. v. 1, n. 1, p. 139-146. 2005.

LEGENDRE, P. & L. LEGENDRE. **Numerical Ecology. 3rd ed.** Amsterdam, Elsevier, 1006p. 2012.

LIMA, G. P.; ALMEIDA JR., E. B. **Diversidade e similaridade florística de uma restinga ecotonal no Maranhão, Nordeste do Brasil.** *Interciência*, v. 43, n. 4, p. 275-282, abr. 2018.

LOPES, N. F. S. N.; BEZERRA, J. M. T.; LEONARDO, F. S. *et al.* **Anopheles diversity and malaria infection in the Cocais Zone, State of Maranhão, Brazil.** *Revista de Patologia Tropical*, v. 45, n. 1, p. 121-131, 2016. DOI: doi: 10.5216/rpt.v45i1.40040.

MACDONALD, A. J.; MORDECAI, E. A. **Amazon deforestation drives malaria transmission, and malaria burden reduces forest clearing.** *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, v. 116, n. 44, p. 22212–22218, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.1905315116>.

MACHADO, A. R. **Estratégias de Prevenção e Controle de Doenças Transmitidas por Vetores.** *Revista ft*, Rio de Janeiro, Brasil, ed. 132, v. 28. 2024. DOI: 10.5281/zenodo.10825110.

MAGURRAN, A. E. **Measuring Biological Diversity.** *Current Biology*, Crossref, vol. 31, no. 19, Oct., pp. R1174–77, 2021. DOI: 10.1016/j.cub.2021.07.049oliveira.

MARANHÃO. **Plano de ação para prevenção e controle do desmatamento e das queimadas no Estado do Maranhão.** São Luís: Secretaria do Estado de Meio Ambiente e Recursos Naturais/SEMA, 124 pp. 2024. Disponível em: https://participa.ma.gov.br/wp-content/uploads/2024/02/PPCDQ_Maranhao_19_02_2024.pdf. Acesso em: 29 dez. 2025.

MARTINS, L. M. O. *et al.* **Diversity of Anopheles mosquitoes from four landscapes in the highest endemic region of malaria transmission in Brazil.** *Journal of Vector Ecology*, v. 43, n. 2, p. 235–244, 2018.

MEDEIROS, R. B. *et al.* **Vulnerabilidade Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Buriticupu, Maranhão - Brasil: o relevo como Elemento Chave.** *Sociedade & Natureza*, v. 35, p. e66679, 2023.

MEIRELES, A. C. A. **Densidade anofélica (Diptera: Culicidae) e comparação de técnicas de captura em localidades com focos de malária nas áreas urbanas e periurbanas de Porto Velho, Rondônia.** *Dissertação* (Mestrado em Biologia Experimental) - Programa de Pós-Graduação em Biologia Experimental (PGBIOEXP), Fundação Universidade Federal de Rondônia (UNIR), Porto Velho, 136f. 2019

- MORAIS, S. A.; ANDRADE, D. C.; LA CORTE, R. **A new record of Anopheles (Stethomyia) kompi Edwards from Sergipe, northeastern Brazil.** *Journal of Vector Ecology: Journal of the Society for Vector Ecology*, v. 43, n. 1, p. 198–200, 2018.
- MORO, M. F. *et al.* **A phytogeographical metaanalysis of the semiarid caatinga domain in Brazil.** *The Botanical Review; Interpreting Botanical Progress*, v. 82, n. 2, p. 91–148, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12229-016-9164-z>.
- MOTOKI, M. T.; LINTON, Y. M.; RUIZ, F. *et al.* **Redescription of Anopheles oswaldoi (Peryassú, 1922) (Diptera: Culicidae), with formal lectotype designation.** *Zootaxa*, v. 1588, p. 31–51, 2007. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.178520>.
- NAGAKI, S. S.; MOTTA, M. DE A.; SALLUM, M. A. M.. **Redescription of Anopheles (Nyssorhynchus) antunesi Galvão & Amaral and description of a new species of the Myzorhynchella Section (Diptera: Culicidae) from Serra da Mantiqueira, Brazil.** *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, v. 105, n. 3, p. 278–285, 2010.
- NASCIMENTO JR., W. R., SOUZA-FILHO, P. W. M., PROISY, C., LUCAS, R. M., ROSENQVIST, A. **Mapping changes in the largest continuous Amazonian mangrove belt using object-based classification of multisensor satellite imagery.** *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, v. 117, p. 83–93, 2012.
- OLIVEIRA-PEREIRA, Y. N.; REBÊLO, J. M. M. **Espécies de Anopheles no município de Pinheiro (Maranhão), área endêmica de malária.** *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, v. 33, n. 5, p. 443–450, set. 2000. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0037-86822000000500006>.
- OLIVEIRA, S. B. DE. **Estudo de genes relacionados à resposta imune de vetores brasileiros de Plasmodium vivax.** *Dissertação (Mestrado)* - Dissertação para obtenção do título de Mestre em Ciências pelo Programa de Pós - Graduação em Ciências da Saúde do Centro de Pesquisas René Rachou. Belo Horizonte, xv, 72 f.: il; 2009. Disponível em: https://www.cpqrr.fiocruz.br/texto-completo/D_4.pdf.
- OPENSTREETMAP CONTRIBUTORS. **OpenStreetMap: dados geoespaciais livres e colaborativos.** 2024. Disponível em: <https://www.openstreetmap.org>. Acesso em: 29 dez. 2025.
- PEYTON, E. L.; ROBERTS, D. R.; PINHEIRO, F. P. *et al.* **Mosquito collections from a remote unstudied area of southeastern Bolivia,** *Mosq. Syst.*, v.15, p. 61–89, 1983.
- PRADO, L. P. DO. *et al.* **An overview of the ant fauna (Hymenoptera: Formicidae) of the state of Maranhão, Brazil.** *Papéis Avulsos de Zoologia*, v. 59, p. e20195938, 2019.

PUGEDO, H.; BARATA, R. A.; FRANÇA-SILVA, J. C.; SILVA, J. C., *et al.* **HP: um modelo aprimorado de armadilha luminosa de sucção para a captura de pequenos insetos.** *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, v. 38, n. 1, p. 70–72, 2005.

QGIS DEVELOPMENT TEAM. QGIS Geographic Information System. Versão 3.44.4. Open Source Geospatial Foundation, 2024. Disponível em: <https://www.qgis.org>. Acesso em: 29 dez. 2025.

RACHOU, R. G. **Anofelinos do Brasil: Comportamento das Espécies Vetoras de Malária.** *Revista Brasileira de Malariologia e Doenças Tropicais*, v. 10, 145–181. 1958a.

RACHOU, R. G. **Algumas manifestações de resistência de comportamento de insetos aos inseticidas no Brasil.** *Rev. Bras. Malariol. Doenças Trop.*, 10: 277-290. 1958b.

REBÊLO J.M.M. **Manual de bioecologia dos vetores de malária.** Ed. Lithograf, São Luís, 56 pp. 2000.

REBÊLO, J. M. M., SILVA, A. R. DA ., FERREIRA, L. A., & VIEIRA, J. A. **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, mar. 1997. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0037-86821997000200004>.

REBÊLO, J. M. M., MORAES, J. L. P., ALVES, G. A., LEONARDO, F. S., *et al.* **Distribuição das espécies do gênero Anopheles (Diptera, Culicidae) no Estado do Maranhão, Brasil.** *Cadernos de Saúde Pública*, v. 23, n. 12, p. 2959–2971, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2007001200017>.

REBÊLO, J.M.M.; MORAES, J. L. P., ALVES, G. A., LEONARDO, F. S., *et al.* **Dípteros vetores de leishmaniose e malária na Amazônia maranhense.** In: **M. B. Martins e T. G. de Oliveira (Eds), Amazônia Maranhense: diversidade e conservação.** Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, pp. 167–176, 2011.

RIBEIRO, J.F.; WALTER, B.M.T. **As principais fitofisionomias do bioma Cerrado.** In: *Cerrado: Ecologia e Flora*; SANO, S.M., ALMEIDA, S.P., RIBEIRO, J.F. *Embrapa: Planaltina*, Brasil, ed. 1, v. 1, pp. 151–212. 2008. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/283072910_As_principais_fitofisionomias_d_o_bioma_Cerrado. Acesso em: 29 dez. 2025.

RIBEIRO, M. C. T.; GONÇALVES, E. DA G. DO R.; TAUIL, P. L. *et al.* **Aspectos epidemiológicos de um foco de malária no município de São Luís, MA.** *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, v. 38, n. 3, p. 272–274, 2005.

RIOS-VELÁSQUEZ, C. M. *et al.* **Infecção experimental por *Plasmodium vivax* em espécies-chave de *Anopheles* da Amazônia brasileira.** *Malaria Journal*, v. 12, n. 1, p. 460, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1186/1475-2875-12-460>.

RUFALCO-MOUTINHO, P. *et al.* **Ecology and larval population dynamics of the primary malaria vector *Nyssorhynchus darlingi* in a high transmission setting dominated by fish farming in western Amazonian Brazil.** *PloS One*, v. 16, n. 4, p. e0246215, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0246215>.

RUFALCO-MOUTINHO, P. *et al.* **Larval habitats of *Anopheles* species in a rural settlement on the malaria frontier of southwest Amazon, Brazil.** *Acta tropica*, v. 164, p. 243–258, 2016.

RUFINO, D. C.; BARBOZA, I. DA R.; RUBIM, P. R. DOS S.; FEITOSA, A. C. **REFLEXÕES SOBRE O CLIMA SEMIÁRIDO NO ESTADO DO MARANHÃO.** *International Journal Semiarid*, v. 07, p. 211-230, 2024. Disponível em: <https://journalsemiarid.com/index.php/ijsa/article/download/205/361/1340>. Acesso em: 29 dez. 2025.

SÁNCHEZ-RIBAS, J. *et al.* **Bionomics and malaria infection rates in anopheline species in Yanomami villages of the Brazilian Amazon Forest.** *Malar Journal*, v. 24, p. 348, 2025. <https://doi.org/10.1186/s12936-025-05598-x> silva.

SALLUM, M. A. M.; BERGO, E. S.; FLORES, D. C. *et al.* **Systematic studies on *Anopheles galvaoi* Causey, Deane & Deane from the subgenus *Nyssorhynchus blanchard* (Diptera: Culicidae).** *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, v. 97, n. 8, p. 1177–1189, 2002.

SALLUM, M.A.M. *et al.* **Identification keys to the *Anopheles* mosquitoes of South America (Diptera: Culicidae). I. Introduction.** *Parasites & Vectors*, v. 13, p.583, 2020a. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13071-020-04298-6>.

SALLUM, M. A. M. *et al.* **Vector competence, vectorial capacity of *Nyssorhynchus darlingi* and the basic reproduction number of *Plasmodium vivax* in agricultural settlements in the Amazonian Region of Brazil.** *Malaria Journal*, v. 18, p. 117, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12936-019-2753-7>.

- SALLUM, M. A. M. *et al.* **Distribution of Anophelinae (Diptera: Culicidae) and challenges for malaria elimination in Brazil.** *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, v. 120, p. e240247, 2024 (Durante 2025). DOI: 10.1590/0074-02760240247.
- SALLUM, M. A. M.; OBANDO, R. G.; CARREJO, N. & WILKERSON, R. C. **Identification keys to the Anopheles mosquitoes of South America (Diptera: Culicidae). IV. Adult females.** *Parasites & Vectors*, v. 13, p. 584, 2020b. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13071-020-04301-0>.
- SANDERSON, E. W.; JAITEH, M.; LEVY, M. A.; REDFORD, K. H., *et al.* **The human footprint and the last of the wild.** *BioScience*, v. 52, n. 10, p. 891–904, 2002.
- SANTOS, C. F. *et al.* **INVENTORY OF MOSQUITOES (DIPTERA: CULICIDAE) IN CONSERVATION UNITS IN BRAZILIAN TROPICAL DRY FORESTS.** *Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo*, v. 57, n. 3, p. 227–232, 2015.
- SANTOS, G. G. DOS *et al.* **Espacialização das Principais Produções Pecuárias do Estado do Maranhão.** In: Instituto internacional Despertando Vocações, 2020. DOI: <https://doi.org/10.31692/2526-7701.VCOINTERPDVAgro.0220>.
- SANTOS, J. C. *et al.* **Caatinga: The scientific negligence experienced by a dry tropical forest.** *Tropical Conservation Science*, v. 4, n. 3, p. 276–286, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1177/194008291100400306>.
- SANTOS-FILHO, F. S.; ALMEIDA JR., E. B.; SOARES, C. J. R. S. **Cocais: zona ecotonal natural ou artificial?** *Revista Equador*, v. 2, n. 1, p. 2–13, 2013.
- SHANNON, R. C. **Methods for collecting and feeding mosquitoes in jungle yellow fever studies.** *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, v. 19, n. 2, p. 131-138 + 2 plts., 1939.
- SILVA, A. DE N. M. DA *et al.* **Fauna anofélica da cidade de Belém, Pará, Brasil: dados atuais e retrospectivos.** *Cadernos de Saúde Pública*, v. 22, n. 8, p. 1575–1585, 2006.
- SILVA, A. M. DA; ARAÚJO, R. DE; SOUZA FILHO, E. C. DE. **Entomologia médica (medical entomology).** *Acta Biológica Paranaense*, Palotina, v. 50, p. 17-149. 2021.
- SILVA, F. S. *et al.* **Field performance of a low cost, simple-to-build, non-motorized light-emitting diode (LED) trap for capturing adult Anopheles mosquitoes (Diptera: Culicidae).** *Acta tropica*, v. 190, p. 9–12, 2018 (durante 2019). DOI: 10.1016/j.actatropica.2018.10.014.
- SILVA, H. M. DA; OLIVEIRA, T. B. DE; REZENDE, G. DE O. **Mudanças climáticas e a dinâmica de Anopheles spp. e Aedes aegypti: implicações para a saúde de**

povos tradicionais da Amazônia em uma breve revisão sistemática. *Observatório de La Economía Latinoamericana*, v. 23, n. 11, p. e12410, 2025.

SILVA, J. M. C. DA; BATES, J. M. **Biogeographic Patterns and Conservation in the South American Cerrado: A Tropical Savanna Hotspot: The Cerrado, which includes both forest and savanna habitats, is the second largest South American biome, and among the most threatened on the continent**, *BioScience*, v. 52, n. 3, p. 225–234, 2002. DOI: [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2002\)052\[0225:BPACIT\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2002)052[0225:BPACIT]2.0.CO;2).

SILVER, J. B. **Mosquito Ecology: field sampling methods**. 3. ed. Dordrecht: Springer, xii + p. 1477, 2008.

SILVERMAN, B. W. **Density estimation for statistics and data analysis. Monographs on Statistics and Applied Probability**. London: Chapman and Hall, 1986.

SINKA, M. E. *et al.* **A global map of dominant malaria vectors**. *Parasites & Vectors*, v. 5, p. 69, 2012. <https://doi.org/10.1186/1756-3305-5-69>.

SMITH, M. W. *et al.* **Future malaria environmental suitability in Africa is sensitive to hydrology**. *Science*, v. 384, p. 697-703. 2024. DOI: 10.1126/science.adk8755.

SPINELLI-ARAUJO, L.; BAYMA-SILVA, G.; TORRESAN, F. H.; VICTORIA, D. *et al.* **Conservação da biodiversidade do estado do Maranhão: cenário atual em dados geoespaciais**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, ed. 1, p. 29, 2016. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1069715>. Acesso em: 29 dez. 2025.

SØRENSEN, T. **A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content and its application to analyses of the vegetation on Danish commons**. *Kongelige Danske Videnskabernes Selskab*, v. 5, n. 4, p. 1-34, 1948.

SUCUPIRA, I. M. C.; SANTOS, M. M. M. DOS; POVOA, M. M. **Mosquitos anofelinos envolvidos na transmissão da malária humana no município de Cruzeiro do Sul, estado do Acre, Amazônia brasileira**. *Rev Pan-Amaz Saude, Ananindeua*, v. 13, e202201224, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.5123/s2176-6223202201224>.

TADEI, W. P.; DUTARY-THATCHER, B. **Malaria vectors in the Brazilian Amazon: Anopheles of the subgenus Nyssorhynchus**. *Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo*, v. 42, n. 2, p. 87–94, mar. 2000.

TADEI, W.P. *et al.* **Incidência, distribuição e aspectos ecológicos de espécies de Anopheles (Diptera: Culicidae), em regiões naturais e sob impacto ambiental da Amazônia Brasileira.** In: FERREIRA, E.J.G.; SANTOS, G.M.; LEÃO, E.L.M. & OLIVEIRA, L.A., ed. *Bases científicas para estratégias de preservação e desenvolvimento da Amazônia.* Manaus, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, p. 167-196. 1993.

TADEI, W. P. *et al.* **Ecologic observations on anopheline vectors of malaria in the Brazilian Amazon.** *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, v. 59, n. 2, p. 325–335, 1998.

TERCEIRO, A. B.; SANTOS, J. J. S.; CORREIA, M. M. F. **Caracterização da sociedade, economia e meio ambiente costeiro atuante à exploração dos manguezais no estado do Maranhão.** *Revista de Administração e Negócios da Amazônia*, Porto Velho, v. 5, n. 3, p. 94-111, 2013.

VASCONCELOS, P. F. DA C. *et al.* **Primeiro Registro de Epidemias Causadas pelo Vírus Oropouche nos Estados do Maranhão e Goiás, Brasil.** *Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo*, v. 31, p. 271–278. 1989.

VELOSO, H. P. **Os Grandes Clímaxes do Brasil IV - Considerações gerais sobre a vegetação da Região Nordeste.** *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, v. 62, p. 203-223, 1964.

VENTER, O.; SANDERSON, E.; MAGRACH, A. *et al.* **Sixteen years of change in the global terrestrial human footprint and implications for biodiversity conservation.** *Nature Communications*, v. 7, p. 1–11, 2016b. DOI: <https://doi.org/10.1038/ncomms12558>.

VENTER, O.; SANDERSON, E.; MAGRACH, A. *et al.* **Global terrestrial Human Footprint maps for 1993 and 2009.** *Sci Data*, v. 3, p. 160067. 2016a. <https://doi.org/10.1038/sdata.2016.67>.

VIANA, J. DA C. **Uso da armadilha Silva na captura de mosquitos do gênero Anopheles (Diptera, Culicidae) em área de mata de galeria, no município de Chapadinha-MA.** *Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) - Curso de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Maranhão (UFMA), Chapadinha, 2022.*

VIEIRA, O. Q.; OLIVEIRA, T. G. DE. **Non-volant mammalian species richness in the ecotonal Brazilian midnorth: .list for Maranhão State.** *Biota Neotropica*, São Paulo, Brazil, v. 20, n. 2, 2020.

WALTER, B. M. T. **Fitofisionomias do bioma Cerrado: síntese terminológica e relações florísticas**. Tese (Doutorado em Ecologia) - Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília (UnB), Brasília, p. 389, 2006.

WILKE, M. F. *et al.* **Catálogo da Coleção do Laboratório de Entomologia do Centro de Pesquisas René Rachou - Fundação Oswaldo Cruz III - Gênero Anopheles Meigen, 1818 e Chagasia Cruz, 1906 (Diptera, Culicidae)**. *Ciência e Cultura*, v. 32, p. 580–588. 1980.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **World malaria report 2020: 20 years of global progress and challenges**. Geneva: World Health Organization, 2020. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. Disponível em: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/337660/9789240015791-eng.pdf?sequence=1>. Acesso em: 29 dez. 2025.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **World malaria report 2021**. Geneva: World Health Organization; 2021. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. Disponível em: <https://www.who.int/teams/global-malaria-programme/reports/world-malaria-report-2021>. Acesso em: 29 dez. 2025.

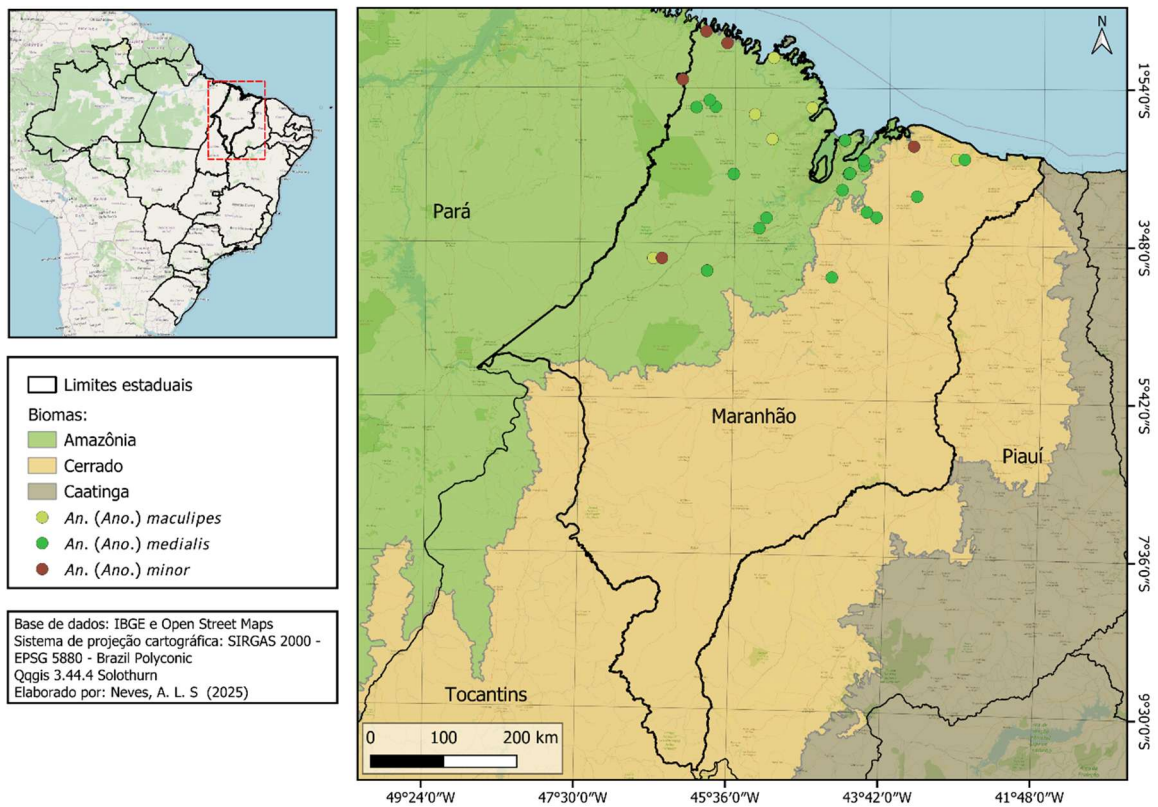
WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **World Malaria Report 2022**. Geneva: World Health Organization; 2022. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. Disponível em: <https://www.who.int/teams/global-malaria-programme/reports/world-malaria-report-2022>. Acesso em: 29 dez. 2025.

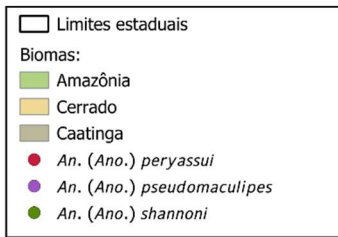
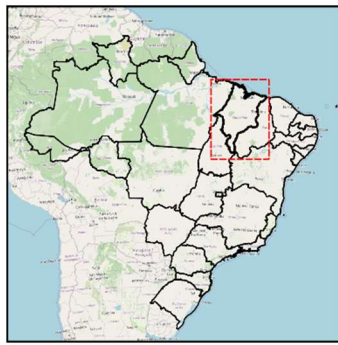
WORTON, B. J. **Kernel methods for estimating the utilization distribution in home-range studies**. *Ecology*, v. 70, n. 1, p. 164–168, 1989. DOI: <https://doi.org/10.2307/1938423>.

XAVIER S.H. & MATTOS S. DA S. **Lista das espécies e gêneros de culicídeos encontrados nos estados do Brasil. IX. Maranhão (Diptera, Culicidae)**. *Acta Amazônica*, 19: 295–306, 1989.

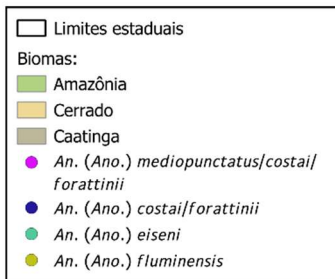
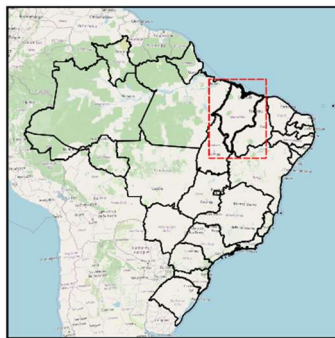
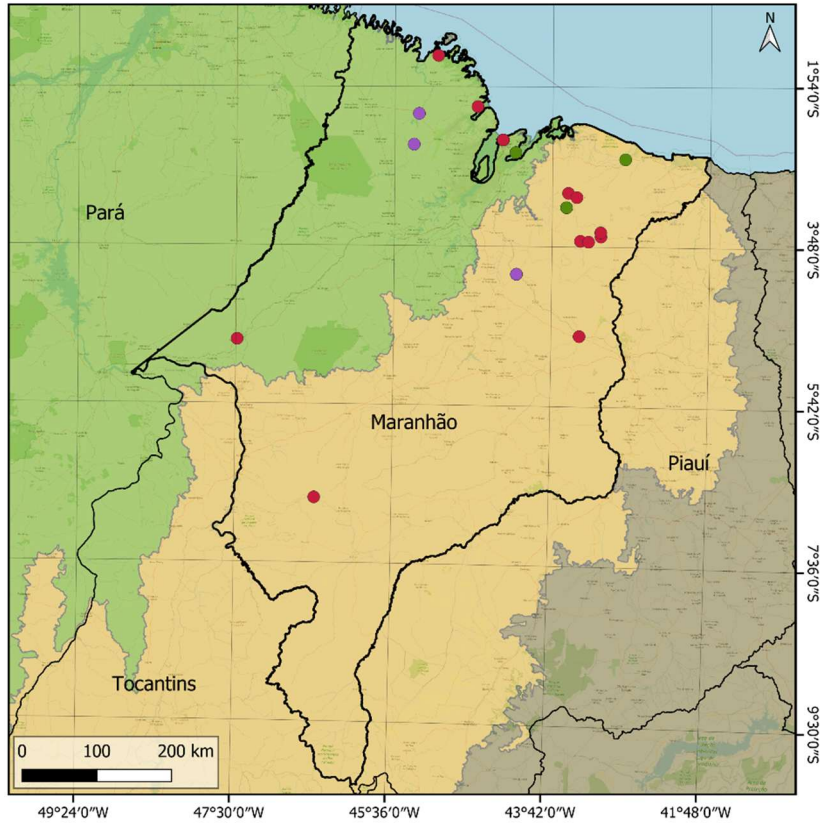
XAVIER, M. M.; REBÊLO, J. M. M. **Espécies de Anopheles (Culicidae, Anophelinae) em área endêmica de malária, Maranhão, Brasil**. *Revista de Saúde Pública*, v. 33, n. 6, p. 535–541, dez. 1999. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0034-89101999000600003>.

APÊNDICE A - Mapas de distribuição espacial de das espécies de Anophelinae no estado do Maranhão

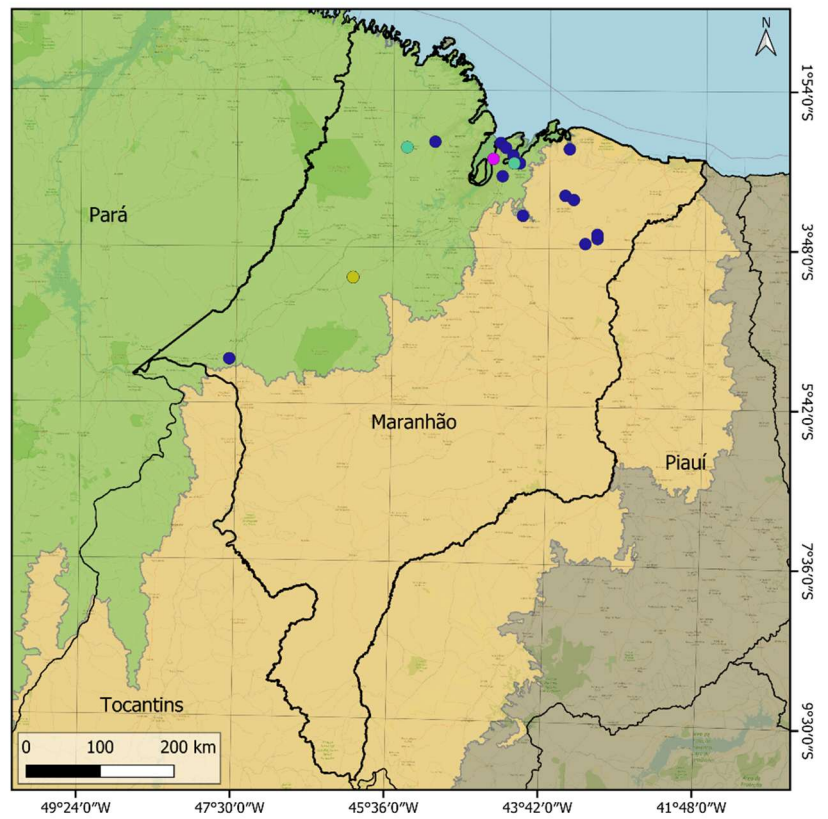


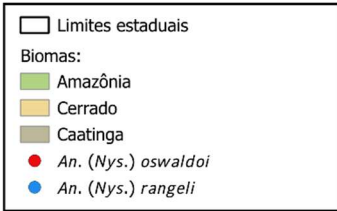
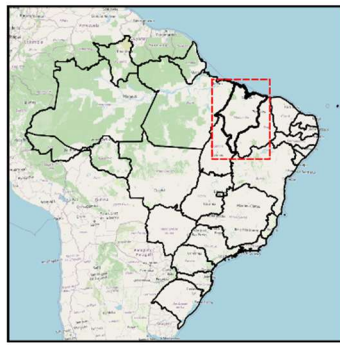


Base de dados: IBGE e Open Street Maps
 Sistema de projeção cartográfica: SIRGAS 2000 - EPSG 5880 - Brazil Polyconic
 Qgis 3.44.4 Solothurn
 Elaborado por: Neves, A. L. S (2025)

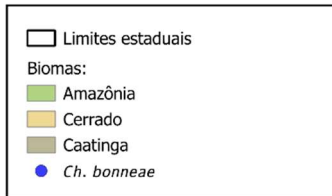
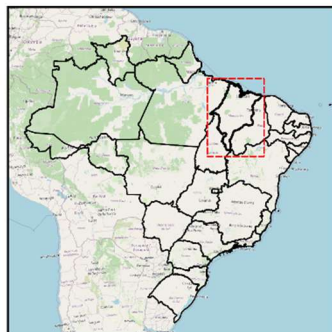
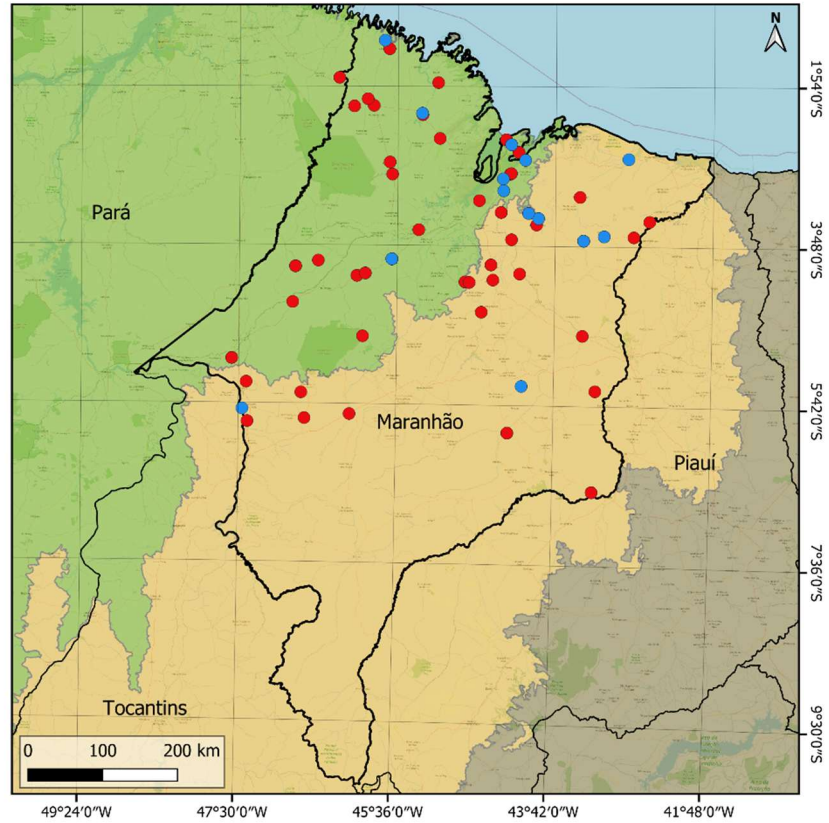


Base de dados: IBGE e Open Street Maps
 Sistema de projeção cartográfica: SIRGAS 2000 - EPSG 5880 - Brazil Polyconic
 Qgis 3.44.4 Solothurn
 Elaborado por: Neves, A. L. S (2025)

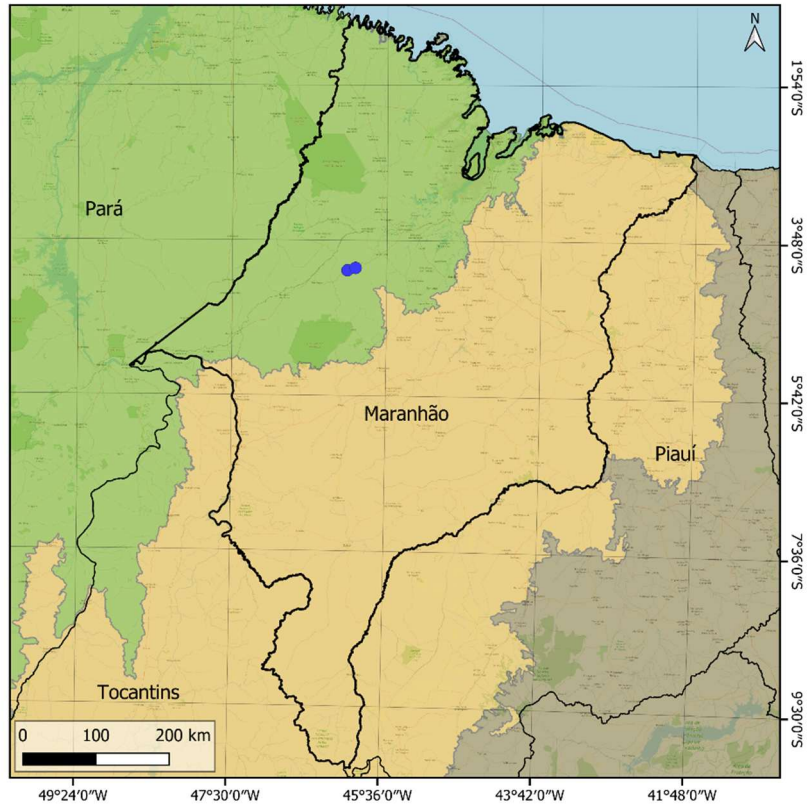


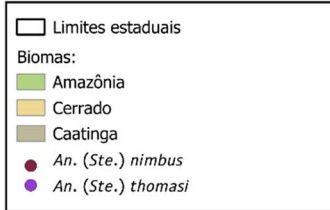
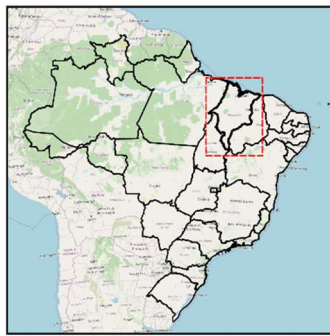


Base de dados: IBGE e Open Street Maps
 Sistema de projeção cartográfica: SIRGAS 2000 - EPSG 5880 - Brazil Polyconic
 Qgis 3.44.4 Solothurn
 Elaborado por: Neves, A. L. S (2025)

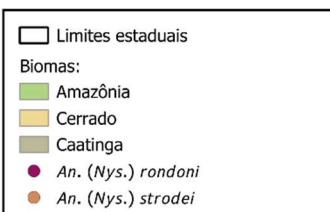
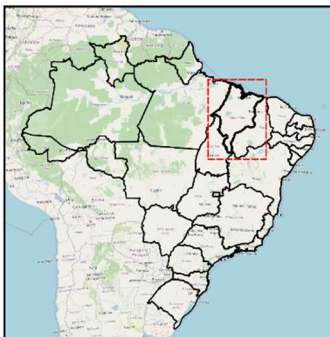
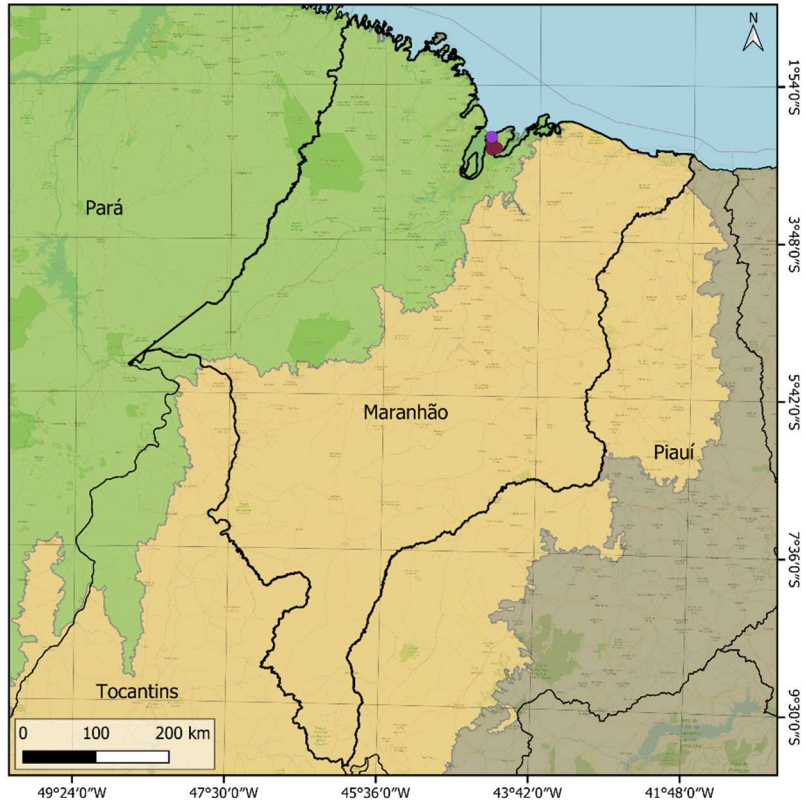


Base de dados: IBGE e Open Street Maps
 Sistema de projeção cartográfica: SIRGAS 2000 - EPSG 5880 - Brazil Polyconic
 Qgis 3.44.4 Solothurn
 Elaborado por: Neves, A. L. S (2025)





Base de dados: IBGE e Open Street Maps
 Sistema de projeção cartográfica: SIRGAS 2000 - EPSG 5880 - Brazil Polyconic
 Qgis 3.44.4 Solothurn
 Elaborado por: Neves, A. L. S (2025)



Base de dados: IBGE e Open Street Maps
 Sistema de projeção cartográfica: SIRGAS 2000 - EPSG 5880 - Brazil Polyconic
 Qgis 3.44.4 Solothurn
 Elaborado por: Neves, A. L. S (2025)

