

ECOLOGIA DE ANOFELINOS (DIPTERA: CULICIDAE: ANOPHELINAE) EM ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE URBANA REGIÃO AMAZÔNICA

ECOLOGY OF ANOPHELES MOSQUITOES (DIPTERA: CULICIDAE:
ANOPHELINAE) IN URBAN PERMANENT PRESERVATION AREAS IN THE
AMAZON REGION

Ciências da Saúde • 06/05/2026

REGISTRO DOI: [10.70773/revistatopicos/778005664](https://doi.org/10.70773/revistatopicos/778005664)

Sirlei Franck Thies¹

Margarete Martins dos Santos Afonso²

Elizabeth Ferreira Rangel³

Diniz Pereira Leite Junior⁴

Amílcar Sabino Damazo⁵

RESUMO

A malária permanece como uma importante enfermidade de interesse em saúde pública, especialmente em regiões amazônicas, onde condições ambientais favoráveis sustentam a circulação de vetores do gênero *Anopheles*. O monitoramento dos vetores se constitui como uma das principais ferramentas em inquéritos entomológicos. Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo investigar a dinâmica ecológica das espécies de anofelinos em três áreas de preservação permanentes (APP) urbanas do município de Sinop, Mato Grosso, este estudo foi concebido. Os exemplares de anofelinos foram capturados com armadilhas luminosas do tipo CDC, mensalmente, de março de 2025 a fevereiro de 2026, sendo 2 armadilhas por APP. Os insetos foram identificados utilizando chaves dicotômicas baseadas em atualizações recentes de pesquisadores de referência na área, no Laboratório de Entomologia da Secretaria de Estado de Saúde de Mato Grosso, onde encontram-se depositados. Foram capturados 433 exemplares de anofelinos, distribuídos em 8 espécies distintas. O mês com maior abundância foi março de 2025 (95 – 21,94%). *Anopheles Nys. triannulatus* foi a mais frequente (320 - 74,1%), capturado em 11 dos 12 meses amostrados e em todos os ecótopos avaliados. *Anopheles Nys. darlingi* também foi registrada no estudo (5 - 1,15%), em dois ecótopos. Foi identificada alta correlação entre riqueza e abundância ($p < 0,001$). *An. Nys. evansae* foi classificada como dominante e constante. Os locais de coleta apresentaram diferença estatística ($p=0,02$) com a variável resposta abundância. A maior diversidade ($H'=1,00$) e Pielou ($J=0,72$) se observou na Mata da Unemat, já a maior dominância foi no Jardim Botânico e no Parque Florestal ($D=0,64$). Os resultados obtidos sugerem que o tamanho do fragmento seja o principal fator associado a variação observada. A presença de espécies de importância na epidemiologia da malária na área

urbana de Sinop reforça a importância e a necessidade de acompanhamentos entomológicos visando monitorar frequência, dispersão e distribuição dos vetores da malária, para prevenção e promoção à saúde.

Palavras-chave: Anopheles; Malária; Vigilância.

ABSTRACT

Malaria remains an important disease of public health concern, especially in Amazonian regions, where favorable environmental conditions support the circulation of vectors of the genus *Anopheles*. Vector monitoring is one of the main tools in entomological surveys. In this context, the present study aimed to investigate the ecological dynamics of *Anopheles* species in three urban permanent preservation areas (APP) in the municipality of Sinop, Mato Grosso. *Anopheles* specimens were captured monthly using CDC-type light traps from March 2025 to February 2026, with 2 traps per APP. The insects were identified using dichotomous keys based on recent updates from leading researchers in the field, at the Entomology Laboratory of the Mato Grosso State Health Department, where they are deposited. A total of 433 *Anopheles* specimens were captured, distributed among 8 distinct species. The month with the highest abundance was March 2025 (95 – 21.94%). *Anopheles Nys. triannulatus* was the most frequent (320 - 74.1%), captured in 11 of the 12 sampled months and in all evaluated ecotopes. *Anopheles Nys. darlingi* was also recorded in the study (5 - 1.15%), in two ecotopes. A high correlation was identified between richness and abundance ($p < 0.001$). *An. Nys. evansae* was classified as dominant and constant. The collection sites showed a statistically significant difference ($p=0.02$) with the response variable abundance. The highest diversity ($H'=1.00$) and Pielou ($J=0.72$) were observed in the Mata da Unemat, while the highest dominance was

in the Jardim Botânico and Parque Florestal (D=0.64). The results obtained suggest that fragment size is the main factor associated with the observed variation. The presence of species of importance in the epidemiology of malaria in the urban area of Sinop reinforces the importance and need for entomological monitoring aimed at tracking the frequency, dispersion, and distribution of malaria vectors, for prevention and health promotion.

Keywords: Anopheles; Malária; Surveillance.

INTRODUÇÃO

A malária é uma doença infecciosa de grande relevância em saúde pública, causada por protozoários do gênero *Plasmodium* e transmitida por fêmeas de mosquitos pertencentes ao gênero *Anopheles* (Forattini, 2002). De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), a malária é uma das parasitoses responsáveis pelo maior número de óbitos e internações no mundo. Nas Américas, 22 países são afetados, 30% da população vive em áreas de risco e 8% de alto risco. As áreas com alto risco localizam-se especialmente nas áreas da floresta amazônica, a qual se estende por nove Países, incluindo Brasil. No ano de 2011, Brasil e Colômbia foram responsáveis por 68% dos casos de malária (OPAS, 2019).

A incidência da malária no Brasil é quase exclusivamente (99,8% dos casos) restrita à Região Amazônica, onde vários fatores combinados favorecem a transmissão da doença e prejudicam o uso de procedimentos padrões de controle (Tauil e Daniel-Ribeiro, 2022).

Estes insetos pertencentes à ordem Diptera, Sub-ordem Nematocera, família Culicidae, Sub-família Anophelinae, Tribo Anophelini e Gênero *Anopheles* (Bustamante, 1957; Bruce-Chwatt,

1980; Forattini, 2002). O gênero *Anopheles* abrange cerca de 517 espécies, em torno de 70 delas encontram-se implicadas na transmissão da malária ao homem, uma das principais doenças endêmicas da Amazônia (Harbach 1994; Pages et al. 2007, Marcondes, 2001).

Cerca de 55 espécies do gênero *Anopheles* são descritas no Brasil como de interesse epidemiológico, estando incluídas nos subgêneros *Nyssorhynchus* e *Kerteszia*, dos quais cinco espécies apresentam maior envolvimento na transmissão da doença, destacando-se *Anopheles (Nyssorhynchus) darlingi* (Root, 1926) como principal transmissor da malária para humanos, principalmente na região amazônica. (Oliveira-Ferreira et al., 2010)

A distribuição geográfica de anofelinos é influenciada por uma série de fatores climáticos e ambientais que determinam a sobrevivência no habitat para a sobrevivência e reprodução desses insetos. A temperatura, umidade e disponibilidade de água são componentes-chave para ecologia dos anofelinos (Takken; Knols, 2009).

Estudar as complexidades dos mosquitos do gênero *Anopheles*, da sua bioecologia, de seus habitats e do ambiente circundante é essencial para o desenvolvimento de estratégias eficazes de controle e prevenção. Em áreas urbanizadas inseridas em biomas tropicais, como o amazônico, a fragmentação ambiental e a manutenção de áreas verdes podem favorecer a permanência de populações de anofelinos. Áreas de preservação permanente urbanas podem atuar como refúgios ecológicos para diversas espécies, contribuindo para a manutenção da biodiversidade, mas também para a circulação de vetores de interesse epidemiológico. Conhecer a interação destes aspectos proporciona identificar os fatores que influenciam a

distribuição geográfica, abundância populacional e potencial de transmissão de doenças por esses mosquitos, contribuindo de sobremaneira na formulação de estratégias de controle eficazes.

Este trabalho objetivou conhecer a dinâmica ecológica das espécies de *Anopheles* em três áreas de preservação permanentes urbanas do município de Sinop, Mato Grosso, buscando identificar padrões de ocorrência, diversidade e possíveis associações com variáveis ambientais e de paisagem.

METODOLOGIA

Área de Estudo

O estudo foi realizado em três áreas de preservação permanente urbanas localizadas no município de Sinop, Mato Grosso (Figura 1A), inserido no bioma Amazônico. Foram selecionados seis pontos amostrais, distribuídos nas três áreas de preservação permanentes (APP) urbanas do município de Sinop, sendo dois em cada fragmento (Figura 1B–D). As áreas amostradas apresentaram diferentes características de cobertura vegetal, fragmentação florestal e inserção na malha urbana, possibilitando a comparação da comunidade de anofelinos em ambientes com distintos graus de conservação e interferência antrópica.

Sinop está situado na Região Centro Oeste do Brasil, com uma área de 3.990.870 km², com população estimada de 223.780 habitantes (IBGE, 2026). A cidade fica em uma planície de altitude aproximada de 384 metros, com coordenadas 11°50'53" de latitude sul, 55°38'57" de longitude oeste de Greenwich, localizada no bioma Amazônico (Sinop, 2026).

O clima de Sinop é equatorial quente e úmido com chuvas concentradas nos meses de verão (Maitelli et al, 2005), com aproximadamente cinco meses de seca de maio a setembro. O índice de precipitação médio do ano é de 1.900 mm, com intensidade máxima em dezembro, janeiro e fevereiro (Sette e Tarifa, 2000). As temperaturas médias mensais oscilam entre 23,0°C e 25,8°C, com máxima de 40 °C durante os meses de verão (Souza et al., 2013).

Atividades de Campo e Identificação Taxonômica

As coletas de anofelinos foram realizadas mensalmente, entre março de 2025 e fevereiro de 2026, utilizando-se armadilhas luminosas do tipo CDC, a uma altura de até 1,5 m do solo, por três noites consecutivas.

Os espécimes coletados foram separados por mês e ponto de captura, conservados a seco e encaminhados ao laboratório de entomologia da SES/MT para montagem e identificação através da observação direta dos caracteres morfológicos evidenciáveis ao microscópio de luz transmitida, utilizando chaves dicotômicas (Consoli e Oliveira, 1994, Foratini, 2002).

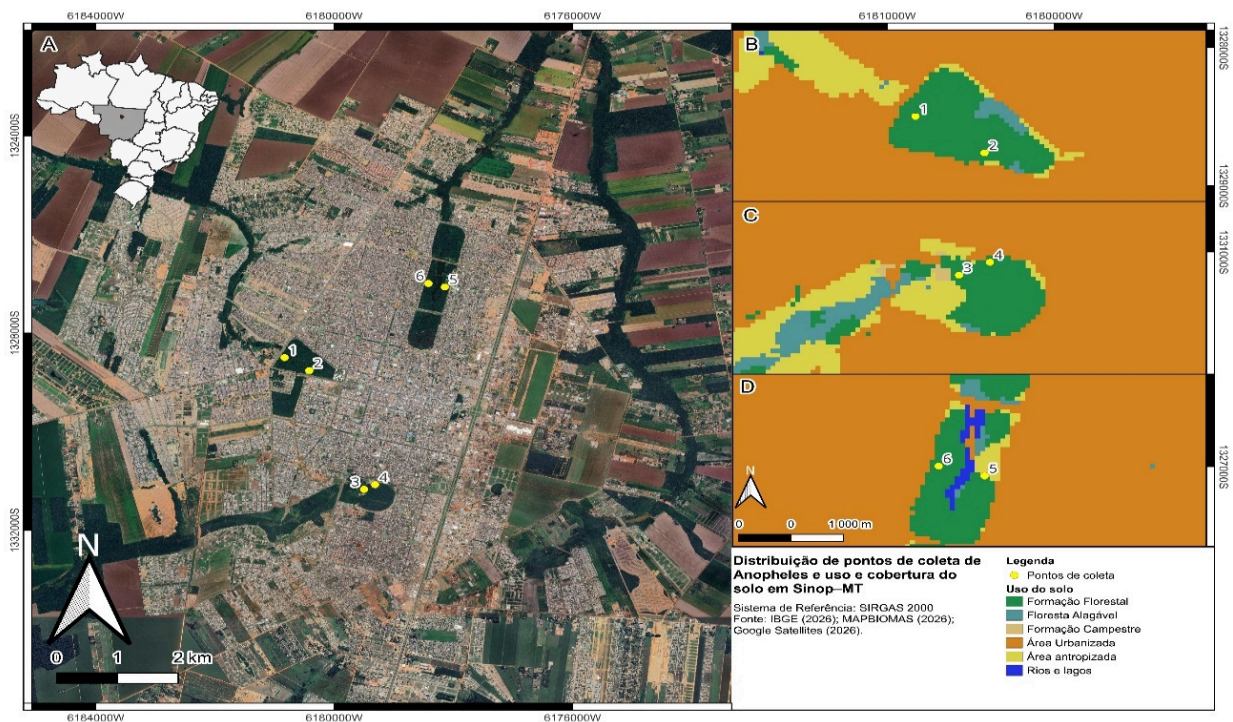


Figura 1: Área de estudo no município de Sinop, Mato Grosso. A) Localização e distribuição dos pontos de coleta conforme APP (1 e 2: Mata da UNEMAT; 3 e 4: Jardim Botânico; 5 e 6: Parque Florestal); B) Uso de solo na área Mata da UNEMAT; C) Uso de solo na área Jardim Botânico; D) Uso de solo na área Parque Florestal.

Variáveis Climáticas

Para avaliação das variáveis bioclimática associada ao período de amostragem (temperatura do ar, umidade relativa e pluviosidade), os dados foram obtidos do banco de dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2026), estação automática (A904) localizada em Sorriso-MT.

Variáveis Ambientais e de Paisagem

As variáveis ambientais foram obtidas a partir dos dados de uso e cobertura do solo do ano de 2024, disponibilizados pelo projeto MapBiomas (Souza et al., 2020). A partir dos pontos de coleta, foram gerados buffers com raio de 1000 m. Em seguida, foi realizada a análise de histograma zonal no software QGIS (Qgis Development Team, 2026), permitindo quantificar o número de pixels correspondente a cada classe de uso do solo dentro dos buffers.

Posteriormente, os valores foram convertidos em área, considerando a resolução espacial de 30 m (900 m² por pixel), sendo também convertidos para hectares.

Análise de Dados

Para a caracterização ecológica da fauna de anofelinos, foram calculados índices de abundância, riqueza, frequência, constância e dominância. A abundância (Ab) foi definida pelo somatório de indivíduos de uma mesma espécie, a riqueza correspondeu ao número total de espécies identificadas por ponto amostral. A distribuição espacial foi avaliada por meio da frequência (Fr), representando o número de locais com ocorrência de cada táxon.

A constância (C%) foi calculada utilizando a fórmula: $C\% = (p/N) * 100$, onde p é o número de amostras com a espécie e N o total de amostras. Categorizando da seguinte forma: constantes ($C > 50\%$), acessórias ($25\% < C \leq 50\%$) ou acidentais ($C \leq 25\%$). A determinação da dominância (D%), expressa pela proporção de indivíduos de uma espécie em relação ao total da comunidade se deu utilizando a fórmula: $D\% = (i/t) * 100$, sendo classificadas em: eudominantes ($> 10\%$), dominantes (5-10%), subdominantes (2-5%), eventuais (1-2%) e raros ($< 1\%$).

A estrutura da comunidade foi analisada por meio de análise de coordenadas principais (PCoA), utilizando distância de Bray-Curtis, e as diferenças entre os grupos foram testadas por meio de PERMANOVA, com a função adonis2. Adicionalmente, foram estimados os índices ecológicos de Simpson (dominância), Shannon–Wiener (diversidade), Pielou (equitabilidade) e o

coeficiente de Jaccard (similaridade), todos calculados com auxílio do pacote *vegan* (Oksanen et al., 2025).

Para avaliar a influência das variáveis ambientais e climáticas sobre a abundância, foram ajustados modelos lineares generalizados com distribuição binomial negativa. A seleção de modelos foi realizada com base no critério de informação de Akaike corrigido (AICc), considerando modelos com $\Delta AICc < 2$ como igualmente plausíveis, sendo posteriormente utilizada a média de modelos. Essas análises foram conduzidas com auxílio dos pacotes MASS (Venables e Ripley, 2002) e MuMIn (Barton, 2026).

Foi adotado nível de significância de 5% para todas as análises. As visualizações gráficas foram elaboradas com o pacote ggplot2 (Wickham, 2016), e todas as análises foram conduzidas no ambiente R (R Core Team, 2025).

RESULTADOS

Foram coletados 433 exemplares de anofelinos, distribuídos em 8 espécies (riqueza). O subgênero *Nyssorynchus* predominou com 7 espécies.

Foi identificada uma alta correlação entre riqueza e abundância ($r^2 = 0,82$; $p < 0,001$; Figura 2C), sendo, portanto, utilizada a abundância como variável resposta para os modelos subsequentes. Para avaliar diferenças entre os locais de coleta, foram ajustados modelos lineares generalizados (GLM) com distribuição quasipoisson.

O ecótopo com maior frequência de exemplares capturados foi Parque Florestal (261 - 60,28%) seguido por Jardim Botânico (139 -

32,10%) e Mata da UNEMAT (33 - 7,62%). A espécie com maior abundância foi *Anopheles (Nys.) triannulatus* (320 - 73,9%).

Na avaliação da dominância, *Anopheles (Nys.) evansae* foi classificada como dominante e *Anopheles (Nys.) strodei* como rara. Para avaliação da frequência, as espécies *Anopheles (Nys.) oswaldoi* e *Anopheles (Nys.) trianullatus* foram classificadas como frequentes (100%). Já, para classificação da constância, *Anopheles (Nys.) benarrochi* e *Anopheles (Nys.) darlingi* apareceram como acidentais e as demais espécies foram classificadas como constantes. Já *Anopheles darlingi*, embora registrada em baixa frequência, foi identificada em dois ecótopos, o que merece atenção do ponto de vista epidemiológico (Tabela 1).

Tabela 1: *Anopheles* (Diptera: Culicidae) capturados no município de Sinop, Mato Grosso, período de março de 2025 a fevereiro de 2026.

| Espécie | Ab | D% | | Fr | n |
|--|----|------|----------|-------|-------|
| | | n | classe | | |
| <i>Anopheles (Nyssorynchus) benarrochi</i> | 10 | 2.3% | Eventual | 33.3% | 16.7% |
| <i>Anopheles (Nyssorynchus) darlingi</i> | 5 | 1.2% | Eventual | 66.7% | 50.0% |

⚠ Esta tabela possui muitas colunas e foi cortada para impressão. Para visualizá-la completa, acesse o artigo original em: <https://revistatopicos.com.br/artigos/ecologia-de-anofelinos-diptera-culicidae-anophelinae-em-areas-de-preservacao-permanente-urbana-regiao-amazonica?noblockage>

Ab: Abundância, D%: Dominância; Fr: Frequência, C%: Constância

Quando analisadas as diferenças entre os locais de coleta (APP), foi observada diferença significativa para a abundância ($\chi^2=2,16$; $p=0,02$; Figura 2B), sendo o Parque Florestal a que apresentou maior valor (7 spp.; 261 ind.), não diferindo do Jardim Botânico (6 spp.; 139 ind.), enquanto a Mata da UNEMAT diferiu das demais (4 spp.; 33 ind.). Em contrapartida, não foram identificadas diferenças para a riqueza de espécies ($\chi^2=0,83$; $p=0,57$; Figura 2A). Esses resultados sugerem que a estrutura ambiental e o grau de fragmentação podem influenciar a organização da comunidade de anofelinos.

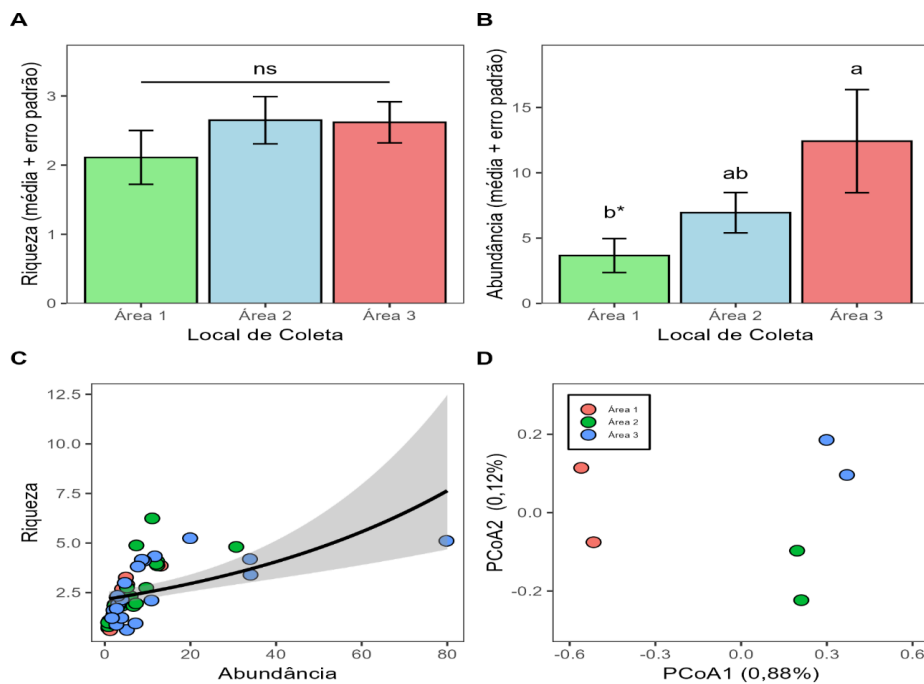


Figura 2: Correlação entre riqueza e abundância ($r^2=0,82$, $p<0,001$) 2C e Local de Coleta e Abundância (Ab) ($\chi^2=2,16$; $p=0,02$) 2B em anofelinos capturados em Sinop-MT, período fevereiro de 2025 a março de 2026. Área 1: Mata da UNEMAT, Área 2: Jardim Botânico e Área 3: Parque Florestal.

Na diferença da composição não foi detectada diferença estatisticamente significativa entre os locais de coleta ($r^2=0,86$; $F=9,68$; $p=0,06$; Figura 2D).

Na comparação entre os ecótopos estudados (Tabela 2), a diversidade avaliada através de Shannon-Wiener (HILL, 1973), mostrou que a Mata da Unemat apresentou maior diversidade ($H'=1,00$), assim como a maior distribuição do número de indivíduos entre as diferentes espécies, equitabilidade, medida por Pielou ($J=0,72$). Já na avaliação do índice de dominância (Simpson), verificamos que a Jardim Botânico e Parque Florestal apresentaram dominância (0,64), ou seja, a probabilidade de dois indivíduos randomicamente selecionados no local, pertencerem a duas espécies diferentes. Quanto maior a dominância menor a diversidade.

Tabela 2: Índices de Diversidade (H'), Dominância (D) e Equitabilidade (J) das comunidades de Anopheles sp. capturados em Sinop-MT, período de março de 2025 a fevereiro de 2026.

| Local | Shannon-Wiener (H') | Dominância (D) | Pielou (J) |
|------------------|-------------------------|--------------------|----------------|
| Mata UNEMAT | 1,00 | 0,48 | 0,72 |
| Jardim Botânico | 0,80 | 0,64 | 0,45 |
| Parque Florestal | 0,77 | 0,64 | 0,40 |

A seleção de modelos indicou a existência de mais de um modelo plausível ($\Delta AICc < 2$), sendo adotada a abordagem de média de modelos. Assim, verificou-se que o tamanho do fragmento apresentou efeito positivo significativo sobre a abundância ($\beta=0,012$; $p < 0,001$; Figura 3A), assim como a temperatura média ($\beta=0,211$; $p=0,02$; Figura 3B). Por outro lado, a precipitação média não apresentou efeito significativo ($\beta=0,958$; $p=0,32$; Figura 3C). Esses resultados indicam que a abundância está positivamente associada ao aumento do tamanho do fragmento e da temperatura média,

enquanto a precipitação média não contribuiu de forma relevante para a variação observada.

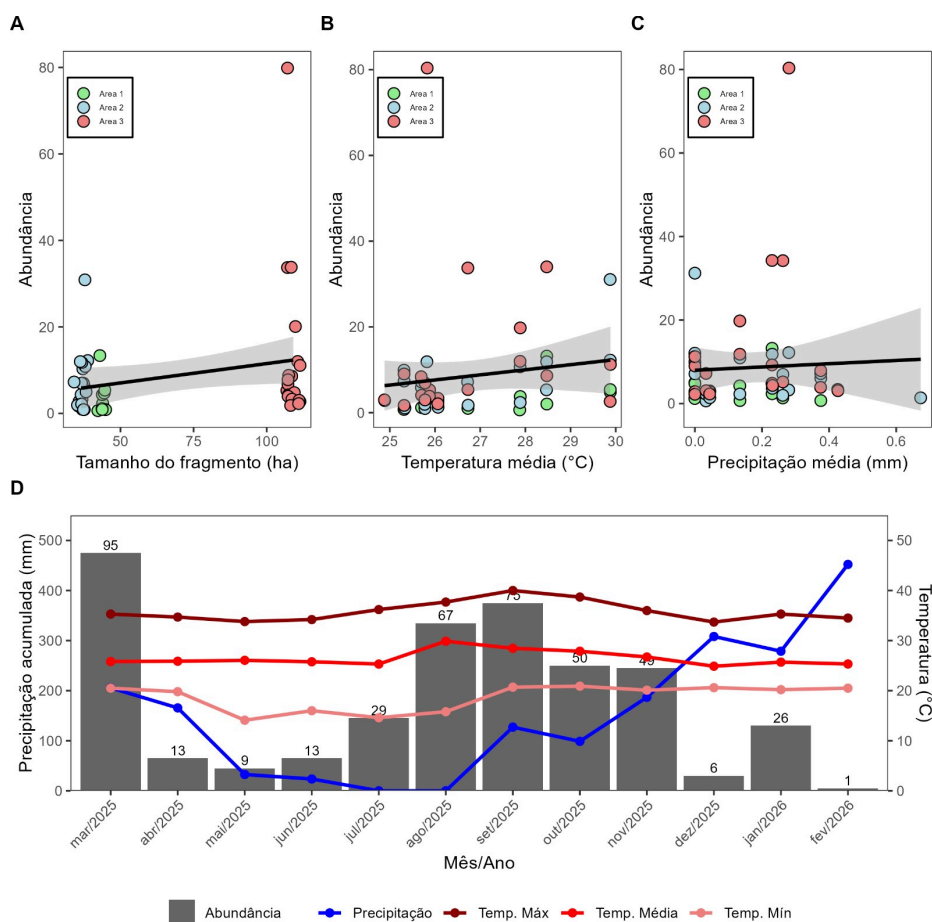


Figura 3: Efeito das variáveis ambientais e da paisagem sobre a abundância de *Anopheles* sp. coletados município de Sinop - MT, período de março de 2025 a fevereiro de 2026. A) Tamanho de fragmento florestal (ha); B) Temperatura média (°C); C) Precipitação média (mm); D) Variáveis bioclimáticas mensal e abundância.

DISCUSSÃO

O estado de Mato Grosso já registrou 32 espécies distintas de anofelinos (Thies et al., 2026), o que representa 58,18% da fauna conhecida para o Brasil (55 espécies). Na região Amazônica foram descritas 33 espécies (Deane et al., 1948; Deane 1986; Tadei et al., 1998). Nesse estudo diagnosticamos 8 espécies distintas, dentre elas cinco do subgênero *Nyssorhynchus*, com envolvimento na transmissão de parasitos da malária: *An. Nys. darlingi*, *An. Nys.*

nuneztovari, *An. Nys. oswaldoi*, *An. Nys. strodei* e *An. Nys. triannulatus* (Forattini, 2002).

Moreno, et al., (2013), também registraram maior frequência de anofelinos pertencentes ao subgênero *Nyssorhynchus*. Segundo eles esse subgênero possui uma ampla variedade de nichos ecológicos, variação morfológica e genética que resultam na capacidade das espécies se adaptarem a alterações ambientais, assim espécies deste subgênero ocorrem em ambiente silvestre, rural e também em ambientes urbanos, consideradas de grande importância na epidemiologia da malária no Brasil (Guimarães, 2022).

Anopheles Nys. triannulatus (Neiva, 1922), capturada em maior frequência neste estudo, tem sido incriminada na transmissão de malária em humanos em diferentes regiões do Brasil (Dixon et. al., 1979; Tadei e Dutary-Thatcher, 2000), e provavelmente no Peru e na Venezuela (Benarroch, 1931; Aramburú et. al., 1999). O comportamento zoofílico e exofílico tem sido muito comumente relatado no Brasil (Deane et. al., 1948; Zimmermann et al., 2006), esta espécie foi incriminada na transmissão de malária no leste da Amazônia peruana, na Amazônia brasileira e na Venezuela (Galardo et al., 2007; Tadei e Dutary-Thatcher, 2000; Gabaldon e Cova Garcia, 1946).

Apesar do comportamento selvagem e zoofílico, *An. Nys. triannulatus* pode desempenhar seu papel como vetor secundário quando em altas densidades, comportando-se como uma espécie oportunista, dependendo da disponibilidade e abundância do hospedeiro (Galardo et al., 2007; Rosero et al., 2013), fato que

preocupa, em função de ser a espécie com a maior frequência neste estudo.

A espécie *An. Nys. nuneztovari* tem sido reconhecida como um importante vetor de malária humana na Colômbia e na Venezuela, com comportamentos endo e exofágicos, além de altos níveis de antropofilia e taxa de infecção (Galbadón, 1981; Gutiérrez et.al., 2009), esta espécie mesmo em baixa frequência, também foi diagnosticada neste estudo. Recentemente foi considerada importante vetor local no estado do Amapá, Brasil (Galardo et. al., 2007) e em estudos experimentais de infecção conduzidos em Manaus, Brasil, apresentou alta taxa de infecção por *Plasmodium vivax* (Rios-Velásques et. al., 2013).

Anopheles Nys. darlingi é o principal vetor de espécies de *Plasmodium* causadoras da malária humana na Amazônia brasileira, possuindo ampla plasticidade comportamental (endofílico a exofílico e antropofílico a zoofílico), fato que aumenta a complexidade da dinâmica de transmissão da malária (Santos et al., 2009). Esta espécie tem uma ampla distribuição geográfica na América do Sul e Central (WHO, 2017; Ferreira e Castro, 2016). No Brasil é encontrada no bioma amazônico, no Cerrado e na Mata Atlântica meridional (Sinka et al., 2010), com alto poder de adaptação a novos ambientes, podendo levar ao aumento da capacidade vetorial e sobrevivência, bem como maior risco de transmissão da malária (Conn e Ribolla 2015).

A densidade populacional de *An. Nys. darlingi* depende do tipo e disponibilidade de criadouros, a espécie muitas vezes está ausente ou mantém baixas densidades em regiões com longa estação seca (Naranjo-Diaz et al., 2016), fato que talvez possa explicar as baixas

taxas desta espécie no estudo. O desmatamento e a antropização também influenciam a densidade local da espécie, que apresenta alta plasticidade adaptativa e grau de sinantropismo (Vittor et al., 2006; Gomes et al., 2008), fator de alta preocupação na área de estudo, considerando se tratar de áreas de preservação em ambientes urbanos, com ampla visitação e antropização.

Rubio-Palis e Zimmerman, (1997) propuseram uma classificação para os vetores de malária na região neotropical, como vetores locais e regionais. Nessa classificação *An. Nys. oswaldoi* (Arruda et.al, 1986; Klein et.al. 1991a e b; Branquinho et. al., 1993 e 1996) seria classificado como vetor local na região amazônica, também reconhecido vetor em localidades do Acre, Peru e Venezuela (Hayes et. al., 1987; Rubio-Palis et. al., 1992; Need et.al., 1993; Branquinho et. al., 1993 e 1996). Esta espécie foi diagnosticada em nosso estudo com a terceira maior frequência de exemplares (n=37), fato que reforça a importância da mesma como possível vetor local.

As variações nos padrões comportamentais das espécies de anofelinos são influenciadas por fatores externos, como fatores ecológicos, ambientais e demográficos. As ações humanas também podem exercer pressão seletiva sobre as populações de vetores, beneficiando-as em novas condições (Kuwabara, 2008). Em nosso estudo verificamos que o tamanho do fragmento influenciou significativamente na abundância dos anofelinos, bem como a temperatura média, indicando que o tamanho do fragmento e a temperatura média influenciaram na abundância de anofelinos.

As variáveis ambientais influenciam fortemente a atividade de culicídeos. Na estação do verão nas regiões tropicais as variáveis abióticas geralmente são favoráveis aos Culicidae, pois com a

ocorrência de chuvas, a oferta de criadouros é aumentada, e as temperaturas elevadas facilitam o ciclo de desenvolvimento dos insetos. Guimarães et al., 2000, relatam que as variações da temperatura e umidade relativa do ar influenciam diretamente os mosquitos e estes podem chegar a desaparecer totalmente durante os meses mais secos do ano, situação observada nesse estudo, quando verificamos redução na captura de anofelinos nos meses secos do ano (abril a julho de 2025).

Não encontramos correlações significativas entre a abundância das espécies e a média dos fatores abióticos, durante o período de investigação os fatores climáticos apresentaram comportamento praticamente homogêneo. As médias de temperatura, precipitação e umidade relativa não se correlacionaram com abundância.

A riqueza e diversidade de espécies envolvidas na transmissão da malária na área de estudo revela a necessidade de uma vigilância entomológica permanente. Investigações que priorizam o conhecimento da diversidade de Culicidae podem revelar novas espécies, assim como hábitos desconhecidos, podem ser elucidados (Hutchins et al., 2005), fato que reforça a continuidade do monitoramento de anofelinos na área, considerando a frequência e o número significativo de espécies com potencial de transmissão de malária, além da principal espécie vetora de malária no Brasil.

No contexto de redução de casos de malária no país, é importante considerar que as modificações nos ecossistemas locais podem aumentar a proliferação dos vetores e, conseqüentemente, levar ao recrudescimento dessa doença em Sinop, essas alterações ambientais, como desmatamento, ocupação desordenada do meio,

entre outras, ocorrem comumente na região amazônica. (Tadei et al., 1998, 2010, 2017).

O conhecimento mais detalhado da fauna de anofelinos no município de Sinop e no estado de Mato Grosso trará subsídios para avanços nos estudos taxonômicos, ecológicos e de distribuição geográfica destes dípteros, além de futuros estudos epidemiológicos de possíveis agentes etiológicos transmitidos por eles. A ampliação no conhecimento das espécies de anofelinos que realmente existem nesta área, coletando-os com diferentes métodos e armadilhas, poderá subsidiar trabalhos futuros em bioecologia, sistemática, taxonomia e comportamento de mosquitos vetores. Se faz necessário, levantamento sistemático das espécies desses e demais insetos, especialmente nas áreas de preservação permanentes urbanas de Sinop, pois as áreas oferecem diversos tipos de criadouros (nascentes, riachos, lagos), sendo necessário e constante o monitoramento visando detectar espécies importantes envolvidos na transmissão de doenças.

CONCLUSÃO

A comunidade de anofelinos registrada nas áreas de preservação permanente urbanas de Sinop apresentou composição diversificada, com predominância de *Anopheles Nys. triannulatus* e registro de *Anopheles Nys. darlingi*, espécie de grande importância epidemiológica. Os dados indicam que fatores ambientais e estruturais da paisagem, especialmente o tamanho dos fragmentos florestais e a temperatura média, influenciam a abundância desses vetores. Os resultados reforçam a importância da vigilância entomológica contínua em áreas urbanas inseridas no bioma amazônico, com foco na detecção precoce de espécies

potencialmente vetoras e na prevenção do recrudescimento da malária.

REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

ARAMBURÚ, Guarda Javier; RAMAL, Asayag Cesar; WITZIG, Richard. Malaria re-emergence in the Peruvian Amazon region. **Emerging Infectious Diseases.** v.5, p. 209-215,1999. <https://doi.org/10.3201/eid0502.990204>.

ARRUDA, Mercia. *et al.* Potential vectors of malaria and their different susceptibility to *Plasmodium falciparum* and *Plasmodium vivax* in northern Brazil identified by immunoassay. **American Journal Tropical Medicine and Hygiene.** V.35, p. 873-881, 1986. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.1986.35.873>.

BARTON K. **MuMIn: Multi-Model Inference.** R package version 1.48.11. Disponível em: <https://doi.org/10.32614/CRAN.package.MuMIn>. Acesso em: 20 março. 2026.

BENARROCH EI. Studies of malaria in venezuela. **American Journal Tropical Medicine and Hygiene.** V. 14, p. 690–693, 1931. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19321000015>.

BRANQUINHO, Maria Stela. *et al.* Anophelines in the state of Acrem Brasil, infected with *Plasmodium falciparum*, *P. vivax*, the variant *P. vivax* VK247 and *P. malariae*. **Transcription of medicine and Hygiene.** V. 874, p. 391-394, 1993. [https://doi.org/10.1016/0035-9203\(93\)90008-E](https://doi.org/10.1016/0035-9203(93)90008-E).

BRANQUINHO, Maria Stela. *et al.* *Anopheles oswaldoi* a potential malária vector in Acre, Brazil. **Transcription of medicine and**

Hygiene. V. 90. P. 233, 1996.
<https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19970500570>.

BRUCE-CHAWATT LJ. The Malaria Parasites. In: Essential Malariology. BRUCE-CHWATT LJ (ed). William Heinemann. **Medical Books.** London. p. 10-34, 1980.
<https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19852023272>.

CONSOLI, Rotraut AGB; OLIVEIRA, Ricardo Lourenço de. **Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil.** Rio de Janeiro, Brasil. 1994. <https://books.scielo.org/id/th>.

CONN, Jann E; RIBOLLA, Paulo E. Ecology of *Anopheles darlingi*, the primary malaria vector in the Americas and current nongenetic methods of vector control. In: Adelman ZN, editor. **Genetic Control of Malaria and Dengue.** OxfordA: cademic Press; p.81-102, 2015.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800246-9.00005-3>.

DEANE Leonidas M. *et al.* Notas sobre a distribuição e a biologia dos anofelinos das regiões nordestina e amazônica do brasil. **Revista do Serviço Especial em Saúde Pública.** V.1, p. 827-965, 1948.
https://iah.iec.gov.br/iah/fulltext/memo_iec/v5p39-206.pdf.

DEANE Leonidas M. Malaria vectors in Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz.** V. 81, p. 5-14, 1986.
<https://www.scielo.br/j/mioc/a/FXGnLY9qMtPz8p9K7ryfKbz/?format=pdf&lang=en>.

DIXON Kenneth E; ROBERTS DONALD R; LLEWELLYN Craig H. Contribuição ao estudo epidemiológico da malária em trechos da rodovia transamazônica, Brasil. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo.** v. 21, p. 287-292, 1979.

FERREIRA, Marcelo U; CASTRO, Marcia C. Challenges for malaria elimination in Brazil. **Malaria Journal**. v. 15, n. 1, p. 284. 2016. <https://link.springer.com/article/10.1186/s12936-016-1335-1>.

FORATTINI, Osvaldo P. **Culicidologia Médica**. Editora da Universidade de São Paulo. São Paulo. 2002. https://www.google.com.br/books/edition/Culicidologia_M%C3%A9dica_Identifica%C3%A7%C3%A3o_Bi/zCobXoCkYqcC?hl=pt-BR&gbpv=1&dq=Culicidologia+m%C3%A9dica&printsec=frontcover.

GABALDON Arnold; COVA Garcia P. Zoogeografia de los anofelinos en Venezuela: I. Los dos vectores secundarios y los nos vectores. **Tijeretazos Sobre Malar**. V. 10, p. 78–127, 1946.

GABALDÓN Arnold. Anopheles nuneztovari: importante vector y agente de malaria refractaria en Venezuela. **Bol Dir Malariol San Amb**. v. 21, p. 28-38, 1981.

GALARDO, Allan Kardec Ribeiro, *et al.* 2007. Malaria vector incrimination in three rural riverine villages in the Brazilian Amazon. **The American Society of Tropical Medicine and Hygiene**. 76 (3), 461-469. 2007. <http://dx.doi.org/10.4269/ajtmh.2007.76.461>.

GOMES, Ellaine Christine de Souza. *et al.* Structure of Anopheles (Diptera: Culicidae) population in areas with different degrees of human settlement: Cantá - Roraima - Brazil. **Acta Amazonica**. V. 38 (2), p. 321-329. 2008. <https://doi.org/10.1590/S0044-59672008000200016>.

GUIMARÃES, Anthony Eriko. *et al.* Ecology of mosquitoes (Diptera: Culicidae) in areas of Serra do Mar State Park, State of São Paulo, Brazil. III – daily biting rhythms and lunar cycle influence. **Memórias**

Instituto Oswaldo Cruz. V. 95 (6), p. 753-760, 2000.
<https://doi.org/10.1590/S0074-02762000000100001>.

GUTIÉRREZ, Lina A. *et al.* Species composition and natural infectivity of anthropophilic Anopheles (Diptera: Culicidae) in the states of Córdoba and Antioquia, Northwestern Colombia. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz.** V. 104, p. 1117-24, 2009.
<https://doi.org/10.1590/S0074-02762009000800008>.

HAYES Jackes. *et al.* Newlt incriminated anopheline vector of human malária parasites in Junin Departament, Peru. **Jorunal of American Mosquito Control Association.** V. 3, p. 418-422, 1997.
https://www.biodiversitylibrary.org/content/part/JAMCA/JAMCA_V03_N3_P418-422.pdf.

HARBACH Ralph E. Review of the internal classification of the genus Anopheles (Diptera: Culicidae): the foundation for comparative systematics and phylogenetic research. **Bulletin of Entomological Research.** V. 84, p. 331-342, 1994.
<https://doi.org/10.1017/S0007485300032454>.

HUTCHINGS, Rosa Sá Gomes. *et al.* O acervo de mosquitos (Diptera, Culicidae) de Nelson L. Cerqueira na Coleção de Invertebrados do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Brasil. *Revista brasileira de Entomologia.* V. 49, p. 15-28, 2005.
<https://doi.org/10.1590/S0085-56262005000100004>.

IBGE. <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mt/sinop.html>,
acessado em 27 de março de 2026.

INMET. INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Mapa de estações meteorológicas.** Disponível em:

<https://mapas.inmet.gov.br/>. Acesso em: 19 mar. 2026.

KLEIN TA. *et al.* Comparative susceptibility of anopheline mosquitoes to *Plasmodium falciparum* in Rondonia, Brazil. **American Journal of Tropical Medicine and Hygiene.** V. 44, p. 598-603, 1991a. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19922091668>.

KLEIN TA. *et al.* Comparative susceptibility of anopheline mosquitoes in Rondonia, Brazil to infection by *Plasmodium vivax*. **American Journal of Tropical Medicine and Hygiene.** v. 45, p. 463-470, 1991b. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.1991.45.463>.

KUWABARA, Eduardo Fumio. Ecologia de Culicidae (Diptera) e fisiologia de *Anopheles (Kerteszia) cruzii* Dyar & Knab, 1908 em área litorânea do Estado do Paraná, Brasil. **PhD Thesis**, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2008 <https://agris.fao.org/search/en/providers/125490/records/67dab327677d8be0233b28d0>.

MAITELLI, GT; SOUZA, SC. Mudanças climáticas na interface superfície urbanizada-atmosfera. In: **X Encontro de Geógrafos da América Latina, 2005, São Paulo.** Por uma Geografia Latino-Americana: do labirinto da solidão ao espaço da solidariedade. São Paulo: Departamento de Geografia, Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo. v. 01. p. 15504-15528, 2005.

MARCONDES, Carlos Brizola. Entomologia Médica e veterinária. **Editora Atheneu.** p. 59- 103, 2001. <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-620653>.

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

NARANJO-DIAZ, Nelson. *et al.* Behavior and population structure of *Anopheles darlingi* in Colombia. **Infection, Genetics and Evolution**. v. 39, p. 64-783, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2016.01.004>.

NEED James T. *et al.* *Plasmodium vivax* VK247 and VK210 circumsporozoite proteins in *Anopheles* mosquitoes from Andoas, Peru. **Journal of Medical Entomology**. V. 30, p. 597-600, 1993. <https://doi.org/10.1093/jmedent/30.3.597>.

NEIVA A, Pinto C. Considerações sobre o gênero *Culex* theobald, com a descrição de uma nova espécie. **Brazil Méd.** v. 36, p. 355–357, 1922. <https://apps.dtic.mil/sti/tr/pdf/ADA266510.pdf>.

OKSANEN, J. *et al.* **Vegan: Community Ecology Package**. R package version 2.7-3. Disponível em: <https://doi.org/10.32614/CRAN.package.vegan>. Acesso em: 20 mar. 2026.

OLIVEIRA-FERREIRA, J. *et al.* Malaria in Brazil: an overview. **Malaria Journal**. v. 9, n. 115, p. 1-15, 2010. <https://link.springer.com/article/10.1186/1475-2875-9-115>.

OPAS. Organização Panamericana de Saúde. Folha Informativa – **Malária**. https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=5682:folha-informativa-malaria&Itemid=812.

PAGES F. *et al.* Vectors of malaria: biology, diversity, prevention, and individual protection. **Medicine et maladies infectieuses**. V. 37, p. 153-161, 2007. <https://doi.org/10.1016/j.medmal.2006.10.009>.

QGIS DEVELOPMENT TEAM. **QGIS Geographic Information System**. Versão 3.44.0. Open-Source Geospatial Foundation Project. Disponível em: <https://qgis.org/>. Acesso em: 19 mar. 2026.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, 2025. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 19 mar. 2026.

RIOS-VELÁSQUES Claudia M. *et al.* Experimental *Plasmodium vivax* infection of key Anopheles species from the Brazilian Amazon. **Malaria Journal**. V. 12, 460, 2013. <https://link.springer.com/article/10.1186/1475-2875-12-460>.

ROSETO, Doris A. *et al.* Colombian *Anopheles triannulatus* (Diptera: Culicidae) Naturally Infected with *Plasmodium* spp. **ISRN Parasitology**. 2013. <https://doi.org/10.5402/2013/927453>.

RUBIO-PALIS Yasmin, Wirtz Robert A, Curtis Christopher F. Malaria entomological rates in Western Venezuela. **Acta Tropica**. V. 52, p. 167-174, 1992. [https://doi.org/10.1016/0001-706X\(92\)90033-T](https://doi.org/10.1016/0001-706X(92)90033-T).

RUBIO-PALIS Yasmin, ZIMMERMAN Robert H. Ecorregional classification of malaria vectors in the neotropics. **Journal of Medical Entomology**. V. 34, p. 499-510, 1997. <https://doi.org/10.1093/jmedent/34.5.499>.

SANTOS, Roseli La Corte dos. *et al.* Vetores de malária em duas reservas indígenas da Amazônia Brasileira. **Revista de Saúde**

Pública. V. 43 (5), p. 859-868, 2009.
<https://www.scielo.org/pdf/rsp/v43n5/22.pdf>.

SCARPASSA, Vera Margarete; CUNHA-MACHADO, Antonio Saulo; SARAIVA, José Ferreira. Evidence of new species for malaria vector *Anopheles nuneztovari* sensu lato in the Brazilian Amazon region. **Malaria Journal.** v. 15, p. 205, 2016. <https://doi.org/10.1186/s12936-016-1217-6>.

SETTE, DM; TARIFA, JR. A estrutura pluvial e as paisagens no Mato Grosso – Brasil. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA, 4, 2000.** Rio de Janeiro, Anais do IV Simpósio. Rio de Janeiro: UFRJ, 2000.

SINKA Mariane E. *et al.* The dominant Anopheles vectors of human malaria in the Americas: occurrence data, distribution maps and bionomic précis. **Parasites & Vectors.** v. 3, p. 72. 2010.
<http://www.parasitesandvectors.com/content/3/1/72>.

SINOP. A cidade. Disponível em: <https://www.sinop.mt.gov.br/>. Acesso: out. 2026.

SOUZA, Adilson Pacheco. *et al.* Classificação climática e balanço hídrico climatológico no Estado de Mato Grosso. **Nativa.** v.1, n.1, p.34-43, 2013.
<https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/nativa/article/view/1334>.

SOUZA, Carlos. M. *et al.* Reconstructing Three Decades of Land Use and Land Cover Changes in Brazilian Biomes with Landsat Archive and Earth Engine. **Remote Sensing.** v. 12, n. 17, p. 2735 - 2745, 2020.
<https://doi.org/10.3390/rs12172735>.

TADEI, Wanderly Pedro; DUTARY-THATCHER, Bedsy. Malaria vectors in the Brazilian Amazon anopheles of the subgenus Nyssorhynchus. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**. V. 42, p. 87–94. 2000. <https://doi.org/10.1590/S0036-46652000000200005>.

TADEI, Wanderly Pedro. Ecologic observations on anopheline vectors of malaria in the Brazilian Amazon. **American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**. V. 59 (2), p. 325-335, 1998. <http://dx.doi.org/10.4269/ajtmh.1998.59.325>.

TADEI, Wanderly Pedro. *et al.* Adaptive processes, control measures, genetic background, and resilience of malaria vectors and environmental changes in the Amazon region. *Hydrobiologia*. V. 789, n. 1, p. 179-196, 2017. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10750-016-2960-y>.

TADEI, Wanderly Pedro. *et al.* Malária e dengue na Amazônia: dinâmica de transmissão, vetores e controle. **Pesquisa Científica e Tecnológica em Saúde nos Institutos do Ministério de Ciência e Tecnologia–MCTI**. p. 113-125, 2010.

TAUIL, Pedro; DANIEL-RIBEIRO, C. Some aspects of epidemiology and control of malaria in Brazil. **Research and Reviews in Parasitology**. v. 58, n. 3-4, p. 163-167, 1998. https://www.researchgate.net/profile/Claudio-Daniel-Ribeiro/publication/308308527_Some_aspects_of_epidemiology_and_control_of_malaria_in_Brazil/links/57f6579d08ae280dd0bb2498/Some-aspects-of-epidemiology-and-control-of-malaria-in-Brazil.pdf.

THIES, SF. *et al.*, Descrição, distribuição e novos registros da fauna de anofelinos (Diptera, Culicidae, Anofelinae, Anofelini) no estado de

Mato Grosso, Brasil. Revista Colombiana de Entomologia. v. 52, 2026, no prelo.

VENABLES, WN; RIPLEY, BD. **MASS: Modern Applied Statistics with S.** New York: Springer, 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-0-387-21706-2>. Acesso em: 20 mar. 2026.

VITTOR, Amy Yomiko. *et al.* The effect of deforestation on the human biting rate of *Anopheles darlingi*, the primary vector of *Plasmodium falciparum* malaria in the Peruvian Amazon. **American Journal Tropical Medicine and Hygiene.** 74 (1), 3-11, 2006. <http://dx.doi.org/10.4269/ajtmh.2006.74.3>.

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

WICKHAM, H. **ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis.** New York: Springer, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1541-0420.2011.01616.x>. Acesso em: 20 mar. 2026.

ZIMMERMAN Robert H. *et al.* Bloodmeal hosts of anopheles species (diptera: culicidae) in a malaria-endemic area of the Brazilian Amazon. Journal of Medical Entomology. V. 43, p. 947–956, 2006. <https://doi.org/10.1093/jmedent/43.5.947>.

¹ Doutora em Ciências da Saúde, Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Cuiabá, MT, Brasil e, Bióloga da Secretaria de Estado de Saúde de Mato Grosso, Escritório Regional de Saúde de Sinop, Sinop, MT, Brasil. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#). Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2124-7603>

² PhD Coordenadora Adjunta do Laboratório de Referência Nacional e Internacional/Regional OPAS/OMS de Vigilância Entomológica, Taxonomia e Ecologia de Vetores de Leishmanioses - Laboratório Interdisciplinar de Vigilância Entomológica em Díptera e Hemiptera Instituto Oswaldo Cruz (IOC/Fiocruz). E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#). Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-0740-3932>.

³ PhD Coordenadora do Laboratório de Referência Nacional e Internacional/Regional OPAS/OMS de Vigilância Entomológica, Taxonomia e Ecologia de Vetores de Leishmanioses - Laboratório Interdisciplinar de Vigilância Entomológica em Díptera e Hemiptera Instituto Oswaldo Cruz (IOC/Fiocruz). E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#). Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9584-1202>.

⁴ PhD em Ciências da Saúde, Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). Secretaria de Estado de Saúde de Mato Grosso, Laboratório Central de Saúde Pública do Estado de Mato Grosso (LACEN), Cuiabá, MT, Brasil. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#). Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5934-8613>.

⁵ PhD em Ciências da Saúde, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá-MT e da Faculdade de Medicina, Universidade de Brasília, Brasília-DF. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#). Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2323-008X>.