



Avaliação da densidade e susceptibilidade dos vetores da Malária à inseticidas usados pelo Ministério de Saúde: estudo de caso do Distrito de Machaze

Samuel Sulemane Roque¹; Gervásio Castro Morais Magaia²; Isac Toaya Mussama³; Baptista João Boanha⁴; Isabel Francisco Mucusse Boanha⁵; Thais Cristini de Jesus Viana⁶; Américo Sabonete Ruchucho Muatendauafa⁷; Gimo Chivite da Graça⁸; Bernardo João Francisco Companhia⁹; João Manuel Uaciquete¹⁰

Como Citar:

ROQUE, Samuel Sulemane; MAGAIA, Gervásio Castro Morais; MUSSAMA, Isac Toaya; BOANHIA, Baptista João; BOANHIA, Isabel Francisco Mucusse; VIANA, Thais Cristini de Jesus; MUATENDAUFA, Américo Sabonete Ruchucho; DA GRAÇA, Gimo Chivite; COMPANHIA, Bernardo João Francisco; UACIQUETE, João Manuel. Avaliação da Densidade e Susceptibilidade dos Vetores da Malária à Inseticidas usados pelo Ministério de Saúde: Estudo de Caso do Distrito de Machaze. Revista Sociedade Científica, vol. 8, n. 1, p. 2306-2329, 2025. <https://doi.org/10.61411/rsc2025109618>

DOI: 10.61411/rsc2025109618

Área do conhecimento:

Ciências da Saúde

Sub-área:

Saúde Pública

Palavras-chave: Densidade; Malária;

Susceptibilidade; Vetores.

Publicado: 19 de novembro de 2025.

Resumo

Este estudo teve como objetivo avaliar a densidade e a susceptibilidade dos mosquitos vetores da malária nas localidades de Bassane e Chitobe, no distrito de Machaze, Moçambique. Foram capturados mosquitos adultos por meio dos métodos Flit, armadilha de luz CDC e armadilha de cova. Larvas foram colhidas com conchadas em potenciais criadouros e criadas em laboratório até a fase adulta para testes de susceptibilidade, conforme protocolos da OMS. Em Bassane, foram capturadas 34 fêmeas de *Anopheles* spp. em 14 compartimentos (densidade de 2,4 por compartimento), enquanto em Chitobe foram 12 fêmeas, resultando numa densidade de 0,9. A densidade larval em Bassane foi de 1,3, com índice de criação de 44,7. Nos testes de susceptibilidade, Chlorfenopir, Pirimiphos-Methyl, Bendiocarb e DDT apresentaram alta eficácia ($\geq 99\%$), enquanto Alfacypermetrina (79%) e Deltametrina (71%) indicaram resistência. O estudo identificou limitações, como a baixa representatividade amostral em Chitobe e a ausência de inseticidas com diferentes intensidades. Conclui-se que há necessidade de diversificar as abordagens de controlo vetorial, integrando o uso de inseticidas alternativos e técnicas sustentáveis para mitigar a resistência e reduzir a transmissão da malária na região.

¹Unisced, Chimoio, Moçambique. Email: unisced@unisced.mz

²Universidade Federal de Mato Grosso do Sul- UFMS, Campo Grande, Brasil. Email: gervasio@ufms.br

³Universidade Federal do Tocantins- UFT, Tocantins, Brasil. Email: isac@uft.br

⁴Universidade Federal de Mato Grosso do Sul- UFMS, Campo Grande, Brasil. Email: baptista@ufms.br

⁵Universidade Federal de Mato Grosso do Sul- UFMS, Campo Grande, Brasil. Email: isabel@ufms.br

⁶Universidade Estadual de Unigran Capital, Campo Grande, Brasil. Email: thais@unigran.br

⁷Universidade Zambeze, Chimoio, Moçambique. Email: amero@unizambeze.mz

⁸Universidade Federal de Mato Grosso do Sul- UFMS, Campo Grande, Brasil. Email: gimo@ufms.br

⁹Universidade Federal de Goiás. Goiás – Goiânia, Brasil. Email: bernar@ufg.br

¹⁰Unisced, Chimoio, Moçambique. Email: unisced@unisced.mz



Assessment of the Density and Susceptibility of Malaria Vectors to Insecticides used by the Ministry of Health: Case study of the Machaze district

Abstract

This study aimed to assess the density and insecticide susceptibility of malaria vector mosquitoes in the localities of Bassane and Chitobe, in Machaze district, Mozambique. Adult mosquitoes were collected using Flit spraying, CDC light traps, and pit traps. Larvae were sampled using dipping techniques from potential breeding sites and reared in the laboratory until adulthood (3–5 days) for susceptibility testing, following WHO protocols. In Bassane, 34 female *Anopheles* spp. were captured in 14 compartments, resulting in a density of 2.4 mosquitoes per compartment. In Chitobe, 12 females were collected, corresponding to a density of 0.9 per trap. Larval density in Bassane was 1.3, with a breeding index of 44.7. Susceptibility tests showed high efficacy of Chlorfenapyr, Pirimiphos-Methyl (99%), Bendiocarb, and DDT (100%). However, resistance was observed for Alphacypermethrin (79%) and Deltamethrin (71%). The study noted limitations, including low sample size in Chitobe and lack of insecticides with varied concentrations. The findings highlight the need for an integrated and continuous vector control strategy, incorporating alternative insecticides and sustainable methods to address mosquito resistance and reduce malaria transmission in the region.

Keywords: Density; Malaria; Susceptibility; Vectors.

1. Introdução

A malária continua a ser uma das principais causas de morbilidade em Moçambique, representando uma preocupação significativa para o sistema nacional de saúde. Em 2021, a doença manteve-se como a principal razão da procura pelos serviços



de saúde, apesar de uma ligeira redução de 11% nos casos reportados (de 11.000.300 em 2020 para 10.006.000 em 2021) [9.]. Na província de Manica, por exemplo, das 4.113.105 pessoas que recorreram aos serviços de saúde, 1.575.769 (38%) foram suspeitas e testadas para malária, das quais 672.476 (43%) tiveram diagnóstico positivo, revelando uma diminuição em relação a 2020, quando os valores atingiram 63% de positividade.

Apesar das estratégias implementadas pelo Ministério da Saúde (MISAU), como a distribuição de redes mosquiteiras tratadas com insecticida, a pulverização intradomiciliária e as campanhas de sensibilização comunitária, a eficácia destas ações está condicionada por fatores como a densidade dos vectores, a sua susceptibilidade aos insecticidas utilizados e a adesão da população às medidas preventivas. Em resposta, o país tem adotado uma abordagem integrada de controlo vectorial, porém, os desafios persistem.

Dados do Programa Nacional de Controlo da Malária [16.] indicam um aumento expressivo no número de casos notificados entre 2022 e 2023, passando de 53.150 para 101.684, o que representa um crescimento de cerca de 91% e um peso de 34% na carga total da doença. Este aumento pode estar associado a fatores como a expansão de áreas favoráveis à reprodução dos mosquitos e a ineficiência das medidas de controlo aplicadas.

Entomologicamente, o distrito de Machaze apresenta uma incidência preocupante, com 226 casos por cada 1.000 habitantes em 2021. Esta situação é agravada pela presença de criadouros propícios ao desenvolvimento de mosquitos do género *Anopheles*, em especial os grupos *A. funestus* e *A. gambiae*, principais vectores da doença no país. O parasita *Plasmodium falciparum* é o responsável por mais de 90% das infeções, seguido por *P. malariae* e *P. ovale* [5.].



A vigilância entomológica desempenha um papel crucial no planeamento e monitorização das intervenções vectoriais, permitindo identificar a composição, densidade, distribuição e susceptibilidade dos vectores aos insecticidas [12.], Contudo, na província de Manica, esta componente enfrenta limitações significativas, como a escassez de técnicos especializados, a falta de materiais essenciais e a cobertura territorial e temporal insuficiente. Apenas três dos doze distritos da província são considerados postos sentinela, o que compromete a representatividade dos dados e a eficácia das respostas.

Além disso, a coordenação centralizada das atividades entomológicas e a ausência de autonomia local dificultam a implementação eficaz da vigilância integrada de vectores. O reforço institucional e logístico a nível provincial e distrital é, portanto, imperioso para garantir maior abrangência e regularidade das ações no terreno.

As medidas anti-vectoriais, quando bem executadas, demonstram grande eficácia no controlo da malária. A avaliação entomológica permite a adaptação de estratégias de prevenção de acordo com o perfil epidemiológico local, identificando os principais vectores, seus habitats e padrões de comportamento. Esta monitorização é fundamental, especialmente em contextos onde a resistência aos insecticidas tem sido observada, exigindo uma seleção criteriosa dos produtos a utilizar.

As estratégias de contenção devem ser seletivas e adaptadas à realidade epidemiológica local [8.]. Isso requer um conhecimento profundo sobre os vectores predominantes em cada região, pois diferenças comportamentais entre espécies podem impactar significativamente a eficácia das medidas de controlo [11.].

Neste contexto, o presente estudo foi concebido como uma resposta aos desafios identificados, com o objetivo de avaliar a densidade, composição específica e susceptibilidade dos vectores aos insecticidas no distrito de Machaze. A investigação pretende fornecer evidências científicas que subsidiem estratégias de intervenção mais



eficazes e contextualizadas, promovendo a redução da transmissão da malária e a melhoria da saúde pública local.

2. Metodologia

2.1. Caracterização Geográfica do Distrito de Machaze

Machaze é o distrito mais meridional da província de Manica, em Moçambique, tendo como sede administrativa a vila de Chitobe. Faz fronteira a norte e noroeste com o distrito de Mossurize, a oeste com o Zimbabwe, a sul com os distritos de Massangena (província de Gaza) e Mabote (província de Inhambane), e a Leste com os distritos de Machanga e Chibabava, pertencentes à província de Sofala.

Segundo dados do Instituto Nacional de Estatística (INE) [8.], o distrito possui uma população de 148.784 habitantes distribuídos por uma área de 11.911 km², o que corresponde a uma densidade populacional de aproximadamente 12,3 habitantes por quilómetro quadrado.



Fonte: Autores (2025).

2.2. Procedimentos Metodológicos

2.2.1. População e Amostra

De acordo com Appolinário [1.], a população de um estudo é definida como o conjunto de seres animados ou inanimados que compartilham ao menos uma característica em comum, sendo passível de análise em determinado contexto. Neste estudo, a população compreendeu todos os mosquitos capturados por diferentes métodos (*Flit*, armadilha AL-CDC e armadilha de cova) em residências localizadas nas localidades de Bassane e Chitobe, bem como os espécimes criados para testes laboratoriais de susceptibilidade.

A amostra foi constituída por fêmeas do gênero *Anopheles gambiae* coletadas em 26 residências e duas covas nas localidades mencionadas. Para os testes de susceptibilidade, foram utilizados entre 120 a 150 mosquitos fêmeas por classe de



inseticida, totalizando 780 espécimes: 520 expostos a inseticidas e 260 no grupo controle.

2.3. Critérios de Inclusão e Exclusão

2.3.1. Residências

Critérios de Inclusão:

- ✓ Construção com materiais precários e proximidade de criadouros (50 a 200 metros).
- ✓ Seleção sistemática (saltando de 3 em 3 casas) com base em localização e acessibilidade.
- ✓ Diferenciação entre residências utilizadas nos métodos Flit e armadilha AL-CDC.

Critérios de Exclusão:

- ✓ Residências fechadas ou sem representante familiar com poder de decisão no momento da coleta.
- ✓ Presença de recém-nascidos ou membros doentes em repouso, conforme normas socioculturais locais.

2.3.2. Mosquitos

Inclusão:

- ✓ Fêmeas do gênero *Anopheles* capturadas intra e peridomiciliariamente.

Exclusão:

- ✓ Todos os espécimes machos da espécie *Anopheles*.

2.3.3. Agentes de Campo



Inclusão:

- ✓ Voluntários com idade ≥ 18 anos, reconhecidos pela comunidade.
- ✓ Ativistas de malária ou membros de comitês comunitários.
- ✓ Agentes polivalentes elementares (APEs) atuantes na área de estudo.

Exclusão:

- ✓ Indivíduos com dificuldades de leitura/escrita ou que demonstraram baixo comprometimento.

2.4. Cálculo do Tamanho Amostral

Devido à reduzida dimensão da população-alvo, não se aplicou cálculo estatístico formal. A amostra foi constituída por todos os mosquitos e residências acessíveis dentro do universo pesquisado. Segundo Coleman *et al.* [4.], a representatividade da amostra está associada ao rigor da seleção dos elementos amostrais, mesmo em populações pequenas. Nesse contexto, a abordagem utilizada é condizente com as recomendações de Lehmann *et al.* [11.], Gillies e Meillon [6.] e Coetzee e Gillé [3.], considerando que a totalidade dos elementos disponíveis foi analisada de forma a garantir validade inferencial.

A amostra foi definida por amostragem intencional ou por julgamento, conforme Hancock [7.], sendo selecionados os mosquitos com base em critérios ecológicos e epidemiológicos.

2.5. Amostragem Probabilística

2.5.1. Amostragem Estratificada:

As localidades de Bassane e Chitobe foram consideradas estratos distintos, com seleção de áreas específicas de coleta segundo critérios geográficos (proximidade de

corpos d'água, áreas agrícolas e residenciais). Este método garantiu a representação proporcional dos subgrupos da população [10.].

2.5.2. Amostragem Não Probabilística

Utilizou-se julgamento técnico para a seleção de criadouros e residências com base na:

- ✓ Proximidade de águas estagnadas.
- ✓ Presença de vegetação densa.
- ✓ Histórico de alta incidência de mosquitos, conforme dados de saúde pública [2.,8.].

2.6. Procedimentos de Campo

2.6.1. Coleta de Larvas

A coleta larval ocorreu entre os dias 12 a 22 de novembro de 2023, entre 6h e 11h, em 35 potenciais criadouros, dos quais 24 estavam positivos. Utilizaram-se conchas, bacias e pipetas para a transferência das larvas para garrafas plásticas. Os criadouros incluíam lagoas, poças, charcos, bermas de rios e cisternas.



Figura 2: Colheita de larvas em Bassane, distrito de Machaze.
Fonte: Autores (2025).



Índice de Criação Larval (IC):

$$IC = \frac{Nr. Total de larvas}{Nr. de conchas} \times Nr. de criadouros prospectado \quad (1)$$

2.6.2. Coleta de Adultos

Método Flit:

Realizada em 20 casas entre 5h30 e 7h30. Após aplicação de inseticida (Baygon), os mosquitos mortos foram recolhidos de lençóis brancos com pinça.

Armadilha de Cova:

Escavações conforme padrões da OMS (1,3m profundidade, 1,2m comprimento, 1m largura). A coleta foi realizada entre 5h e 6h da manhã com tubo de sucção.

Armadilhas de Luz CDC:

Instaladas em 6 casas (3 por localidade) das 18h às 6h. Penduras a 150cm do chão nos quartos, priorizando locais com crianças. A densidade foi expressa como:

$$Densidade \text{ por quarto} = \frac{N^{\circ} \text{ total de vectores colhidos}}{N^{\circ} \text{ total de quartos amostrados}} \quad (2)$$

$$Densidade \text{ por pessoa} = \frac{N^{\circ} \text{ total de vectores colhidos}}{N^{\circ} \text{ total de residentes de todos quartos amostrados}} \quad (3)$$

2.7. Procedimentos Laboratoriais



2.7.1. Criação de Larvas

As larvas foram distribuídas por estágios em bacias plásticas, alimentadas duas vezes ao dia com uma mistura de *Cerelac*, fermento de pão e ração de peixe. As pupas foram transferidas para frascos de 10ml e, posteriormente, para gaiolas de 30x30cm.

Manutenção em condições controladas:

- Temperatura: $27^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$
- Umidade relativa: $75\% \pm 2\%$
- Alimentação: solução de sacarose a 10%

2.7.2. Identificação Morfológica e Testes de Susceptibilidade

A identificação foi realizada sob lupa com base na chave de Coetzee e Gillé [3.] e Gillies e De Meillon [6.]. Os testes de susceptibilidade seguiram protocolos da Organização Mundial da Saúde (OMS) [13.], utilizando tubos com papéis impregnados com inseticida. Cada tubo recebeu 20 a 25 mosquitos por 60 minutos. Após 24 horas, realizou-se a leitura dos resultados.

Inseticidas testados:

- ✓ Carbamatos: bendiocarb 0,01%
- ✓ Organoclorados: DDT 4%
- ✓ Organofosforados: pirimifos-metil 0,25%
- ✓ Piretroides: deltametrina, alfacipermetrina
- ✓ Pirrolos: chlorfenapyr (em garrafas CDC)

2.7.3. Manuseio de Mosquitos do Campo

Os espécimes coletados em campo foram identificados morfológicamente e conservados em tubos de *Eppendorf* com sílica gel. Posteriormente, foram armazenados para análises adicionais. Os dados foram organizados em base digital (Excel 2010).



3. Desenvolvimento e discussão

3.1. Densidade de Vetores da Malária e Avaliação do Risco de Transmissão

O Gráfico 1 mostra a densidade dos vetores da malária, destacando as fêmeas de *Anopheles gambiae* capturadas pelo método Flit. Em Bassane, a densidade foi de 0,7 mosquitos por pessoa e 1,4 por compartimento; em Chitobe, 0,3 por pessoa e 0,8 por compartimento. Em média, há cerca de um mosquito vetor por pessoa e dois por compartimento. Esses dados são fundamentais para avaliar o risco de transmissão, pois indicam que a densidade de mosquitos está relacionada tanto ao tamanho da população quanto à distribuição dos espaços. A atenção às fêmeas é crucial, pois elas são as únicas responsáveis pela transmissão da malária, e sua proporção em relação ao total de mosquitos influencia diretamente o risco de infecção.

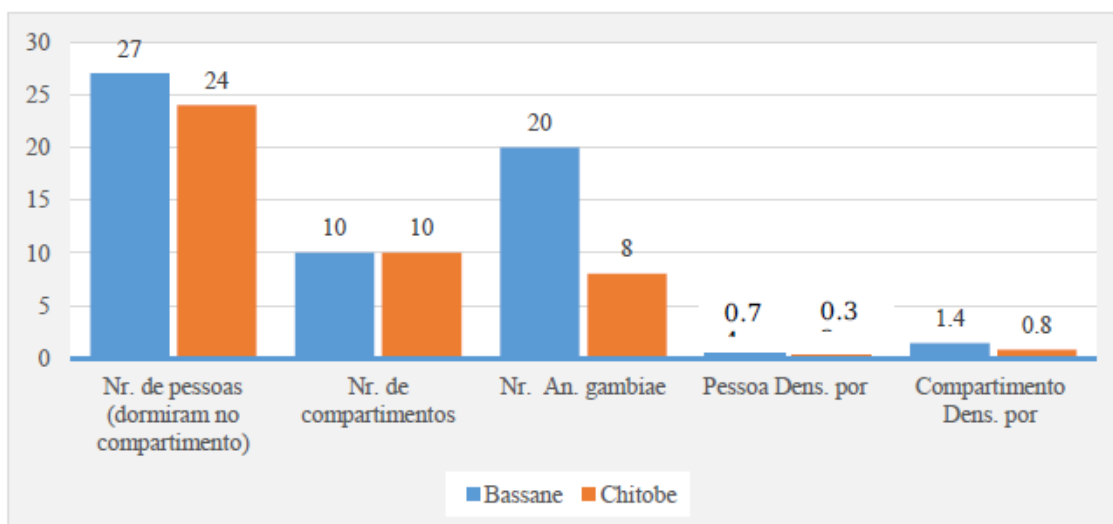


Gráfico 1: A variação da densidade de *A. gambiae* por pessoa e compartimento por método de Flit, Bassane e Chitobe.

Fonte: Autores (2025).

3.1.1. Comparação da Presença de Vetores entre Bassane e Chitobe



O Gráfico 2 ilustra a comparação entre as localidades de Bassane e Chitobe com base em três variáveis principais: número de covas, número de fêmeas de *Anopheles gambiae* capturadas e densidade de mosquitos. Em ambas as localidades foi identificada uma cova, indicando uma estrutura de amostragem semelhante.

Quanto à presença de *A. gambiae* (fêmeas), foram capturados 3 exemplares em Bassane, enquanto em Chitobe não foi registrado nenhum indivíduo da espécie. Esse dado evidencia uma maior prevalência do vetor em Bassane. A densidade de mosquitos também reflete essa diferença: em Bassane foi registrada uma densidade de 3 mosquitos, ao passo que em Chitobe a densidade foi nula. Essa correspondência entre número de capturas e densidade reforça a distinção entre as duas áreas no que se refere à presença de vetores da malária.

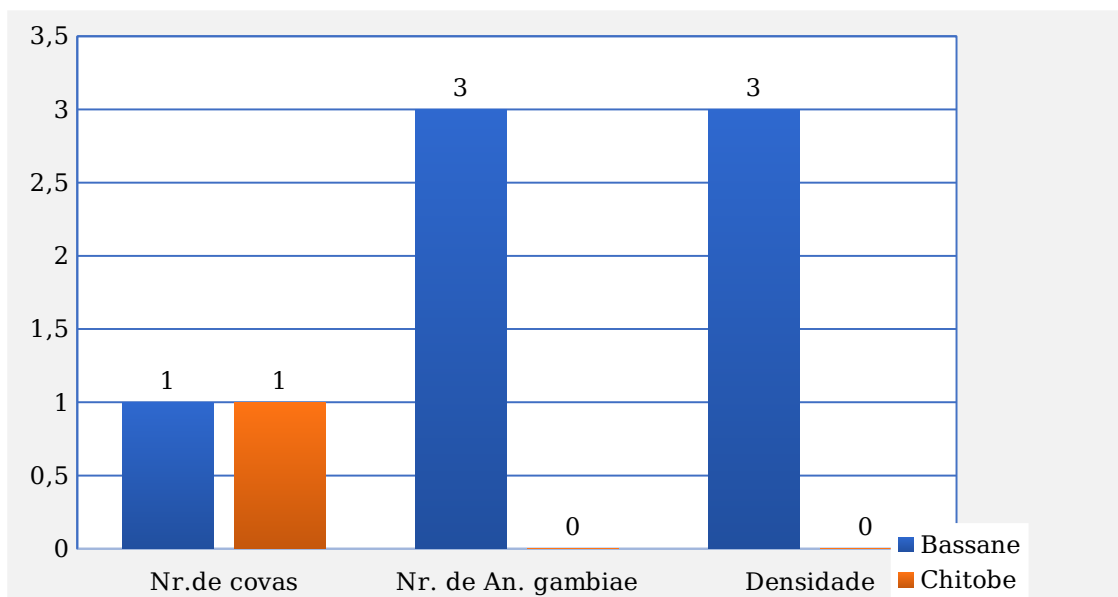


Gráfico 2: A variação da densidade de *An. gambiae* por método de armadilha de cova, em Bassane e Chitobe.

Fonte: Autores (2025).

Esses resultados indicam uma disparidade significativa na presença e densidade de *A. gambiae* entre as localidades, sugerindo que Bassane apresenta maior risco de transmissão da malária em comparação com Chitobe.



3.2. Análise Comparativa da Densidade Vectorial de *A. gambiae* em Bassane e Chitobe

O Gráfico 3 apresenta os dados relativos à densidade dos vetores da malária, com foco nas fêmeas de *Anopheles gambiae*, nas localidades de Bassane e Chitobe. A análise centra-se na densidade destes vetores por pessoa e por compartimento indicadores fundamentais para estimar o risco de transmissão da malária.

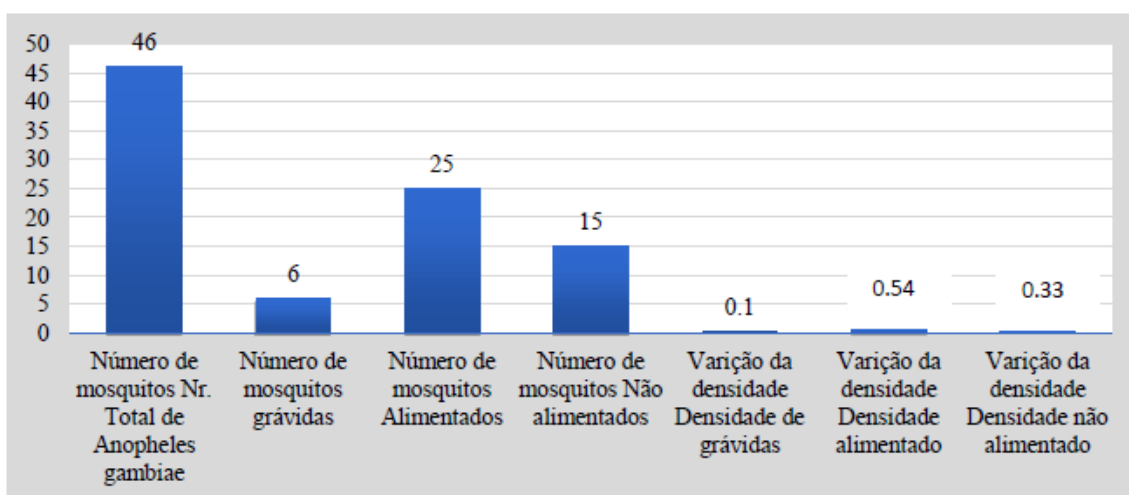


Gráfico 3: A variação da densidade de *An..gambiae* por estado gonotrófico.
Fonte: Autores (2025).

Em termos populacionais, Bassane contou com 16 pessoas e Chitobe com 11, sendo que ambas as localidades possuíam três compartimentos. No total, foram capturadas 11 fêmeas de *A. gambiae* em Bassane e 4 em Chitobe. A densidade por pessoa foi de 0,7 em Bassane, contrastando com 0,4 em Chitobe. Quanto à densidade por compartimento, Bassane apresentou um valor de 3,7, significativamente superior ao valor de 1,3 observado em Chitobe. Esses dados indicam uma maior concentração de vetores em Bassane, sugerindo um risco mais elevado de transmissão da malária nessa localidade.

Os dados mostram que a densidade de fêmeas de *Anopheles gambiae* está diretamente ligada ao risco de transmissão da malária, já que são elas que picam humanos e transmitem a doença. Estudos, como os de Gillies e De Meillon [6.] e Hancock *et al.* [7.], reforçam essa relação, indicando que a estrutura física das casas influencia mais na presença de mosquitos do que o número de pessoas. A localidade de Bassane apresentou maior densidade de vetores, sendo, portanto, a área de maior risco, o que está em consonância com achados científicos anteriores.

3.3. Análise da Densidade e Estado Gonotrófico dos Vetores *A. gambiae* em Bassane e Chitobe

O Gráfico 4 apresenta uma análise detalhada da densidade dos mosquitos *Anopheles gambiae* capturados nas localidades de Bassane e Chitobe, no distrito de Machaze, com foco na distribuição dos vetores em três categorias gonotróficas distintas: grávidas, alimentadas e não alimentadas.

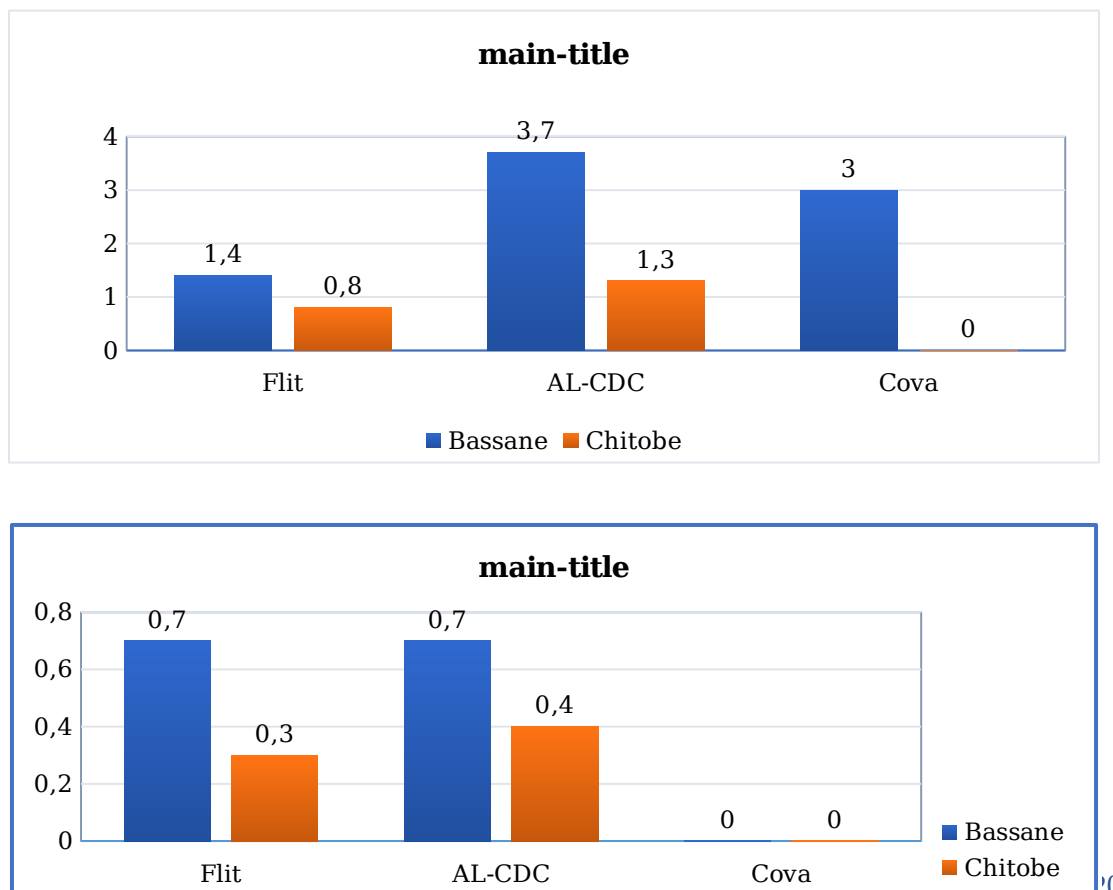


Gráfico 4: Variação da densidade por compartimento, pessoa por armadilha, Bassane e Chitobe no distrito de Machaze.



Fonte: Autores (2025).

Foram capturadas 46 fêmeas de *Anopheles gambiae*, distribuídas em três categorias fisiológicas: 6 grávidas (densidade 0,1), 25 alimentadas (densidade 0,5) e 15 não alimentadas (densidade 0,3). A baixa densidade de fêmeas grávidas indica uma atividade reprodutiva reduzida no período de coleta, possivelmente devido a fatores ambientais desfavoráveis ou à diminuição temporária da população vetorial. Já a maior proporção de fêmeas alimentadas é epidemiologicamente relevante, pois esses mosquitos podem ter se alimentado de humanos e estarem envolvidos na transmissão ativa da malária. As fêmeas não alimentadas representam indivíduos que ainda não iniciaram o ciclo de transmissão, indicando uma fração da população em estágio inicial. Essa distribuição permite compreender melhor a dinâmica populacional e o risco de transmissão, auxiliando no planejamento de estratégias de controle focadas nas fases críticas do ciclo biológico do vetor. A variação da densidade entre os estados gonotróficos oferece uma visão aprofundada do comportamento dos vetores e da transmissão da malária, conforme destacado em estudos de Gillies e De Meillon [6.] e Hancock *et al.* [7.], que associam a densidade de fêmeas alimentadas e grávidas à capacidade de transmissão da doença.

3.3.1. Comparação da Densidade de *A. gambiae* Capturada por Armadilha nas Localidades de Bassane e Chitobe

O Gráfico 5 apresenta a variação da densidade de *Anopheles gambiae* capturada por compartimento e por pessoa nas localidades de Bassane e Chitobe, utilizando três tipos de armadilhas: Flit, AL-CDC e Cova. Esta análise permite avaliar a eficácia relativa das armadilhas em diferentes contextos e a densidade dos mosquitos em cada localidade.

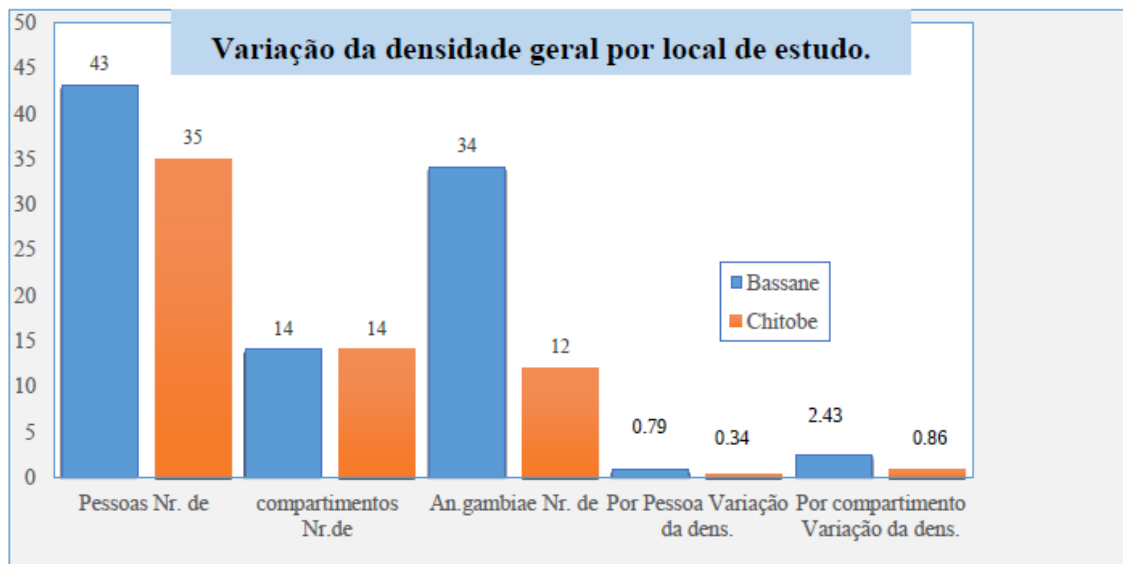


Gráfico 5: Variação da densidade de *Anopheles gambiae* capturada por compartimento e por pessoa nas localidades de Bassane e Chitobe.

Fonte: Autores (2025).

A análise da densidade de mosquitos por tipo de armadilha e compartimento revelou diferenças significativas entre Bassane e Chitobe. Em Bassane, a armadilha AL-CDC apresentou maior eficácia, com média de 3,7 mosquitos por compartimento, seguida pela Cova (3,0) e Flit (1,4), indicando elevada densidade de *Anopheles gambiae* na localidade. Em Chitobe, a densidade foi inferior em todas as armadilhas: AL-CDC capturou 1,3 mosquitos, Flit 0,8, e a Cova não registrou capturas, sugerindo menor presença vetorial e baixa eficiência dessa armadilha. Na análise por pessoa (excluindo a Cova), Bassane apresentou 0,7 mosquitos por pessoa tanto na Flit quanto na AL-CDC, enquanto em Chitobe foram 0,3 e 0,4, respectivamente. Esses dados confirmam a maior infestação em Bassane e destacam a superioridade da AL-CDC na captura em ambas as localidades. A menor densidade em Chitobe pode indicar uma população vetorial reduzida. Esses resultados corroboram estudos como de Hancock et al. [7.] e da Organização Mundial da Saúde (OMS) [13.], que enfatizam que a eficácia das armadilhas depende das características ecológicas, comportamentais e ambientais locais, influenciando diretamente a captura dos vetores e o sucesso das estratégias de controle.



3.4. Análise da densidade global dos mosquitos *Anopheles gambiae* nas localidades de Bassane e Chitobe

O Gráfico 6 apresenta uma análise da densidade global dos mosquitos *Anopheles gambiae* nas localidades de Bassane e Chitobe, além da densidade geral sem discriminação geográfica. A densidade de *Anopheles gambiae* por compartimento foi maior em Bassane (2,4 mosquitos) do que em Chitobe (0,9), indicando uma concentração dos vetores em áreas específicas, possivelmente influenciada por fatores ambientais como criadouros e locais de repouso favoráveis. Já a densidade por pessoa foi superior em Bassane (0,8) em comparação a Chitobe (0,3), sugerindo melhor adaptação dos mosquitos ou condições ambientais mais propícias para sua sobrevivência e reprodução nessa localidade. Essa variação reflete a complexa interação entre fatores ecológicos, práticas de controle e comportamentos humanos.

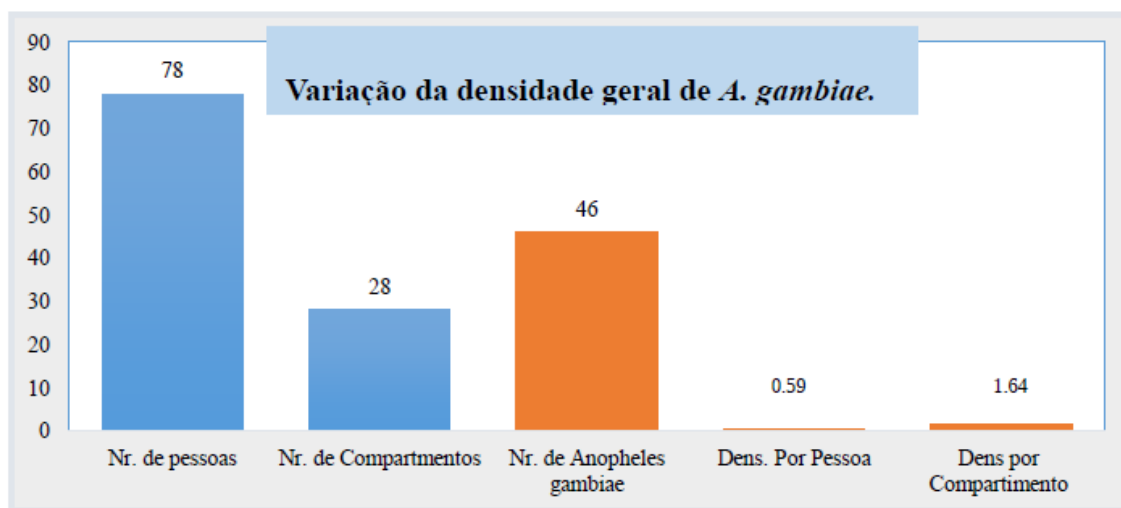


Gráfico 6: A Variação da densidade geral de *A. gambiae* em Bassane e Chitobe.

Fonte: Autores (2025).

Estudos como os de Marques [12.] indicam que fatores climáticos, como temperatura e umidade, e a presença de corpos d'água permanentes ou temporários influenciam diretamente a abundância e distribuição dos vetores. A média de 2



mosquitos por compartimento residencial, observada em ambas as áreas, evidencia uma presença significativa do vetor no ambiente doméstico, elevando o risco de transmissão da malária. A exposição média de 1 mosquito por pessoa reforça a urgência de intervenções sanitárias eficazes. Pesquisas anteriores, como as de Smith [15.], confirmam a correlação entre densidade vetorial e incidência da doença, destacando a importância do monitoramento contínuo para orientar estratégias de controle.

3.4.1. Variação da Densidade Larval em Potenciais Criadouros em Bassane

A Tabela 1 apresenta a variação da densidade larval nos potenciais criadouros de mosquitos em Bassane, fornecendo uma análise detalhada dos tipos de criadouros e sua contribuição para a proliferação larval. Esses dados são essenciais para entender a dinâmica reprodutiva dos mosquitos, especialmente em áreas de risco para doenças transmitidas por vetores, como a malária.

Tabela 1: A variação da densidade larval nos potenciais criadouros Bassane.

Tipo de Criadouro	Criadouros Visitados	Criadouros Positivos	Positividade	Conchas	Larvas	Estimativa da Densidade Larval	Índice de Criação das Larvas
Cisternas Caseiras	18	15	83,30%	724	1017	1,4	25,3
Pisadas de Animais	7	1	14,30%	62	18	0,3	2
Drenagem de Água de Fontanário	10	8	80%	540	657	1,2	12,2
Total	35	24	68,60%	1326	1692	1,3	44,7

Fonte: Autores (2025).

Dos 35 criadouros inspecionados, 24 foram positivos, resultando em uma taxa de positividade geral de 68,6%, indicando condições ambientais favoráveis à reprodução dos mosquitos na região. As cisternas caseiras destacaram-se com a maior taxa de positividade (83,3%) e maior densidade larval média (1,4 larvas por concha), sendo os principais focos de criação. A drenagem de água de fontanário apresentou 80% de positividade e densidade larval média de 1,2 larvas por concha, evidenciando que águas não tratadas contribuem significativamente para a proliferação. Em contrapartida, as



pisadas de animais registraram a menor taxa de positividade (14,3%) e densidade larval (0,3 larvas por concha), devido à sua natureza temporária e menor capacidade de retenção hídrica. Esses dados indicam que criadouros domésticos permanentes oferecem ambientes mais estáveis para o desenvolvimento larval, enquanto criadouros temporários possuem menor produtividade. Os resultados reforçam a importância do manejo adequado das fontes domésticas de água como estratégia essencial para o controle vetorial da malária.

3.4.2. Número Total de Larvas e Índices de Criação

O total de larvas encontradas foi de 1.692, das quais 1.017 (60%) provinham das cisternas caseiras, e 657 (38,8%) da drenagem de água de fontanário. Apenas 18 larvas foram encontradas nas pisadas de animais. O índice de criação foi mais elevado nas cisternas (25,3), seguido pela drenagem de água (12,2), e significativamente mais baixo nas pisadas de animais (2).

Esses resultados confirmam que criadouros domésticos desempenham um papel crucial na proliferação de larvas, conforme apontado por Killeen *et al.* [10.], que destacam que ambientes urbanos e periurbanos com água não tratada favorecem o desenvolvimento larval.

Intervenções focadas na gestão das cisternas caseiras e drenagem de água podem impactar significativamente a redução da densidade larval. Estratégias como a cobertura ou tratamento químico dessas fontes podem ser eficazes para limitar a reprodução dos mosquitos e, conseqüentemente, diminuir o risco de transmissão de doenças.

3.5. Avaliação da Suscetibilidade dos Mosquitos *A. gambiae* a Diferentes Inseticidas

A Tabela 2 apresenta os resultados da avaliação da suscetibilidade de mosquitos *A. gambiae* a diversos inseticidas, com base no número de mosquitos expostos, número de mortes após 24 horas e percentagem de mortalidade, culminando na classificação do



estado de suscetibilidade. Estes dados são fundamentais para entender os níveis de resistência das populações de mosquitos aos principais químicos usados no controlo vetorial.

Tabela 2: Grau de susceptibilidade dos vectores de malária aos insecticidas, localidade de Bassane, distrito de Machaze.

Tipo de insecticida exposto	Mosquitos expostos	Mosquitos mortos (24h)	Morte (24h) (%)	Estado de Susceptibilidade
Chlorfenapyr (100%)	100	99	99%	Susceptível
Alfacypermetrina (0,5%)	100	79	79%	Resistente
Bendiocarb (0,01%)	80	80	100%	Susceptível
Pirimiphometil (0,25%)	80	79	99%	Susceptível
DDT (4%)	80	80	100%	Susceptível
Deltametrina (0,5%)	80	57	71%	Resistente

Fonte: Autores (2025).

Conforme preconizado pela Organização Mundial da Saúde [13.], a resistência dos vetores da malária aos insecticidas constitui um obstáculo crescente às estratégias de controlo da doença, sendo, portanto, imprescindível o monitoramento sistemático da suscetibilidade das populações-alvo. No presente estudo, os bioensaios de suscetibilidade demonstraram variações significativas na eficácia dos compostos testados. O Chlorfenapyr apresentou uma taxa de mortalidade de 99%, classificando a população como “susceptível”, o que evidencia a manutenção da sua eficácia e reforça sua viabilidade como ferramenta de controlo vectorial. Em contrapartida, a Alfacypermetrina (0,5%) demonstrou uma taxa de mortalidade de apenas 79%, classificando os mosquitos como “resistentes”. Este achado é particularmente relevante, uma vez que a resistência a piretroides tem sido amplamente relatada, sobretudo em regiões com uso intensivo desses produtos, estando frequentemente associada a mecanismos genéticos como a mutação KDR (knockdown resistance), que compromete a eficácia desses compostos [4.,14.]. Os insecticidas Bendiocarb (0,01%) e DDT (4%) apresentaram 100% de mortalidade, indicando total susceptibilidade. Apesar do histórico de resistência ao DDT em diversas regiões, sua reintrodução controlada pode



representar uma alternativa válida, desde que acompanhada de rigoroso monitoramento. Os resultados obtidos evidenciam a necessidade de diversificação e rotatividade no uso de inseticidas, como estratégia essencial para mitigar o avanço da resistência e assegurar a eficácia sustentada das intervenções de controle vectorial.

4. Considerações finais

Foram capturados 46 mosquitos adultos por diferentes métodos (Flit, AL-CDC e Cova) e realizadas coletas de larvas em criadouros naturais, com posterior exposição de 520 mosquitos a seis inseticidas para testes de suscetibilidade, além de um grupo controle com 260 mosquitos não expostos. Os resultados demonstraram maior densidade vectorial em Bassane (2,4 mosquitos por compartimento) em comparação com Chitobe (0,9), sendo a média distrital de 2 mosquitos por compartimento e 1 por pessoa. As cisternas caseiras mal higienizadas foram identificadas como os principais focos de proliferação larval, com maior densidade (1,4 larvas por concha), enquanto as pisadas de animais apresentaram densidade muito inferior (0,3).

A análise do estágio gonotrófico revelou que 50% dos mosquitos estavam alimentados, 10% eram fêmeas grávidas e 30% não alimentados, o que indica risco elevado de transmissão da malária. Nos testes de suscetibilidade, os inseticidas Deltametrina (71%) e Alfacypermetrina (79%) mostraram elevada resistência, refletindo o impacto do uso contínuo dos piretroides na eficácia dos métodos de controle.

Em contraste, os inseticidas Chlorfenapir (99%), Pirimiphos-Metil (99%), Bendiocarb (100%) e DDT (100%) apresentaram excelente eficácia, classificando os mosquitos como susceptíveis e demonstrando maior potencial para uso em estratégias de controle. A pesquisa confirmou que a elevada densidade vectorial em Bassane está fortemente associada a fatores ambientais, como a presença de água parada em estruturas domésticas.

Conclui-se que a diversificação dos inseticidas, especialmente com a substituição gradual dos piretroides por compostos mais eficazes como Chlorfenapir,



Bendiocarb e DDT, é essencial para conter o avanço da resistência. A eliminação de focos de água parada, a melhoria no saneamento doméstico e a rotação estratégica de inseticidas são medidas fundamentais para reduzir a transmissão da malária no distrito de Machaze.

5. Declaração de direitos

Os autores declaram ser detentores dos direitos autorais da presente obra, que o artigo não foi publicado anteriormente e que não está sendo considerado por outra(o) Revista/Journal. Declaram que as imagens e textos publicados são de responsabilidade dos autores, e não possuem direitos autorais reservados a terceiros. Textos e/ou imagens de terceiros são devidamente citados ou devidamente autorizados com concessão de direitos para publicação quando necessário. Declaram respeitar os direitos de terceiros e de Instituições públicas e privadas. Declaram não cometer plágio ou autoplágio e não ter considerado/gerado conteúdos falsos e que a obra é original e de responsabilidade dos autores.

6. Referências

1. Appolinário, Fábio. Metodologia da ciência: filosofia e prática da pesquisa. São Paulo: Cengage Learning, ISBN 9788522110503, 3. ed., p. 304, 2024.
2. Bernard, H. Russell. Social Research Methods: Qualitative and Quantitative Approaches. Thousand Oaks, CA: Sage Publications, ISBN 9781412978545, s.d.
3. Coetzee, M.; Gillé, F. [Title varies per paper]. Malaria Journal, 2020. DOI: 10.1186/s12936-020-3144-9.
4. Coleman, M.; et al. Developing global maps of insecticide resistance risk to support malaria control decision-making. Malaria Journal, 2017. DOI: 10.1186/s12936-017-1733-z.
5. Gil, Antônio Carlos. Métodos e técnicas de pesquisa social. São Paulo: Atlas, ISBN 9788522461131, 4. ed., 2008.



6. Gillies, M. T.; De Meillon, B. The Anophelinae of Africa south of the Sahara (Ethiopian zoogeographical region). Johannesburg: South African Institute for Medical Research; 1968.
7. Hancock, P. A.; et al. Mapping trends in insecticide resistance phenotypes in African malaria vectors. PLoS Biology, 2020. DOI: 10.1371/journal.pbio.3000633.
8. Instituto Nacional de Estatística (INE). Relatório Anual de Estatísticas Demográficas. Maputo: INE, ISSN s.d., 2024.
9. Instituto de Desenvolvimento da Saúde (IDS). Boletim Epidemiológico Nacional. Maputo: IDS, ISSN s.d., 2023.
10. Killeen, G. F.; et al. A simplified model for predicting malaria entomologic inoculation rates based on entomologic and parasitologic parameters relevant to control. American Journal of Tropical Medicine and Hygiene, v. 62, n. 5, p. 535–544, 2000. DOI: 10.4269/ajtmh.2000.62.535.
11. Lehmann, Erich L.; Laird, Nan M. Statistical Models and Methods for Lifetime Data. New York: John Wiley & Sons, ISBN 9780471584884, 2001.
12. Marques, Alfredo. Princípios de entomologia médica e controle de vetores. Rio de Janeiro: Fiocruz, ISBN 9788575411234, 2003.
13. Organização Mundial da Saúde (OMS). Guidelines for the treatment of malaria. Genebra: World Health Organization; 2013. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241549127>
14. Ranson, H.; et al. Pyrethroid resistance in African anopheline mosquitoes: what are the implications for malaria control? Trends in Parasitology, v. 27, n. 2, p. 91–98, 2011. DOI: 10.1016/j.pt.2010.08.004.
15. Smith, D. L.; et al. A quantitative analysis of transmission efficiency versus intensity for malaria. Nature Communications, v. 1, art. 108, 2010. DOI: 10.1038/ncomms1107.



16. Programa Nacional de Controlo da Malária (PNCM). Boletim de Vigilância Epidemiológica. Maputo: PNCM, ISSN s.d., 2023.