REVISTA TÓPICOS
ISSN 2965-6672 | Qualis A2

INFLUÊNCIA DOS PERÍODOS DE CHEIA E SECA NA OCORRÊNCIA DA MALÁRIA NA AMAZÔNIA: UMA REVISÃO DA LITERATURA

INFLUENCE OF FLOOD AND DRY SEASONS ON MALARIA OCCURRENCE IN THE AMAZON: A LITERATURE REVIEW

Ciências da Saúde • 22/11/2026

REGISTRO DOI: 10.70773/revistatopicos/795169320

Erick Marcos Lira Guida[1]

Sebastião Sampaio de Souza[2]

Evany Ramos Lemos[3]

Ecson Gama Braga[4]

RESUMO

A ocorrência de malária na Amazônia apresenta relações complexas com condições ambientais e sociais, particularmente com as variações sazonais na precipitação e nos níveis dos rios. Este estudo tem como objetivo examinar evidências científicas sobre a influência das estações de cheia e de seca na ocorrência de malária na região amazônica. Foi realizado um estudo bibliográfico descritivo, de abordagem qualitativa, por meio de buscas nas bases SciELO, Google Scholar e PubMed, utilizando palavras-chave relacionadas a malária, Amazônia, cheias, secas e sazonalidade. Foram selecionadas 25 publicações, abrangendo o período de 2022 a 2026, as quais foram sintetizadas em uma tabela e discutidas com base em suas contribuições nos âmbitos hidrológico, entomológico, epidemiológico e territorial. Os resultados indicam que a precipitação, os níveis dos rios e as características dos habitats aquáticos influenciam a transmissão, com efeitos que podem se manifestar semanas ou meses mais tarde. Contudo, não foi identificado um período universal de maior risco, uma vez que as estações de cheia, seca e de transição apresentam associações distintas, dependendo da localidade, das espécies de vetores e das condições de exposição humana. O desmatamento, a mineração, a mobilidade populacional e as barreiras ao acesso à saúde também contribuem para essa dinâmica, ao passo que atrasos nas notificações e infecções não detectadas limitam a interpretação dos registros de vigilância. O estudo conclui que a sazonalidade hidrológica deve ser compreendida em conjunto com as transformações territoriais e as condições de vigilância. A integração de informações ambientais, entomológicas e epidemiológicas pode subsidiar o planejamento local, aliada a intervenções contínuas de diagnóstico, tratamento e controle. Estudos que incorporem o acompanhamento territorial e a avaliação de defasagens temporais

(lags) podem aprimorar a compreensão das relações entre o ciclo hidrológico e a transmissão persistente. Tais investigações devem levar em conta as particularidades ecológicas locais, as mudanças no uso do solo e a tempestividade das notificações de casos ao interpretar os padrões sazonais da malária.
Palavras-chave: Malária; Amazônia; Sazonalidade; Cheia; Seca.

ABSTRACT

Malaria occurrence in the Amazon has complex relationships with environmental and social conditions, particularly seasonal variations in precipitation and river levels. This study aims to examine scientific evidence on the influence of flood and dry seasons on malaria occurrence in the Amazon region. A descriptive bibliographic study with a qualitative approach was conducted through searches in SciELO, Google Scholar, and PubMed, using keywords related to malaria; the Amazon; flooding; drought; and seasonality; Twenty-five publications from 2022 to 2026 were selected; summarized in a table; and discussed according to their hydrological; entomological; epidemiological; and territorial contributions; The findings indicate that precipitation; river levels; and aquatic habitat characteristics influence transmission; with effects that may emerge weeks or months later; However; no universal period of higher risk was identified; as flood; dry; and transitional seasons show different associations depending on location; vector species; and human exposure conditions; Deforestation; mining; population mobility; and healthcare barriers also contribute to this dynamic; while reporting delays and undetected infections limit the interpretation of surveillance records; The study concludes that hydrological seasonality should be understood alongside territorial transformations and surveillance conditions; Integrating environmental; entomological; and epidemiological information

may support local planning; combined with sustained diagnosis; treatment; and control interventions; Studies incorporating territorial follow-up and lag assessment may improve understanding of the relationships between the water cycle and persistent transmission; Such investigations should account for local ecological differences; changes in land use; and the timeliness of case reporting when interpreting seasonal patterns of malária.
Keywords: Malaria; Amazon; Seasonality; Flood season; Dry season.

1. INTRODUÇÃO

A malária permanece como importante problema de saúde pública, especialmente em regiões tropicais nas quais condições ambientais, sociais e territoriais favorecem a manutenção da transmissão. No Brasil, a ocorrência da doença apresenta elevada concentração na Amazônia, região responsável pela quase totalidade dos casos registrados no país e marcada por diferenças epidemiológicas entre estados, municípios e grupos populacionais. Embora tenha ocorrido redução do número total de casos ao longo das últimas décadas, a persistência da transmissão e sua concentração em determinados territórios demonstram que a eliminação da doença permanece um desafio. Esse cenário exige compreender os processos que sustentam a circulação dos parasitos e a exposição das populações em diferentes contextos amazônicos (Garcia *et al.*, 2024).

A dinâmica da malária na Amazônia resulta da interação entre fatores biológicos, ambientais e sociais. Características como temperatura, precipitação, cobertura vegetal, disponibilidade de ambientes aquáticos, atividades econômicas, deslocamentos populacionais e alterações no uso da terra podem modificar tanto a exposição humana quanto as condições relacionadas à presença e à

proliferação dos vetores. Dessa maneira, a distribuição da doença não ocorre de forma homogênea no território amazônico, sendo influenciada pelas particularidades ecológicas e socioambientais de cada localidade. A análise desses componentes requer considerar suas interações, pois uma mesma alteração ambiental pode apresentar consequências distintas conforme a organização territorial e as condições de vida da população exposta (Ayala; Bastos; Villela, 2022; Arisco *et al.*, 2024).

Entre os componentes ambientais relacionados à transmissão, a dinâmica das águas apresenta especial relevância na Amazônia. A região possui extensa rede hidrográfica submetida a variações sazonais que modificam profundamente a paisagem ao longo do ano. A precipitação e as flutuações dos níveis dos rios alteram a disponibilidade e as características dos ambientes aquáticos, podendo repercutir sobre as condições relacionadas à ocorrência da malária. Estudos realizados em municípios amazônicos demonstram que essas variáveis contribuem para modular o comportamento sazonal da doença e que sua associação apresenta diferenças conforme as características hidrológicas locais. Portanto, compreender o ciclo das águas constitui uma dimensão importante da investigação epidemiológica regional (Fonseca *et al.*, 2022).

Os efeitos do ciclo hidrológico sobre a ocorrência da malária, entretanto, não acontecem necessariamente no mesmo momento em que as alterações ambientais são observadas. A análise de diferentes cenários amazônicos demonstrou efeitos defasados entre as variações hidrológicas e a incidência da doença, indicando que mudanças produzidas em determinada fase do ciclo das águas podem repercutir epidemiologicamente em períodos posteriores. Essa característica ajuda a explicar por que municípios submetidos a

diferentes regimes fluviais podem apresentar picos de transmissão em momentos distintos do ano. Além disso, as características dos rios, incluindo diferenças relacionadas à coloração de suas águas, acrescentam particularidades à análise da distribuição espacial da doença (Fonseca *et al.*, 2022, 2023).

A influência ambiental sobre a transmissão também pode ser compreendida a partir da ecologia dos vetores. Na Amazônia, a capacidade vetorial varia conforme a espécie de mosquito, a localidade, a estação do ano e o parasito envolvido. Estudo realizado na Amazônia oriental brasileira demonstrou diferenças sazonais e espaciais na capacidade de transmissão de espécies de anofelinos, reforçando a importância das condições locais. Seus resultados indicam que espécies distintas podem apresentar maior capacidade vetorial em diferentes momentos do ciclo sazonal. Assim, a identificação da presença de mosquitos precisa ser acompanhada da compreensão de suas características ecológicas e de sua participação na transmissão (Zimmerman *et al.*, 2022).

Resultados obtidos na Amazônia Ocidental também evidenciam a complexidade dessa relação. Em Porto Velho, Rondônia, investigação em focos urbanos e periurbanos identificou diversidade de anofelinos, com predomínio de Anopheles darlingi e diferenças associadas ao ambiente e às técnicas de coleta. A diversidade apresentou variações conforme o indicador utilizado, e a abundância não mostrou diferença sazonal significativa no modelo ajustado. Esses achados recomendam cautela ao interpretar observações de maior presença de mosquitos em determinados meses, demonstrando que a dinâmica vetorial não pode ser reduzida exclusivamente à oposição entre período chuvoso e período seco (Meireles *et al.*, 2022).

A sazonalidade da ocorrência da malária apresenta comportamento igualmente complexo. Valiati, Rice e Villela (2024), ao investigarem padrões temporais de transmissão na Amazônia brasileira, identificaram componente sazonal especialmente nos estados do Amazonas e Amapá. Entretanto, os padrões não se apresentaram de maneira uniforme em toda a região, e variáveis climáticas, como precipitação e temperatura, mostraram relações distintas conforme o território analisado. Esses achados evidenciam que a sazonalidade constitui elemento importante da epidemiologia da doença, mas sua expressão depende das particularidades ambientais e geográficas de cada área, bem como do período histórico considerado e das transformações ocorridas durante a série analisada (Valiati; Rice; Villela, 2024).

Essa heterogeneidade torna inadequada uma interpretação segundo a qual a malária aumentaria necessariamente durante a cheia ou durante a seca em toda a Amazônia. A influência das condições meteorológicas pode variar conforme o estado, a intensidade das alterações e o intervalo transcorrido entre a exposição ambiental e o aparecimento dos casos. Em análise populacional da Amazônia brasileira, Arisco *et al.* (2025) demonstraram associações entre temperatura, precipitação e risco de malária, além de efeitos relacionados aos eventos El Niño e La Niña. As diferenças entre estados e períodos de defasagem reforçam a necessidade de investigar respostas locais às condições climáticas e aos eventos extremos (Arisco *et al.*, 2025).

A importância dessa discussão também se relaciona à ocorrência recente de extremos hidrológicos. A seca de 2023 foi acompanhada por condições excepcionalmente quentes e baixos níveis dos rios, configurando um episódio relevante para a compreensão das

mudanças ambientais amazônicas. Espinoza *et al.* (2024) relacionam esse evento a mecanismos atmosféricos regionais e a condições oceânicas de grande escala. Embora a caracterização de uma seca não demonstre, isoladamente, seus efeitos sobre a malária, oferece fundamentação para investigar como alterações na disponibilidade de água e na temperatura podem modificar contextos de transmissão e as condições de vida das populações amazônicas (Espinoza *et al.*, 2024).

A associação entre ambiente e malária envolve ainda as características de uso e cobertura do solo e a biodiversidade existente nos territórios. A análise dos determinantes do risco na Amazônia brasileira indica que a ocorrência da doença se relaciona à interação entre características da paisagem, diversidade biológica e formas de ocupação do espaço. Essas evidências reforçam que os ciclos de cheia e seca acontecem em territórios submetidos a diferentes graus de transformação ambiental. Consequentemente, condições hidrológicas semelhantes podem estar associadas a respostas epidemiológicas distintas, tornando necessária uma leitura que incorpore os processos de modificação da paisagem à interpretação das variações sazonais (Gonzalez Daza *et al.*, 2023).

As atividades de mineração representam uma expressão importante dessa interação entre transformação ambiental, mobilidade populacional e vulnerabilidade epidemiológica. A literatura aponta relações entre mineração, desmatamento, deslocamentos de trabalhadores, dificuldades de acesso aos serviços de saúde e manutenção da transmissão em diferentes áreas amazônicas. Essas condições tornam os territórios de mineração particularmente complexos para as estratégias de diagnóstico, tratamento, vigilância e controle. Ao analisar a sazonalidade, é necessário reconhecer que

as variações ambientais se sobrepõem a processos de ocupação e circulação humana, os quais podem modificar a exposição e dificultar a continuidade das ações assistenciais (Amaral *et al.*, 2024).

A vulnerabilidade torna-se ainda mais evidente quando as atividades de mineração alcançam territórios indígenas. Evidências mostram o crescimento da participação de localidades indígenas e de mineração no conjunto dos casos registrados na Amazônia brasileira, indicando mudanças no perfil territorial da doença. Na Terra Indígena Yanomami, estudos relacionam a expansão garimpeira ao agravamento da situação epidemiológica e apontam dificuldades para dimensionar adequadamente os casos. Esses resultados demonstram que os fatores ambientais precisam ser examinados juntamente com as condições sociais, econômicas e territoriais que influenciam a exposição das populações e seu acesso à assistência (Castro; Peterka, 2023; Martins-Filho *et al.*, 2024; Castro *et al.*, 2025).

A multiplicidade de fatores associados à transmissão também foi observada em análise espaço-temporal da Amazônia brasileira, na qual atividades agrícolas, ocupações ao ar livre, deslocamentos populacionais e desmatamento acumulado apresentaram relações distintas com o recrudescimento da malária entre estados. Os resultados mostram que fatores associados ao aumento dos casos em determinada área podem não apresentar o mesmo comportamento em outra. Essa diversidade reforça a importância de interpretar a cheia e a seca como componentes de um sistema mais amplo de determinação da doença, considerando as relações entre ambiente, atividades humanas e organização das medidas de prevenção (Ayala; Bastos; Villela, 2022).

As evidências produzidas em outras áreas da Amazônia ampliam essa compreensão. Na Amazônia equatoriana, Navas *et al.* (2024) investigaram conjuntamente clima e alterações no uso e na cobertura da terra, enquanto Saavedra-Samillán *et al.* (2024) examinaram a distribuição da malária e suas relações climáticas em Condorcanqui, no Peru. Heitmann *et al.* (2026), também na Amazônia peruana, identificaram associações defasadas entre condições meteorológicas e incidência de malária por Plasmodium vivax. A aproximação desses estudos permite discutir semelhanças e diferenças entre territórios, preservando os limites de comparação relacionados às populações, aos ambientes e aos métodos empregados (Navas *et al.*, 2024; Saavedra-Samillán *et al.*, 2024; Heitmann *et al.*, 2026).

Nesse contexto, compreender a sazonalidade possui implicações para a vigilância e o controle da doença. A identificação de padrões temporais e ambientais pode contribuir para reconhecer localidades e períodos de maior vulnerabilidade, permitindo direcionar ações conforme as características epidemiológicas dos territórios. A literatura demonstra que intervenções voltadas a municípios responsáveis por elevada proporção da transmissão podem produzir efeitos favoráveis sobre os indicadores de malária. Entretanto, os resultados dessas iniciativas também precisam ser considerados na interpretação das séries históricas, pois mudanças nos casos podem decorrer da combinação entre condições ambientais e medidas de controle implementadas (Garcia *et al.*, 2023).

A qualidade e a oportunidade das informações epidemiológicas constituem outro aspecto importante dessa análise. Atrasos na notificação podem afetar a estimativa de casos em períodos recentes e dificultar o reconhecimento oportuno de mudanças na

transmissão. Ayala *et al.* (2023) identificaram diferenças temporais e territoriais nos prazos de registro, enquanto Garcia, Rodovalho e Siqueira (2024) discutem possibilidades de aprimoramento por meio de módulos digitais. Essas contribuições indicam que a análise das relações entre cheia, seca e malária deve considerar as características dos sistemas de informação, evitando atribuir exclusivamente ao ambiente alterações que também podem refletir diferenças na detecção e no registro dos casos (Ayala *et al.*, 2023; Garcia; Rodovalho; Siqueira, 2024).

Para os serviços de saúde, a interpretação contextualizada torna-se especialmente relevante diante das distâncias e desigualdades existentes na Amazônia. O avanço rumo à eliminação não ocorre de maneira uniforme, e persistem desafios relacionados às populações vulneráveis e às transformações ambientais. A discussão sobre mudanças climáticas e medicina tropical também destaca a necessidade de ampliar a integração entre conhecimento científico, vigilância e planejamento. Consequentemente, compreender a influência dos períodos hidrológicos exige considerar simultaneamente as características epidemiológicas, ambientais e territoriais das localidades nas quais a transmissão permanece ativa (Almeida-Val *et al.*, 2026).

Diante dessas evidências, a relação entre períodos de cheia e seca e ocorrência da malária constitui fenômeno complexo, marcado por variações territoriais, efeitos temporais defasados e interação com fatores ambientais e sociais. Estudos sobre distribuição temporal no Amazonas e caracterização de habitats larvais mostram a importância de aproximar diferentes escalas de observação. Entretanto, seus resultados encontram-se distribuídos entre localidades, períodos e delineamentos distintos, justificando sua

análise integrada. Com base nessa problemática, estabeleceu-se a seguinte questão norteadora: de que maneira os períodos de cheia e seca influenciam a ocorrência da malária na Amazônia, segundo as evidências disponíveis na literatura científica? (Fonseca; Martinez; Filizola Junior, 2023; Santos *et al.*, 2024).

A realização desta revisão justifica-se pela necessidade de reunir e sistematizar evidências recentes acerca da relação entre dinâmica hidrológica e ocorrência da malária. A análise considera as diferenças entre cheia, seca e períodos de transição, assim como a participação da precipitação, dos níveis dos rios, da temperatura e das particularidades territoriais. Essa abordagem pode contribuir para a formação e a atuação dos profissionais de saúde, favorecendo uma compreensão contextualizada do processo saúde-doença e oferecendo subsídios à discussão de estratégias de vigilância, prevenção e controle adequadas às diversas realidades amazônicas (Valiati; Rice; Villela, 2024; Arisco *et al.*, 2025).

Este estudo teve como objetivo analisar as evidências científicas sobre a influência dos períodos de cheia e seca na ocorrência da malária na Amazônia. Especificamente, buscou identificar os principais fatores ambientais e hidrológicos relacionados à doença, descrever as relações entre os períodos do ciclo das águas e sua sazonalidade e sintetizar as implicações dessas associações para as ações de prevenção e controle. A delimitação articula os componentes hidrológicos, climáticos e epidemiológicos discutidos pela literatura, considerando a heterogeneidade das respostas observadas nos diferentes territórios amazônicos (Fonseca *et al.*, 2022; Valiati; Rice; Villela, 2024; Arisco *et al.*, 2025).

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Determinantes Ambientais e Territoriais da Malária na Amazônia

A ocorrência da malária na Amazônia está inserida em um cenário de elevada complexidade ambiental, no qual condições climáticas, hidrológicas, ecológicas e sociais interagem na determinação do risco de transmissão. A extensa rede hidrográfica, as temperaturas elevadas, os diferentes regimes de precipitação e a diversidade de ambientes terrestres e aquáticos contribuem para comportamentos epidemiológicos distintos entre estados, municípios e comunidades. Por essa razão, compreender a doença exige considerar simultaneamente as características naturais, as formas de ocupação humana e as condições de acesso às ações de prevenção, diagnóstico e tratamento, reconhecendo que esses componentes apresentam diferentes combinações no território amazônico (Ayala; Bastos; Villela, 2022).

As transformações da paisagem também participam dessa dinâmica. Gonzalez Daza *et al*. (2023) analisam as relações entre risco de malária, uso e cobertura da terra e diversidade biológica, demonstrando a necessidade de examinar a configuração ambiental para além da presença ou ausência de floresta. Assim, localidades sob condições climáticas semelhantes podem apresentar situações epidemiológicas distintas conforme a organização da paisagem e sua ocupação. A interpretação da influência da cheia e da seca deve, portanto, incorporar as condições em que esses fenômenos acontecem, considerando que os ciclos hidrológicos se sobrepõem a territórios com diferentes graus de transformação ambiental (Gonzalez Daza *et al*., 2023).

Arisco *et al.* (2024) aprofundam essa discussão ao relacionarem mudanças ecológicas ao risco de malária na Amazônia brasileira. Os autores identificam associações entre desmatamento e ocorrência posterior de casos, com diferenças entre estados e contextos territoriais. Esses resultados indicam que alterações na cobertura vegetal podem modificar as relações entre exposição humana e ambiente, mas seus efeitos não devem ser interpretados como uniformes. Para a análise da sazonalidade, essa contribuição é relevante porque mostra que as respostas às condições meteorológicas e hidrológicas também podem ser influenciadas pelas mudanças ambientais acumuladas e pelos processos de ocupação em curso (Arisco *et al.*, 2024).

Na Amazônia equatoriana, Navas *et al.* (2024) investigaram conjuntamente as condições climáticas e as mudanças no uso e na cobertura da terra, aproximando fatores que frequentemente são analisados separadamente. Essa abordagem permite compreender que a distribuição dos casos resulta de relações entre diferentes componentes ambientais, cujos efeitos podem ocorrer após intervalos específicos. A comparação com estudos brasileiros amplia a discussão sobre a diversidade amazônica, mas exige atenção às diferenças entre populações, sistemas de informação, períodos de observação e condições ecológicas. Desse modo, resultados de um território devem ser utilizados como referência comparativa, preservando seus limites de aplicação (Navas *et al.*, 2024).

A trajetória epidemiológica brasileira também evidencia a necessidade dessa leitura contextualizada. Garcia *et al.* (2024) descrevem avanços na redução dos casos, acompanhados da persistência de desafios relacionados às infecções por Plasmodium falciparum, às populações indígenas e às áreas de mineração.

Portanto, a diminuição do total de registros não representa necessariamente redução equivalente em todos os grupos e localidades. Na investigação da influência hidrológica, essa heterogeneidade recomenda considerar mudanças no perfil territorial da doença, evitando que tendências gerais ocultem áreas com transmissão persistente ou crescimento dos casos em períodos específicos (Garcia *et al.*, 2024).

2.2. Dinâmica Hidrológica, Sazonalidade e Defasagens Temporais

Os ciclos de cheia e seca constituem elementos estruturantes da dinâmica ambiental amazônica. A elevação e a redução das águas modificam margens, lagos, igarapés e áreas inundáveis, alterando a distribuição dos ambientes aquáticos ao longo do ano. Entretanto, precipitação e nível dos rios representam variáveis relacionadas, mas distintas, cujos máximos podem ocorrer em momentos diferentes. Fonseca *et al.* (2022) demonstram que a interpretação da malária deve considerar essa organização hidrológica, uma vez que municípios situados em diferentes posições da bacia e próximos a rios com características distintas podem apresentar respostas epidemiológicas próprias (Fonseca *et al.*, 2022).

A influência dessas variáveis não se restringe à coincidência entre chuvas, elevação dos rios e número de casos. Alterações ambientais podem produzir repercussões posteriores, de maneira que a exposição observada em determinado mês se relacione à incidência em outro período. Essa defasagem limita interpretações baseadas exclusivamente na comparação simultânea entre os registros ambientais e epidemiológicos. Assim, reconhecer os intervalos entre mudanças hidrológicas e ocorrência da doença é importante para compreender por que o aumento da transmissão pode aparecer

após a estação chuvosa, durante a vazante ou em momentos de transição, dependendo da localidade investigada (Fonseca *et al.*, 2022).

As características das águas acrescentam outra dimensão à análise. Fonseca *et al.* (2023) investigaram a relação entre diferentes colorações dos rios e a incidência de malária em municípios do Amazonas. O estudo mostra a pertinência de incorporar propriedades dos sistemas fluviais à interpretação epidemiológica, em vez de tratar todos os ambientes aquáticos como equivalentes. Essa perspectiva amplia a discussão sobre cheia e seca ao reconhecer que a variação do nível dos rios acontece em sistemas com características próprias, as quais podem participar da diferenciação espacial da doença e da organização de seus padrões temporais (Fonseca *et al.*, 2023).

Na análise da distribuição temporal e espacial da malária no Amazonas entre 2003 e 2019, Fonseca, Martinez e Filizola Junior (2023) identificaram redução do risco em grande parte dos municípios, acompanhada da persistência de áreas com elevada carga da doença. A sazonalidade apresentou maior intensidade na região sudoeste, com valores mais elevados entre maio e agosto. Esses resultados demonstram que a distribuição dos casos varia dentro do próprio estado e que a interpretação de um calendário sazonal deve considerar a localização dos municípios, o período analisado e as mudanças epidemiológicas ocorridas ao longo dos anos (Fonseca; Martinez; Filizola Junior, 2023).

Em escala regional, Valiati, Rice e Villela (2024) identificaram padrões sazonais marcantes no Amazonas e no Amapá, enquanto outros estados apresentaram comportamentos diferentes ou mudanças ao

longo da série estudada. A associação com precipitação e temperatura reforça a importância do clima, sem estabelecer uma resposta única para toda a Amazônia. Desse modo, o reconhecimento da sazonalidade depende tanto da existência de oscilações recorrentes quanto da identificação de sua estabilidade temporal. Essa distinção é necessária para avaliar se padrões históricos continuam úteis ao planejamento diante de alterações ambientais e epidemiológicas recentes (Valiati; Rice; Villela, 2024).

Na Amazônia peruana, Heitmann *et al.* (2026) identificaram associações defasadas entre condições meteorológicas e incidência de malária por Plasmodium vivax, com diferenças entre comunidades próximas a rios e rodovias. Saavedra-Samillán *et al.* (2024), em Condorcanqui, também observaram relações entre variáveis climáticas e ocorrência da doença. A aproximação desses resultados reforça a importância das características locais e dos intervalos temporais de análise. Entretanto, as diferenças entre desenhos de estudo e contextos investigados impedem estabelecer um único período de defasagem aplicável a toda a região amazônica (Saavedra-Samillán *et al.*, 2024; Heitmann *et al.*, 2026).

2.3. Ecologia Vetorial e Disponibilidade de Ambientes Aquáticos

A influência dos ciclos hidrológicos sobre a malária envolve a ecologia dos mosquitos vetores, cuja participação na transmissão varia conforme a espécie e as condições ambientais. Zimmerman *et al.* (2022) demonstraram diferenças de capacidade vetorial entre comunidades próximas, estações do ano, espécies de anofelinos e parasitos. Algumas espécies apresentaram maior capacidade vetorial na estação seca, enquanto outras tiveram valores superiores em períodos chuvosos. Esses resultados mostram que a relação

entre sazonalidade e transmissão precisa considerar a composição vetorial local, evitando pressupor que todas as espécies respondam da mesma maneira às variações do ambiente (Zimmerman *et al.*, 2022).

Em Porto Velho, Meireles *et al.* (2022) identificaram 2.962 anofelinos, com predomínio de Anopheles darlingi, e diferenças entre os ambientes urbanos e periurbanos investigados. Os resultados relativos à diversidade variaram conforme os indicadores empregados, enquanto a abundância não apresentou diferença sazonal significativa no modelo ajustado. Essa distinção é relevante porque abundância, diversidade e composição das assembleias representam dimensões diferentes. Portanto, observar maior número de mosquitos em determinada coleta não significa, isoladamente, comprovar um padrão sazonal consistente nem uma elevação proporcional do risco de transmissão para a população (Meireles *et al.*, 2022).

Santos *et al.* (2024), ao caracterizarem habitats larvais na Amazônia Ocidental brasileira, identificaram diferenças entre ambientes aquáticos e maior abundância de formas imaturas durante a transição entre os períodos chuvoso e seco. O estudo também observou defasagens entre os picos de precipitação, nível do rio Madeira e abundância de larvas de Anopheles darlingi. Esses achados contribuem para compreender os mecanismos que podem conectar a dinâmica hidrológica à presença dos vetores, mostrando que o momento de maior disponibilidade de habitats favoráveis não precisa coincidir com o máximo de chuva ou de elevação fluvial (Santos *et al.*, 2024).

A interpretação da sazonalidade também depende da identificação das infecções humanas. Guzmán-Guzmán *et al.* (2025), em uma comunidade amazônica peruana, observaram que infecções detectadas por microscopia apresentavam comportamento sazonal, enquanto infecções submicroscópicas permaneciam ao longo do ano. Esse resultado evidencia que os padrões observados podem variar conforme o método diagnóstico e a parcela das infecções identificada pela vigilância. Assim, a ausência de aumento nos registros convencionais não permite concluir, necessariamente, que a circulação dos parasitos tenha sido interrompida durante determinada fase do ciclo ambiental (Guzmán-Guzmán *et al.*, 2025).

Em conjunto, essas pesquisas indicam que a análise ambiental precisa conectar a disponibilidade de habitats, a dinâmica das populações vetoriais e as características das infecções humanas. A presença de água constitui apenas uma parte dessa relação, pois diferentes espécies e estágios de desenvolvimento podem responder de forma particular às condições locais. Consequentemente, a interpretação dos períodos de maior risco deve combinar informações entomológicas e epidemiológicas, reconhecendo que alterações na abundância de larvas, na capacidade vetorial e na detecção de infecções representam processos relacionados, mas não equivalentes (Zimmerman *et al.*, 2022; Santos *et al.*, 2024; Guzmán-Guzmán *et al.*, 2025).

2.4. Eventos Extremos e Mudanças nas Condições de Transmissão

Os eventos extremos acrescentam complexidade à relação entre hidrologia e malária. Espinoza *et al.* (2024) caracterizaram a seca e o aquecimento excepcionais observados na Amazônia em 2023,

relacionando-os a condições atmosféricas e oceânicas de grande escala. A pesquisa documenta alterações relevantes no regime ambiental, mas não constitui, por si só, uma avaliação dos efeitos desse episódio sobre a incidência de malária. Sua contribuição para o tema está na caracterização do contexto hidrológico e climático, necessário para interpretar as condições às quais as populações e os ambientes vetoriais estiveram submetidos (Espinoza *et al.*, 2024).

Arisco *et al.* (2025), em análise abrangendo mais de cinco milhões de registros de malária, investigaram associações com temperatura, precipitação e eventos El Niño e La Niña. Os autores identificaram diferenças entre estados e intervalos de defasagem, evidenciando elevada heterogeneidade espacial e temporal. Esses resultados mostram que eventos climáticos não produzem efeitos epidemiológicos obrigatoriamente iguais em toda a Amazônia. Portanto, interpretações que relacionem automaticamente seca extrema ao aumento dos casos, ou chuva intensa à redução da transmissão, precisam ser substituídas por análises que considerem o contexto territorial e a resposta observada em cada área (Arisco *et al.*, 2025).

Almeida-Val *et al.* (2026) situam as mudanças climáticas entre os desafios para a medicina tropical na Amazônia e discutem lacunas de conhecimento e prioridades de investigação. Essa perspectiva reforça a necessidade de aproximar informações ambientais, epidemiológicas e assistenciais, especialmente quando os eventos extremos alteram condições previamente utilizadas para o planejamento. No caso da malária, essa integração pode favorecer a formulação de hipóteses sobre mudanças na transmissão e orientar pesquisas locais. Entretanto, a atribuição dos efeitos deve considerar a participação simultânea de fatores ambientais, sociais e

relacionados à capacidade de resposta dos serviços (Almeida-Val *et al.*, 2026).

A comparação de estudos da Amazônia brasileira e peruana também indica que os efeitos climáticos dependem das condições ambientais e populacionais consideradas. Associações observadas em determinadas comunidades ou estados não devem ser transferidas diretamente para outros territórios, pois podem variar em intensidade, direção e duração. Essa constatação torna especialmente importante distinguir eventos extremos de oscilações sazonais habituais: ambos modificam o ambiente, mas não representam exposições equivalentes nem produzem necessariamente os mesmos resultados epidemiológicos. A interpretação exige observar o período, a intensidade do evento e as características locais de transmissão (Arisco *et al.*, 2025; Heitmann *et al.*, 2026).

2.5. Mineração, Vulnerabilidade e Transformações da Paisagem

A mineração constitui um componente importante da relação entre alteração ambiental e malária. Amaral *et al.* (2024) discutem como o desmatamento, a mobilidade dos trabalhadores e as dificuldades de acesso ao diagnóstico e ao tratamento participam da manutenção da doença em áreas de atividade mineradora. A transformação do espaço e a circulação de pessoas introduzem condições adicionais à interpretação da sazonalidade. Dessa maneira, aumentos de casos em determinados períodos podem estar relacionados à combinação de mudanças ambientais e processos sociais, tornando insuficiente uma explicação baseada apenas no volume de chuvas ou na variação do nível dos rios (Amaral *et al.*, 2024).

Castro e Peterka (2023) destacam a importância crescente das áreas indígenas e de mineração artesanal na distribuição da malária na Amazônia brasileira. Essa mudança no perfil territorial da doença evidencia que tendências regionais podem ocultar agravamentos em grupos específicos. Para analisar os ciclos hidrológicos, é necessário reconhecer que as populações não estão igualmente expostas nem dispõem das mesmas condições de proteção e assistência. Assim, os efeitos das variações ambientais devem ser interpretados em relação às condições de ocupação, à mobilidade e à capacidade de manutenção das ações de saúde nesses territórios (Castro; Peterka, 2023).

Martins-Filho *et al.* (2024) identificaram associação entre a expansão do garimpo ilegal e o aumento de casos e mortes por malária no território Yanomami. Por se tratar de análise ecológica, os resultados expressam relações observadas em escala populacional, sem permitir atribuir isoladamente cada ocorrência a uma exposição específica. Ainda assim, o estudo reforça a relevância de considerar as transformações territoriais ao interpretar mudanças epidemiológicas. Essa contribuição também impede que oscilações na incidência sejam atribuídas exclusivamente ao clima quando acontecem em contextos de intensa alteração ambiental e vulnerabilidade social (Martins-Filho *et al.*, 2024).

Castro *et al.* (2025) aprofundam a análise da mineração e da malária na Terra Indígena Yanomami, incorporando a discussão sobre subnotificação e dificuldades de funcionamento dos serviços de saúde. A pesquisa evidencia que a interpretação dos registros precisa considerar tanto os determinantes da transmissão quanto as condições de detecção dos casos. Em áreas vulneráveis, uma redução aparente pode refletir limitações assistenciais, enquanto o

aumento das notificações pode acompanhar a ampliação do acesso ao diagnóstico. Portanto, a análise ambiental deve ser articulada à avaliação da disponibilidade e da continuidade dos serviços nos períodos estudados (Castro *et al.*, 2025).

2.6. Vigilância Epidemiológica e Planejamento das Ações de Controle

A qualidade da informação epidemiológica constitui elemento central para reconhecer variações temporais da malária. Ayala *et al.* (2023), ao analisarem 1.580.617 notificações na Amazônia brasileira, identificaram atrasos entre a ocorrência dos casos e sua entrada no sistema de vigilância. Os padrões diferiram entre estados e apresentaram implicações especialmente para avaliações de curto prazo. Assim, a comparação entre mudanças ambientais recentes e registros epidemiológicos ainda incompletos pode produzir interpretações equivocadas, tornando necessário considerar a oportunidade da notificação antes de concluir que houve aumento, redução ou deslocamento dos períodos de maior transmissão (Ayala *et al.*, 2023).

Garcia, Rodovalho e Siqueira (2024) discutem a utilização de módulos digitais para aprimorar a velocidade da notificação e o acompanhamento dos casos na Amazônia brasileira. Essa contribuição aproxima a organização da informação das necessidades de resposta dos serviços. Entretanto, a adoção de recursos tecnológicos precisa ser compreendida como possibilidade de aprimoramento, cuja aplicação depende das condições operacionais dos territórios. Para a investigação da sazonalidade, informações mais oportunas podem favorecer o acompanhamento das tendências recentes e a avaliação de mudanças, desde que

sejam consideradas a cobertura do sistema e a continuidade dos registros (Garcia; Rodovalho; Siqueira, 2024).

Além da informação, a organização das intervenções participa da evolução dos indicadores. Garcia *et al.* (2023), ao avaliarem o projeto de apoiadores municipais para o controle da malária, identificaram redução da Incidência Parasitária Anual nas localidades que receberam a intervenção em comparação com o grupo de controle. O estudo mostra que ações direcionadas a municípios de elevada endemicidade podem modificar a trajetória da doença. Consequentemente, análises sobre influência hidrológica devem considerar a implementação dessas medidas, pois mudanças nos casos podem decorrer simultaneamente de variações ambientais e do fortalecimento das estratégias de enfrentamento (Garcia *et al.*, 2023).

O conhecimento da sazonalidade pode contribuir para orientar o momento de intensificação das ações, mas sua utilização exige observar a escala territorial. Padrões identificados para um estado não devem ser aplicados automaticamente a todos os municípios, assim como resultados municipais podem não representar cada comunidade. A análise histórica do Amazonas demonstra diferenças internas relevantes, enquanto os estudos regionais apontam variações entre estados e ao longo do tempo. Desse modo, o planejamento precisa combinar informações atualizadas com a avaliação da persistência dos padrões anteriormente reconhecidos, especialmente em áreas submetidas a mudanças ambientais ou epidemiológicas importantes (Fonseca; Martinez; Filizola Junior, 2023; Valiati; Rice; Villela, 2024).

No campo da assistência e da Enfermagem, essas evidências oferecem subsídios para discutir a organização das equipes, o acompanhamento dos casos e a comunicação com a vigilância. Essa aplicação constitui uma implicação para o planejamento dos serviços, sem representar demonstração específica de eficácia de intervenções de enfermagem nos estudos citados. Em territórios endêmicos, reconhecer atrasos de registro e dificuldades de acompanhamento pode ajudar a identificar etapas que necessitam de aprimoramento. A integração entre informação epidemiológica e organização territorial favorece uma leitura mais consistente das necessidades assistenciais e das possibilidades de resposta às mudanças observadas (Ayala *et al.*, 2023; Garcia; Rodovalho; Siqueira, 2024).

A articulação entre vigilância, conhecimento ambiental e intervenções territoriais permite interpretar a cheia e a seca como componentes de um sistema mais amplo de transmissão. O enfrentamento da malária requer considerar tanto os padrões recorrentes quanto as alterações produzidas por atividades humanas, eventos extremos e mudanças no acesso à assistência. Essa perspectiva oferece fundamento para estratégias sensíveis às particularidades amazônicas e evita atribuir a uma única variável a responsabilidade pelas oscilações dos casos. Também reforça a necessidade de acompanhar os resultados das ações de controle e atualizar a compreensão dos riscos conforme o território se transforma (Almeida-Val *et al.*, 2026; Garcia *et al.*, 2023).

3. METODOLOGIA

Trata-se de uma pesquisa bibliográfica, de caráter descritivo e abordagem qualitativa, desenvolvida por meio de revisão da

literatura sobre a influência dos períodos de cheia e seca na ocorrência da malária na Amazônia. A organização dos procedimentos considerou a articulação entre o problema investigado, os objetivos, a seleção das fontes e a análise das informações, conforme as orientações metodológicas discutidas por Braga (2026).

A busca da literatura foi realizada na Scientific Electronic Library Online (SciELO), no Google Acadêmico e no PubMed, utilizando palavras-chave relacionadas à malária; Amazônia; cheia; seca; sazonalidade e dinâmica hidrológica; Foram selecionados 25 estudos publicados entre 2022 e 2026; considerando sua contribuição para a compreensão das relações entre condições ambientais; transmissão da doença e estratégias de vigilância e controle.

Os estudos foram submetidos à leitura e à análise descritiva e interpretativa, com organização das informações em eixos temáticos: determinantes ambientais e territoriais; dinâmica hidrológica e sazonalidade; ecologia vetorial; eventos extremos; transformações da paisagem; e vigilância epidemiológica. A síntese considerou as convergências, diferenças e limitações das publicações, respeitando as particularidades dos territórios e dos períodos investigados.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os agentes causadores da malária são protozoários do gênero *Plasmodium*, que inclui espécies como *Plasmodium falciparum*, *Plasmodium vivax* e *Plasmodium malariae*, entre outras. A transmissão vetorial ocorre pela picada de fêmeas infectadas de mosquitos do gênero *Anopheles*, conhecidos popularmente como

mosquitos-prego. Portanto, parasito e vetor desempenham funções distintas na transmissão: enquanto o primeiro provoca a infecção, o segundo possibilita sua passagem entre hospedeiros. Na Amazônia, a participação das espécies vetoras varia conforme as condições ambientais, a localidade e o período do ano, elementos fundamentais para compreender a influência da cheia e da seca sobre a ocorrência da doença (Zimmerman *et al.*, 2022).

As publicações reunidas apresentam resultados que afastam uma associação uniforme entre maior volume de água e maior ocorrência de malária. Os estudos hidrológicos identificam efeitos defasados; as investigações entomológicas mostram diferenças entre espécies e habitats; e os trabalhos epidemiológicos destacam a participação das transformações territoriais e das condições de vigilância. O Quadro 1 apresenta as 25 publicações e explicita como cada uma contribui para compreender essas relações, distinguindo evidências diretamente relacionadas à sazonalidade de contribuições sobre seus condicionantes ambientais e assistenciais.

Quadro 1. Literatura para a compreensão da influência da cheia e da seca na ocorrência da malária na Amazônia

Publicação	Principais resultados ou enfoque	Contribuição para a revisão
Almeida-Val *et al.* (2026)	Discute mudanças climáticas, medicina tropical, lacunas de conhecimento e prioridades de pesquisa.	Contextualiza a necessidade de integrar informações ambientais e sanitárias no enfrentamento das doenças amazônicas.
Amaral *et al.* (2024)	Relaciona mineração, alterações ambientais,	Explica fatores que podem modificar a transmissão

	mobilidade humana e dificuldades de assistência.	independentemente das oscilações hidrológicas.
Arisco *et al.* (2024)	Identifica associação entre mudanças ecológicas, particularmente desmatamento, e ocorrência posterior de malária.	Fundamenta a discussão sobre paisagem transformada e diferenças territoriais nas respostas epidemiológicas.
Arisco *et al.* (2025)	Demonstra associações entre condições meteorológicas, eventos ENSO e malária, com diferenças espaciais e temporais.	Oferece evidência direta sobre clima, eventos extremos e defasagens na ocorrência dos casos.
Ayala, Bastos e Villela (2022)	Identifica diferentes fatores associados ao recrudescimento da doença entre estados.	Evita atribuir exclusivamente à cheia ou à seca mudanças produzidas por múltiplos determinantes.
Ayala *et al.* (2023)	Identifica atrasos e diferenças territoriais na notificação dos casos.	Apoia a interpretação crítica das séries temporais e das aparentes mudanças recentes na incidência.
Castro *et al.* (2025)	Relaciona expansão da mineração, aumento de casos e problemas de subnotificação.	Integra transformação territorial e capacidade de detecção à discussão ambiental.
Castro e Peterka (2023)	Destaca o crescimento da importância epidemiológica das áreas indígenas e de mineração.	Evidencia que tendências regionais podem ocultar agravamentos em populações específicas.
Espinoza *et al.* (2024)	Caracteriza a seca e o aquecimento excepcionais de 2023 e seus condicionantes climáticos.	Fundamenta o contexto hidrológico dos eventos extremos, sem demonstrar diretamente

		seus efeitos sobre a malária.
Fonseca *et al.* (2022)	Identifica relações entre precipitação, níveis fluviais e incidência, incluindo efeitos defasados.	Constitui referência central para discutir a dinâmica das águas e sua expressão epidemiológica local.
Fonseca *et al.* (2023)	Investiga a relação entre tipos de águas fluviais e incidência da doença.	Acrescenta características dos sistemas aquáticos à interpretação das diferenças entre municípios.
Fonseca, Martinez e Filizola Junior (2023)	Identifica mudanças na distribuição do risco e sazonalidade mais intensa no sudoeste amazonense.	Demonstra diferenças temporais e espaciais dentro de um mesmo estado.
Garcia *et al.* (2023)	Identifica redução da Incidência Parasitária Anual associada à intervenção municipal avaliada.	Mostra que medidas de controle também modificam as séries epidemiológicas.
Garcia *et al.* (2024)	Aponta redução geral dos casos e persistência de desafios em territórios e populações específicos.	Contextualiza a sazonalidade na trajetória da eliminação e na heterogeneidade da transmissão.
Garcia, Rodovalho e Siqueira (2024)	Discute módulos digitais para aprimorar notificação e acompanhamento.	Sustenta a discussão sobre oportunidade da informação e resposta dos serviços.
Gonzalez Daza *et al.* (2023)	Examina interações entre uso e cobertura da terra, biodiversidade e risco.	Explica por que condições climáticas semelhantes podem acompanhar diferentes situações epidemiológicas.

Guzmán-Guzmán *et al.* (2025)	Identifica diferenças entre a sazonalidade das infecções microscópicas e a persistência das submicroscópicas.	Demonstra que o padrão observado depende também da capacidade diagnóstica e da detecção de infecções.
Heitmann *et al.* (2026)	Identifica associações defasadas com temperatura e precipitação em comunidades peruanas.	Amplia a compreensão dos intervalos entre exposição meteorológica e ocorrência da doença.
Martins-Filho *et al.* (2024)	Identifica associação ecológica entre expansão do garimpo e agravamento dos indicadores.	Reforça a necessidade de considerar determinantes territoriais na interpretação dos casos e mortes.
Meireles *et al.* (2022)	Mostra diferenças entomológicas entre ambientes e indicadores, sem diferença sazonal significativa na abundância ajustada.	Qualifica a interpretação das relações entre estações, diversidade e presença vetorial.
Navas *et al.* (2024)	Investiga conjuntamente clima, mudanças da paisagem e ocorrência de malária.	Permite comparar determinantes ambientais em outra porção da Amazônia.
Saavedra-Samillán *et al.* (2024)	Identifica variações da incidência e correlações com variáveis climáticas em Condorcanqui.	Acrescenta evidências sobre clima, desigualdades territoriais e continuidade do controle.
Santos *et al.* (2024)	Identifica diferenças entre habitats e defasagens entre condições hidrológicas e abundância larval.	Aproxima a dinâmica das águas dos mecanismos ecológicos relacionados aos vetores.

Valiati, Rice e Villela (2024)	Demonstra padrões sazonais heterogêneos e relações com precipitação e temperatura.	Sustenta a comparação entre estados e a necessidade de interpretação local da sazonalidade.
Zimmerman *et al.* (2022)	Identifica variações de capacidade vetorial conforme comunidade, espécie, estação e parasito.	Explica por que o período de maior risco pode diferir segundo os vetores envolvidos.

Fonte: elaboração própria

O quadro 1 evidencia que a influência das águas se manifesta em diferentes etapas da transmissão. Enquanto Fonseca *et al.* (2022) relacionam cenários hidrológicos à incidência, Santos *et al.* (2024) investigam habitats larvais e Zimmerman *et al.* (2022) examinam capacidade vetorial. Esses resultados são complementares, mas representam desfechos distintos: maior abundância de larvas não equivale automaticamente a mais infecções humanas, assim como mudanças na incidência não podem ser explicadas apenas pela presença de mosquitos. A discussão exige conectar essas etapas sem tratá-las como medidas equivalentes.

4.1. A Dinâmica das Águas Como Componente da Transmissão

A disponibilidade de água participa da formação e manutenção dos ambientes utilizados pelos vetores, mas o comportamento hidrológico não se resume ao volume de precipitação. Fonseca *et al.* (2022) identificaram respostas distintas entre municípios próximos a rios com diferentes características, incluindo efeitos posteriores às alterações ambientais. Fonseca *et al.* (2023), ao investigarem a coloração das águas, acrescentam que propriedades dos sistemas fluviais também precisam ser consideradas. A aproximação desses

estudos indica que chuva, nível dos rios e características das águas representam componentes relacionados, cuja influência depende da configuração local.

Essa relação encontra sustentação entomológica em Santos *et al.* (2024), que acompanharam 21 coleções hídricas permanentes durante 14 meses em Porto Velho e coletaram 60.927 anofelinos imaturos. A maior abundância ocorreu na transição entre os períodos chuvoso e seco. Os autores identificaram intervalos de quatro e cinco meses entre os picos de precipitação e nível do rio Madeira, respectivamente, e a maior abundância de larvas de *Anopheles darlingi*. Esses intervalos se referem ao desfecho larval observado e não devem ser interpretados diretamente como defasagens da incidência humana.

Heitmann *et al.* (2026), em 136 comunidades da Amazônia peruana, encontraram associações entre incidência de malária por *P. vivax* e condições meteorológicas observadas semanas antes. As defasagens de maior associação envolveram sete semanas para temperatura mínima, nove para temperatura máxima e onze para precipitação. Em Condorcanqui, Saavedra-Samillán *et al.* (2024) também identificaram correlações com variáveis climáticas, incluindo precipitação defasada. Esses resultados convergem quanto à importância do tempo transcorrido entre exposição e adoecimento, embora diferenças metodológicas impeçam estabelecer um intervalo único para todos os territórios.

A compreensão dessas defasagens modifica a interpretação dos picos de transmissão. Um aumento observado durante a vazante pode estar relacionado a condições produzidas anteriormente, enquanto o mesmo mês pode representar fases hidrológicas

diferentes em municípios distintos. Portanto, comparar calendários exige identificar a posição de cada localidade no ciclo das águas. Essa leitura é compatível com as diferenças espaciais descritas para o Amazonas e com a heterogeneidade sazonal observada entre estados, demonstrando que o significado epidemiológico de determinado período depende de seu contexto ambiental.

4.2. Cheia ou Seca: Em Qual Período Ocorre Maior Risco?

As evidências não estabelecem que a cheia ou a seca represente, universalmente, o período de maior risco. Zimmerman *et al.* (2022) identificaram maior capacidade vetorial de algumas espécies na estação seca, enquanto outras apresentaram valores superiores na estação chuvosa. Em contraste, Meireles *et al.* (2022) não encontraram diferença sazonal significativa na abundância de anofelinos no modelo ajustado, embora tenham observado variações em indicadores de diversidade. Essa diferença mostra que estação do ano, abundância e capacidade de transmissão não mantêm uma relação obrigatoriamente uniforme.

No Amazonas, Fonseca, Martinez e Filizola Junior (2023) identificaram sazonalidade mais intensa no sudoeste, com valores elevados principalmente entre maio e agosto. Valiati, Rice e Villela (2024), por sua vez, observaram padrões marcantes no Amazonas e no Amapá, mas comportamentos diferentes em outros estados e períodos. Esses resultados se complementam ao demonstrar que o risco precisa ser localizado territorialmente. Um calendário regional pode orientar uma primeira aproximação, mas não substitui a identificação dos períodos de maior ocorrência em cada município ou comunidade.

Arisco *et al.* (2025), com 5.381.105 registros entre 2003 e 2022, identificaram associações entre risco de malária, temperatura e precipitação, variáveis conforme estado e defasagem. O estudo também encontrou efeitos heterogêneos dos eventos El Niño e La Niña. Esses resultados afastam a interpretação de que eventos secos ou chuvosos necessariamente elevem os casos em toda a região. A direção e a intensidade das associações dependem das condições meteorológicas consideradas, do intervalo analisado e das características locais de transmissão.

A capacidade diagnóstica acrescenta outra diferença à percepção do risco. Guzmán-Guzmán *et al.* (2025) identificaram, entre 353 participantes de uma comunidade peruana, uma razão de 17 infecções submicroscópicas para cada infecção microscópica. Enquanto as infecções detectadas por microscopia apresentavam sazonalidade, as submicroscópicas permaneciam ao longo do ano. Assim, períodos com menor número de registros convencionais podem continuar apresentando circulação de parasitos. A interpretação da redução sazonal precisa considerar quais infecções são detectadas e quais permanecem fora dos registros habituais.

4.3. Quando a Sazonalidade Encontra uma Paisagem Transformada

A influência hidrológica acontece em territórios submetidos a diferentes processos de transformação. Arisco *et al.* (2024) relacionam mudanças ecológicas ao crescimento posterior dos casos, enquanto Gonzalez Daza *et al.* (2023) destacam interações entre cobertura da terra e biodiversidade. Navas *et al.* (2024), na Amazônia equatoriana, investigam conjuntamente clima e uso da terra. Essas contribuições convergem ao mostrar que a paisagem

participa da configuração do risco; portanto, condições meteorológicas semelhantes podem acompanhar respostas distintas conforme os ambientes e as populações expostas.

A mineração exemplifica essa interação entre alteração ambiental e condições sociais. Amaral *et al*. (2024) descrevem a participação do desmatamento, da mobilidade humana e das dificuldades assistenciais nas áreas mineradoras. Castro e Peterka (2023) destacam o crescimento da importância epidemiológica desses territórios e das áreas indígenas. A leitura conjunta indica que oscilações nos casos podem refletir processos que ultrapassam a sazonalidade, especialmente quando alterações ambientais coincidem com deslocamentos populacionais e dificuldades para manter diagnóstico e tratamento.

No território Yanomami, Martins-Filho *et al*. (2024) identificaram associação ecológica entre expansão do garimpo e aumento de casos e mortes. Castro *et al*. (2025), após considerar as condições meteorológicas em seus modelos, também encontraram associação entre ampliação da mineração e crescimento dos casos, além de problemas de subnotificação. Os estudos reforçam a necessidade de avaliar simultaneamente ambiente e funcionamento dos serviços. Uma redução aparente pode acompanhar dificuldades de detecção, enquanto o aumento dos registros pode refletir tanto transmissão quanto ampliação do acesso ao diagnóstico.

Os extremos climáticos também modificam esse contexto. Espinoza *et al*. (2024) documentaram a seca excepcional de 2023, quando o nível do rio Negro em Manaus atingiu 12,70 metros, o menor registro da série iniciada em 1902. Esse resultado caracteriza a magnitude hidrológica do evento, mas não demonstra diretamente um efeito

sobre a malária. Conforme a discussão de Almeida-Val *et al.* (2026), a integração entre informações climáticas e sanitárias é necessária para investigar repercussões sobre doenças tropicais, distinguindo a documentação do evento ambiental da comprovação de seus desfechos epidemiológicos.

A análise multifatorial de Ayala, Bastos e Villela (2022) oferece uma síntese importante para essa discussão: fatores associados ao recrudescimento apresentaram comportamentos distintos entre estados. Essa heterogeneidade impede atribuir alterações da incidência a uma única exposição ambiental. A interpretação mais consistente considera que cheia, seca e transições interagem com mudanças na paisagem, atividades econômicas, mobilidade e assistência. Desse modo, a sazonalidade pode se modificar quando se transformam as condições territoriais que sustentam a transmissão.

4.4. Implicações para Vigilância, Prevenção e Controle

A identificação dos períodos de maior risco depende da oportunidade da informação. Ayala *et al.* (2023), ao examinarem 1.580.617 notificações, identificaram atrasos de dias ou semanas e diferenças entre estados. Garcia, Rodovalho e Siqueira (2024) discutem módulos digitais como possibilidade de aprimorar esse processo. Os trabalhos se complementam ao mostrar que decisões baseadas em registros recentes precisam considerar sua completude: dados ainda em atualização podem produzir uma impressão inadequada de redução ou deslocamento do pico sazonal.

A organização das intervenções também modifica os indicadores. Garcia *et al*. (2023) identificaram, no modelo de avaliação do projeto de apoiadores municipais, redução anual de 42 casos por mil habitantes na diferença de Incidência Parasitária Anual entre municípios de intervenção e controle. O resultado sustenta a relevância das ações territoriais e demonstra que mudanças epidemiológicas não devem ser atribuídas somente ao clima. Sua interpretação dialoga com Garcia *et al*. (2024), que apontam avanços gerais acompanhados de desafios persistentes em grupos e localidades específicos (Garcia *et al*., 2023).

O uso prospectivo das informações ambientais aparece, assim, como possibilidade de aperfeiçoamento do planejamento. As defasagens identificadas nos estudos sugerem que o acompanhamento de precipitação, níveis fluviais e condições vetoriais pode apoiar a definição de momentos para intensificar vigilância e preparação dos serviços. Essa aplicação, contudo, exige avaliação local, pois relações observadas em um território não estabelecem automaticamente capacidade de previsão em outro. A sazonalidade deve orientar hipóteses operacionais e prioridades, acompanhadas de verificação de seu desempenho nas condições concretas de cada localidade (Valiati; Rice; Villela, 2024; Saavedra-Samillán *et al*., 2024).

A principal implicação para o controle é combinar continuidade assistencial com atenção às mudanças do território. Áreas indígenas, mineradoras e comunidades remotas demandam estratégias que considerem exposição, mobilidade e acesso ao diagnóstico, enquanto as informações climáticas ajudam a contextualizar oscilações e eventos extremos. Essa articulação evita concentrar esforços apenas após o aumento dos registros e permite discutir uma resposta mais sensível às particularidades amazônicas. Sua

efetividade precisa ser acompanhada por indicadores epidemiológicos e operacionais, reconhecendo que a eliminação depende de ações sustentadas em diferentes condições ambientais (Amaral *et al.*, 2024; Castro *et al.*, 2025; Almeida-Val *et al.*, 2026).

5. CONCLUSÃO

A ocorrência da malária na Amazônia resulta da interação entre condições ambientais, hidrológicas e sociais. A precipitação, os níveis dos rios e as características dos ambientes aquáticos influenciam a dinâmica vetorial, com efeitos que podem aparecer após semanas ou meses. As diferenças entre espécies de mosquitos, habitats e formas de detecção das infecções ajudam a explicar a diversidade dos padrões observados.

Não existe um período de maior risco válido para toda a Amazônia. Cheia, seca e transições apresentam relações distintas com a transmissão conforme a localidade, o regime fluvial e o intervalo considerado. Eventos extremos acrescentam mudanças a esse cenário, exigindo acompanhamento específico, sem permitir atribuir automaticamente à seca ou à inundação o aumento dos casos.

desmatamento, a mineração e a mobilidade populacional modificam as condições de exposição, enquanto as dificuldades assistenciais e a subnotificação interferem nos indicadores. Esses fatores reforçam que a sazonalidade precisa ser interpretada no contexto das transformações territoriais e das vulnerabilidades das populações.

A vigilância, a prevenção e o controle devem integrar informações epidemiológicas, ambientais e entomológicas, com planejamento adequado a cada território. A notificação oportuna e a continuidade

do diagnóstico, do tratamento e das intervenções são essenciais para responder às variações sazonais e sustentar a redução da transmissão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA-VAL, F. *et al*. Climate change and tropical medicine in the Amazon: contributions from a research center, gaps and future priorities. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical,** v. 59, supl. 1, e0470, 2026. DOI: https://doi.org/10.1590/0037-8682-0470-2025. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/42340043/. Acesso em: 10 nov. 2026.

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, e00200-2024, 2024. DOI: https://doi.org/10.1590/0037-8682-0551-2023. Disponível em: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11210384/. Acesso em: 10 nov. 2026.

ARISCO, N. J. *et al*. Ecological change increases malaria risk in the Brazilian Amazon. **Proceedings of the National Academy of Sciences,** v. 121, n. 44, e2409583121, 2024. DOI: https://doi.org/10.1073/pnas.2409583121. Disponível em: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11536126/. Acesso em: 10 nov. 2026.

ARISCO, N. J. *et al*. The impact of weather and extreme events on malaria transmission in the Brazilian Amazon: a case-crossover and population-based study. **The Lancet Regional Health – Americas,** v. 49, 101189, 2025. DOI: https://doi.org/10.1016/j.lana.2025.101189.

Disponível em: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12284361/. Acesso em: 10 nov. 2026.

AYALA, M. J. C. *et al*. Notification of malaria cases in the Brazilian Amazon Basin from 2010 to 2020: an analysis of the reporting times. **Malaria Journal,** v. 22, art. 49, 2023. DOI: https://doi.org/10.1186/s12936-023-04464-y. Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1186/s12936-023-04464-y. Acesso em: 10 nov. 2026.

AYALA, M. J. C.; BASTOS, L. S.; VILLELA, D. A. M. On multifactorial drivers for malaria rebound in Brazil: a spatio-temporal analysis. **Malaria Journal,** v. 21, art. 52, 2022. DOI: https://doi.org/10.1186/s12936-021-04037-x. Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1186/s12936-021-04037-x. Acesso em: 10 nov. 2026.

BRAGA, E. G. Fundamentos Teóricos da Metodologia da Pesquisa Científica: da Elaboração do Projeto à Construção do Conhecimento. **Revista Egan,** *[S. l.]*, v. 1, n. 10, p. e0063, 2026. DOI: 10.5281/zenodo.23696566. Disponível em: https://revistaegan.com.br/index.php/revistaegan/article/view/76. Acesso em: 10 nov. 2026.

CASTRO, M. C. *et al*. Mining and malaria in the Brazilian Amazon and in the Yanomami indigenous land. **PLOS Neglected Tropical Diseases,** v. 19, n. 11, e0013677, 2025. DOI: https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0013677. Disponível em: https://journals.plos.org/plosntds/article?id=10.1371/journal.pntd.0013677. Acesso em: 10 nov. 2026.

CASTRO, M. C.; PETERKA, C. Malaria is increasing in Indigenous and artisanal mining areas in the Brazilian Amazon. **Nature Medicine,** v. 29, n. 4, p. 762-764, 2023. DOI: https://doi.org/10.1038/s41591-023-02280-0. Disponível em: https://www.nature.com/articles/s41591-023-02280-0. Acesso em: 10 nov. 2026.

ESPINOZA, J.-C. *et al*. The new record of drought and warmth in the Amazon in 2023 related to regional and global climatic features. **Scientific Reports,** v. 14, art. 8107, 2024. DOI: https://doi.org/10.1038/s41598-024-58782-5. Disponível em: https://www.nature.com/articles/s41598-024-58782-5. Acesso em: 10 nov. 2026.

FONSECA, F. *et al*. Hydrological scenarios and malaria incidence in the Amazonian context. **Water,** v. 14, n. 8, art. 1283, 2022. DOI: https://doi.org/10.3390/w14081283. Disponível em: https://www.mdpi.com/2073-4441/14/8/1283. Acesso em: 10 nov. 2026.

FONSECA, F. *et al*. Relationship between the colours of the rivers in the Amazon and the incidence of malaria. **Malaria Journal,** v. 22, art. 358, 2023. DOI: https://doi.org/10.1186/s12936-023-04789-8. Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1186/s12936-023-04789-8. Acesso em: 10 nov. 2026.

FONSECA, F. R.; MARTINEZ, J.-M.; FILIZOLA JUNIOR, N. P. Distribuição temporal e espacial da malária no Amazonas, de 2003 a 2019. **Hygeia: Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde,** Uberlândia, v. 19, e1926, 2023. DOI: https://doi.org/10.14393/Hygeia1967422. Disponível em: https://seer.ufu.br/index.php/hygeia/article/view/67422. Acesso em: 10 nov. 2026.

GARCIA, K. K. S. *et al*. Assessing the impact of the “malaria supporters project” intervention to malaria control in the Brazilian Amazon: an interrupted time-series analysis. **Malaria Journal,** v. 22, art. 275, 2023. DOI: https://doi.org/10.1186/s12936-023-04706-z. Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1186/s12936-023-04706-z. Acesso em: 10 nov. 2026.

GARCIA, K. K. S. *et al*. Is Brazil reaching malaria elimination? A time series analysis of malaria cases from 2011 to 2023. **PLOS Global Public Health,** v. 4, n. 1, e0002845, 2024. DOI: https://doi.org/10.1371/journal.pgph.0002845. Disponível em: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10830034/. Acesso em: 10 nov. 2026.

GARCIA, K. K. S.; RODOVALHO, S. R.; SIQUEIRA, A. M. Towards malaria elimination: a reflection about digital notification modules to improve malaria cases notification speed and follow-up in the Brazilian Amazon region. **Malaria Journal,** v. 23, art. 162, 2024. DOI: https://doi.org/10.1186/s12936-024-04971-6. Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1186/s12936-024-04971-6. Acesso em: 10 nov. 2026.

GONZALEZ DAZA, W. *et al*. Malaria risk drivers in the Brazilian Amazon: land use–land cover interactions and biological diversity. **International Journal of Environmental Research and Public Health,** v. 20, n. 15, art. 6497, 2023. DOI: https://doi.org/10.3390/ijerph20156497. Disponível em: https://www.mdpi.com/1660-4601/20/15/6497. Acesso em: 10 nov. 2026.

GUZMÁN-GUZMÁN, M. *et al*. Submicroscopic infections and two malaria vectors are major contributors to residual malaria in an Amazonian village in Peru. **Scientific Reports,** v. 15, art. 39319, 2025. DOI: https://doi.org/10.1038/s41598-025-23135-3. Disponível em: https://www.nature.com/articles/s41598-025-23135-3. Acesso em: 10 nov. 2026.

HEITMANN, G. B. *et al*. Associations between weather and Plasmodium vivax malaria in an Amazonian elimination setting: a distributed lag analysis from 2017 to 2024. **Malaria Journal,** v. 25, art. 325, 2026. DOI: https://doi.org/10.1186/s12936-026-06010-y. Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1186/s12936-026-06010-y. Acesso em: 10 nov. 2026.

MARTINS-FILHO, P. R. *et al*. The increase in cases and deaths from malaria in the Brazilian Yanomami territory is associated with the spread of illegal gold mining in the region: a 20-year ecological study. **Travel Medicine and Infectious Disease,** v. 57, 102686, 2024. DOI: https://doi.org/10.1016/j.tmaid.2023.102686. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38159876/. Acesso em: 10 nov. 2026.

MEIRELES, A. C. A. *et al*. Anopheline diversity in urban and peri-urban malaria foci: comparison between alternative traps and seasonal effects in a city in the Western Brazilian Amazon. **Malaria Journal,** v. 21, art. 258, 2022. DOI: https://doi.org/10.1186/s12936-022-04274-8. Disponível em: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9450372/. Acesso em: 10 nov. 2026.

NAVAS, A. L. A. *et al*. Impact of climate and land use/land cover changes on malaria incidence in the Ecuadorian Amazon. **PLOS**

Climate, v. 3, n. 4, e0000315, 2024. DOI: https://doi.org/10.1371/journal.pclm.0000315. Disponível em: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11257155/. Acesso em: 10 nov. 2026.

SAAVEDRA-SAMILLÁN, M. *et al*. Spatiotemporal dynamics of malaria and climate influence on its incidence in Condorcanqui Province, 2005–2022. **Malaria Journal,** v. 23, art. 380, 2024. DOI: https://doi.org/10.1186/s12936-024-05193-6. Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1186/s12936-024-05193-6. Acesso em: 10 nov. 2026.

SANTOS, F. dos *et al*. Characterization of larval habitats of Anopheles (Nyssorhynchus) darlingi and associated species in malaria areas in western Brazilian Amazon. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz,** Rio de Janeiro, v. 119, e240116, 2024. DOI: https://doi.org/10.1590/0074-02760240116. Disponível em: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11458182/. Acesso em: 10 nov. 2026.

VALIATI, N. C. M.; RICE, B.; VILLELA, D. A. M. Disentangling the seasonality effects of malaria transmission in the Brazilian Amazon basin. **Royal Society Open Science,** v. 11, n. 7, 231764, 2024. DOI: https://doi.org/10.1098/rsos.231764. Disponível em: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11285569/. Acesso em: 10 nov. 2026.

ZIMMERMAN, R. H. *et al*. Vectorial capacities for malaria in eastern Amazonian Brazil depend on village, vector species, season, and parasite species. **Malaria Journal,** v. 21, art. 237, 2022. DOI: https://doi.org/10.1186/s12936-022-04255-x. Disponível em:

https://link.springer.com/article/10.1186/s12936-022-04255-x. Acesso em: 10 nov. 2026.

---

[1] Discente do Curso Superior de Bacharel em Enfermagem da Faculdade Metropolitana de Tefé – FAMETRO. E-mail: acesse o artigo original para visualizar o e-mail

[2] Discente do Curso Superior de Bacharel em Enfermagem da Faculdade Metropolitana de Tefé – FAMETRO. E-mail: acesse o artigo original para visualizar o e-mail

[3] Docente da Faculdade Metropolitana de Tefé – FAMETRO. E-mail: acesse o artigo original para visualizar o e-mail

[4] Docente da Faculdade Metropolitana de Tefé – FAMETRO. E-mail: acesse o artigo original para visualizar o e-mail