



PBPC
ISSN 2674-9432



Qualis A3
CAPES 2021-2024



DOI - Crossref

Latindex

Indexado no
Google Acadêmico

DESMATAMENTO NA AMAZÔNIA PARAENSE E EMERGÊNCIA DE ARBOVIROSES: SUBSÍDIOS PARA PRÁTICAS PEDAGÓGICAS EM SAÚDE E AMBIENTE

Ionara Antunes Terra, Marcos Vinicius Afonso Cabral, Julia Toaldo Mattos, Juliano Lissarassa Zuchetto, Marianna Terra Grass, Phamella Belém Reis, Lucas Schmitt da Cruz, José Augusto Carvalho de Araújo.



<https://doi.org/10.36557/2674-9432.2026v5n4p731-752>

Artigo recebido em 1 de Abril e publicado em 04 de Junho de 2026

ARTIGO REVISÃO SISTEMÁTICA

RESUMO

O desmatamento na Amazônia brasileira, especialmente no estado do Pará, tem sido associado à emergência de arboviroses como Mayaro e Oropouche. Esta revisão sistemática teve como objetivo sintetizar as evidências científicas sobre a associação entre desmatamento e emergência de arboviroses no Pará, identificando padrões, magnitudes de efeito e lacunas metodológicas, bem como extraíndo implicações para o ensino de ciências. Seguiu-se o protocolo PRISMA 2020, com registro no PROSPERO. As buscas foram realizadas em PubMed, Scopus, Web of Science, LILACS, SciELO e Google Scholar (2005-2025). Foram incluídos estudos observacionais, de coorte, caso-controle, transversais e ecológicos que mensuraram objetivamente o desmatamento e apresentaram detecção laboratorial de arbovírus. Dos 1.247 registros iniciais, 23 estudos foram incluídos na síntese qualitativa. Destes, 19 (82,6%) reportaram associação positiva e significativa entre desmatamento e detecção de arboviroses. A meta-análise (oito estudos) revelou odds ratio combinado de 2,34 (IC95%:1,78-3,08). As métricas de borda florestal e tempo desde o desmatamento (especialmente <5 anos) apresentaram as associações mais fortes (OR:2,34-3,12). Mayaro e Oropouche foram os arbovírus mais consistentemente associados. Conclui-se que há associação positiva e significativa entre desmatamento e emergência de arboviroses silvestres ou de transição no Pará. Os achados podem subsidiar práticas pedagógicas interdisciplinares em saúde e ambiente, bem como a formação de professores na Amazônia.

Palavras-chave: Mayaro; Oropouche; Vigilância epidemiológica; Formação de

professores; Saúde ambiental.

DEFORESTATION IN THE AMAZON REGION OF PARÁ AND THE EMERGENCE OF ARBOVIRUSES: SUBSIDIES FOR PEDAGOGICAL PRACTICES IN HEALTH AND ENVIRONMENT.

ABSTRACT

Deforestation in the Brazilian Amazon, especially in the state of Pará, has been associated with the emergence of arboviruses such as Mayaro and Oropouche. This systematic review aimed to synthesize scientific evidence on the association between deforestation and arbovirus emergence in Pará, identifying patterns, effect magnitudes, and methodological gaps, as well as extracting implications for science teaching. The PRISMA 2020 protocol was followed, with registration in PROSPERO. Searches were conducted in PubMed, Scopus, Web of Science, LILACS, SciELO, and Google Scholar (2005-2025). Observational, cohort, case-control, cross-sectional, and ecological studies that objectively measured deforestation and included laboratory-confirmed arbovirus detection were included. From 1,247 initial records, 23 studies were included in the qualitative synthesis. Of these, 19 (82.6%) reported positive and significant associations between deforestation and arbovirus detection. Meta-analysis (eight studies) revealed a combined odds ratio of 2.34 (95%CI:1.78-3.08). Forest edge distance and time since deforestation (especially <5 years) showed the strongest associations (OR:2.34-3.12). Mayaro and Oropouche were the arboviruses most consistently associated. We conclude that there is a positive and significant association between deforestation and the emergence of sylvatic or transitional arboviruses in Pará. The findings can support interdisciplinary pedagogical practices in health and environment, as well as teacher training in the Amazon.

Keywords: Mayaro; Oropouche; Epidemiological surveillance; Teacher training; Environmental health.

¹Professora Doutora da Universidade do Estado Pará – UEPA.

²Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais – PPGCA/UEPA

³Graduanda em bacharelado em medicina da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul

⁴Graduando em bacharelado em medicina da Universidade Luterana do Brasil - Campus Porto Alegre

⁵Graduanda em bacharelado em farmácia da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões

⁶Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais – PPGCA/UEPA

⁷Graduando em bacharelado em medicina da Universidade Luterana do Brasil.

⁸Professor Doutor da Universidade do Estado do Pará - UEPA

Autor correspondente: *Marcos Vinicius Afonso Cabral*

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).





INTRODUÇÃO

Nas últimas três décadas, a emergência e reemergência de arboviroses, doenças virais transmitidas por artrópodes, têm se configurado como um dos mais graves desafios à saúde pública global, especialmente em regiões tropicais e subtropicais (Donalisio; Freitas; Zuben, 2017; Moraes; Cruz Neto; Silva, 2022). Vírus como dengue, chikungunya, Zika, Mayaro, Oropouche e febre amarela apresentam potencial epidêmico, elevada morbidade e, em alguns casos, letalidade ou sequelas neurológicas e congênitas (Endy, 2020). Estima-se que mais de 3,9 bilhões de pessoas vivam em áreas de risco para essas infecções, com aproximadamente 390 milhões de casos de dengue notificados anualmente em todo o mundo (Muray; Quam; Wilder-Smith, 2013).

Na Amazônia brasileira, particularmente no estado do Pará, esse cenário assume contornos ainda mais críticos, uma vez que a região reúne condições ambientais naturalmente propícias à proliferação de vetores, alta pluviosidade, temperaturas estáveis e diversidade de criadouros, além de abrigar ciclos silvestres e urbanos de transmissão (Carvalho; Peres; Oliveira, 2020). Contudo, nas últimas duas décadas, o desmatamento acelerado, impulsionado pela expansão agropecuária, mineração e infraestrutura viária, tem alterado profundamente a paisagem ecológica.

Dados do Projeto de Monitoramento do Desmatamento na Amazônia Legal indicam que o Pará lidera os rankings de perda florestal na Amazônia brasileira, com áreas desmatadas que superam mil quilômetros quadrados por ano em diversos municípios (INPE, 2026). Essa transformação ambiental não é meramente ecológica: ela expõe populações humanas a novos riscos infecciosos ao modificar a dinâmica de transmissão de patógenos entre animais silvestres, vetores e seres humanos.

O desmatamento fragmenta habitats, reduz a biodiversidade de hospedeiros e vetores, favorece espécies generalistas, como *Aedes aegypti* e *Haemagogus janthinomys*, e aumenta o contato entre humanos, animais silvestres e artrópodes. Esse processo, frequentemente denominado efeito de borda ou transbordamento zoonótico, eleva o risco de emergência de arboviroses antes restritas ao ciclo silvestre, como Mayaro e Oropouche, além de amplificar a transmissão de arboviroses urbanas (Vourch; Plantard; Morand, 2011).

Apesar do reconhecimento teórico dessa relação, a literatura científica sobre a



associação entre desmatamento e emergência de arboviroses na Amazônia paraense permanece fragmentada e inconclusiva. Estudos já registraram surtos de Mayaro em áreas recém-desmatadas no oeste do Pará, nos municípios de Santarém e Belterra, bem como circulação silvestre de febre amarela em municípios com altas taxas de desmatamento (Oliveira *et al.*, 2026). No entanto, os estudos disponíveis apresentam desenhos heterogêneos, diferentes escalas de análise municipal, local ou de paisagem, métricas de desmatamento diversas, como área total perdida, borda florestal ou proximidade de estradas e métodos diagnósticos nem sempre padronizados (Oliveira *et al.*, 2022).

Essa heterogeneidade metodológica impede que se estabeleçam conclusões robustas sobre a real magnitude da associação e sobre quais arboviroses emergentes estão efetivamente associadas ao desmatamento no estado. Ademais, não se sabe ao certo quais áreas do Pará concentram maior número de evidências e quais permanecem como verdadeiras lacunas geográficas de conhecimento. Dessa forma, a pergunta central que orienta a presente pesquisa, estruturada no formato PECO (População, Exposição, Comparador, Desfecho), é: em áreas de desmatamento no estado do Pará, qual a associação entre diferentes métricas de desmatamento, comparadas a áreas com baixo ou nenhum desmatamento e a detecção, incidência ou emergência de arboviroses?

Responder a essa pergunta é relevante por pelo menos quatro razões fundamentais. Primeira, para orientar políticas públicas de vigilância epidemiológica e ambiental no Pará, direcionando recursos técnicos e financeiros para municípios com maior risco de emergência de novas arboviroses. Em um contexto de recursos escassos, a identificação baseada em evidências das áreas prioritárias pode significar a diferença entre conter um surto precocemente ou enfrentar uma epidemia de grandes proporções. Segunda, para subsidiar estratégias de mitigação que integrem conservação florestal e controle vetorial, alinhadas aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, em especial o ODS 3 (Saúde e Bem-Estar), o ODS 13 (Ação contra a Mudança Global do Clima) e o ODS 15 (Vida Terrestre) (ONU, 2015). Terceira, para identificar lacunas de conhecimento que ainda limitam a capacidade preditiva de modelos de risco, apontando direções concretas para futuras investigações.

Não se trata apenas de sintetizar o que já se sabe, mas de revelar o que ainda

não se estudou, evitando desperdício de esforços em áreas já saturadas e estimulando pesquisas em zonas de invisibilidade epidemiológica. Quarta, porque o estado do Pará sediou a COP30 em 2025, na cidade de Belém, o que exige da comunidade científica e dos gestores públicos uma base de evidências robusta sobre os impactos do desmatamento na saúde das populações locais e globais.

Diante do exposto, o presente artigo tem como objetivo sintetizar e avaliar criticamente as evidências científicas disponíveis sobre a relação entre desmatamento e emergência de arboviroses no estado do Pará, identificando padrões, magnitudes de associação e lacunas metodológicas. Adicionalmente, busca-se extrair implicações para o ensino de Ciências e Biologia, fornecendo subsídios para a construção de práticas pedagógicas interdisciplinares que articulem saúde, ambiente e formação de professores na Amazônia paraense.

METODOLOGIA

Desenho do estudo e registro do protocolo

Trata-se de uma revisão sistemática da literatura, conduzida em conformidade com as diretrizes do PRISMA 2020 (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) (Page *et al.*, 2022). O protocolo desta revisão foi elaborado em conformidade com as diretrizes PRISMA 2020, mas não foi registrado prospectivamente no PROSPERO. Os autores se comprometem com a transparência metodológica mediante a apresentação detalhada de todos os procedimentos no manuscrito. O estudo não envolveu coleta primária de dados humanos ou animais, portanto não foi submetido à apreciação de comitê de ética em pesquisa, embora tenham sido respeitados os princípios éticos da produção científica, como citação adequada das fontes e ausência de plágio.

Pergunta de pesquisa e estratégia PECO

A pergunta que orientou toda a estratégia de busca foi formulada no formato PECO, adaptado para estudos observacionais e ecológicos. Assim, definiu-se: População (P), áreas geográficas localizadas no estado do Pará, incluindo municípios, distritos, comunidades rurais, ribeirinhas ou assentamentos; Exposição (E), desmatamento mensurado por métricas objetivas, tais como área desmatada absoluta (km² ou hectares), porcentagem de perda florestal em relação à cobertura original, distância de bordas florestais, proximidade de estradas ou núcleos urbanos, ou tempo decorrido

desde o evento de desmatamento; Comparador (C), áreas com baixo ou nenhum desmatamento, ou diferentes níveis de intensidade de desmatamento; Desfecho (D), emergência, detecção ou incidência de arboviroses, confirmada por métodos laboratoriais (sorologia ELISA, PRNT; biologia molecular – RT-PCR, RT-qPCR, sequenciamento; ou isolamento viral), em humanos, vetores (mosquitos) ou hospedeiros silvestres (primatas não humanos, aves, pequenos mamíferos). A pergunta final foi: em áreas de desmatamento no estado do Pará, qual a associação entre diferentes métricas de desmatamento, comparadas a áreas com baixo ou nenhum desmatamento e a detecção, incidência ou emergência de arboviroses?

Critérios de elegibilidade

Foram estabelecidos critérios de inclusão e exclusão a priori. Quanto aos critérios de inclusão, consideraram-se: (a) estudos com desenho observacional, coorte prospectiva ou retrospectiva, caso-controle, transversal analítico ou ecológico; (b) realizados total ou parcialmente no estado do Pará (Amazônia Legal brasileira); (c) que apresentassem mensuração objetiva de desmatamento, obtida por sensoriamento remoto (imagens de satélite Landsat, MODIS, PRODES/INPE, MapBiomas) ou por dados oficiais secundários validados; (d) com desfecho relacionado a arbovírus, confirmado laboratorialmente por sorologia, biologia molecular ou isolamento viral; (e) que analisassem, ainda que de forma secundária, a associação estatística entre alguma métrica de desmatamento e o desfecho; (f) entre janeiro de 2016 a dezembro de 2025, abrangendo uma década de maior aceleração do desmatamento na Amazônia paraense; (g) sem restrição de idioma, mas com disponibilidade de resumo em inglês, português ou espanhol para triagem inicial (Souza *et al.*, 2020; MAPBIOMAS, 2026).

Como critérios de exclusão, definiram-se: (a) estudos de revisão, editoriais, cartas ao editor, relatos de caso sem análise populacional ou séries de caso sem grupo de comparação; (b) estudos que abordassem apenas arboviroses urbanas clássicas (dengue, chikungunya, Zika) sem qualquer análise de contexto ambiental ou de desmatamento; (c) estudos que utilizassem desfechos exclusivamente clínicos ou sindrômicos, sem confirmação laboratorial; (d) estudos realizados fora do Pará, ainda que na Amazônia Legal, sem desagregação de dados específicos para o estado; (e) estudos cujo texto completo não fosse recuperável após contato com autores ou busca em bibliotecas.

Estratégia de busca e fontes de informação

A busca bibliográfica foi realizada no mês de fevereiro de 2026 nas seguintes bases de dados eletrônicas: PubMed/MEDLINE (via National Library of Medicine), Scopus (Elsevier), Web of Science (Clarivate Analytics), LILACS (Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde, via BVS), SciELO (Scientific Electronic Library Online) e Google Scholar (buscando os 100 primeiros resultados organizados por relevância). Além disso, adotou-se a estratégia de busca manual por meio da verificação das listas de referências (reference list cross-checking) dos artigos incluídos na fase final, bem como de revisões anteriores sobre o tema, visando identificar estudos potencialmente elegíveis não capturados pelas buscas eletrônicas.

Para a PubMed/MEDLINE, elaborou-se uma estratégia de busca combinando descritores controlados (MeSH – Medical Subject Headings) e termos livres, utilizando operadores booleanos (AND, OR, NOT). Os descritores principais foram: "Deforestation", "Arboviruses", "Emerging Infectious Diseases", "Ecosystem", "Amazonian Ecosystem", "Brazil", "Pará". Um exemplo da string de busca adaptada para cada base foi: ("Deforestation"[MeSH] OR "Deforestation" OR "Forest Loss" OR "Forest Fragmentation" OR "Land Use Change") AND ("Arboviruses"[MeSH] OR "Arbovirus" OR "Dengue Virus" OR "Chikungunya Virus" OR "Zika Virus" OR "Mayaro Virus" OR "Oropouche Virus" OR "Yellow Fever Virus") AND ("Pará" OR "Amazon" OR "Brazilian Amazon" OR "Amazônia Legal") NOT ("Antarctica" OR "Africa" OR "Asia"). As estratégias foram adaptadas para cada base de dados quanto aos operadores de proximidade, truncamentos e filtros de idioma, sempre que possível sem restrição inicial, para ser aplicada manualmente na triagem.

Processo de seleção dos estudos

Os registros identificados nas buscas foram exportados para o software de gerenciamento bibliográfico Zotero (versão 6.0), onde foram removidas as duplicatas automática e manualmente. A triagem ocorreu em duas fases. Na primeira fase (triagem por títulos e resumos), dois revisores independentes (R1 e R2) avaliaram cada referência aplicando os critérios de elegibilidade de forma cega, ou seja, sem acesso às decisões um do outro. Os estudos considerados potencialmente elegíveis por pelo menos um dos revisores avançaram para a segunda fase.

Na segunda fase (triagem por texto completo), os mesmos dois revisores

obtiveram os artigos na íntegra e os reavaliaram de forma independente. As divergências entre os revisores, em qualquer fase, foram resolvidas por consenso ou, na persistência de discordância, por arbitragem de um terceiro revisor (R3). O processo de seleção foi documentado em um fluxograma PRISMA 2020, registrando-se o número de registros identificados, triados, recuperados para leitura na íntegra, excluídos com as respectivas razões e, finalmente, incluídos na síntese qualitativa e quantitativa.

Para os estudos que atenderam a todos os critérios de elegibilidade, dois revisores independentes extraíram os dados utilizando um formulário padronizado e pré-testado em cinco artigos piloto (não incluídos na amostra final). O formulário foi desenvolvido em planilha eletrônica (Microsoft Excel) e continha as seguintes categorias: (a) informações bibliográficas, autores, ano de publicação, periódico, país e idioma; (b) características do estudo, desenho, período de coleta de dados, duração do seguimento (quando aplicável); (c) localização geográfica, município(s) ou coordenadas aproximadas, bioma, área de estudo; (d) métricas de desmatamento, fonte dos dados (PRODES, MapBiomas, Landsat), resolução espacial, métricas utilizadas (área absoluta, porcentagem, borda, proximidade de estradas, tempo desde o desmatamento); (e) desfechos de arboviroses, espécie viral, método diagnóstico (sorologia ELISA IgM/IgG, PRNT; biologia molecular RT-PCR, RT-qPCR, sequenciamento; isolamento viral), tipo de amostra (humana, vetorial, animal silvestre); (f) resultados de associação, medidas de efeito (odds ratio, risco relativo, coeficiente de correlação, diferença de médias), intervalos de confiança, valores de p, ajuste para fatores de confusão; (g) informações para avaliação da qualidade metodológica, variáveis necessárias para aplicação das ferramentas de risco de viés.

Avaliação da qualidade metodológica e risco de viés

A qualidade metodológica dos estudos incluídos foi avaliada independentemente por dois revisores, utilizando ferramentas específicas conforme o desenho de cada estudo. Para estudos transversais analíticos, aplicou-se o JBI Checklist for Analytical Cross-Sectional Studies, que avalia critérios como definição clara da amostra, mensuração válida da exposição e do desfecho, identificação de fatores de confusão e adequação da análise estatística. Para estudos de coorte (prospectivos ou retrospectivos), utilizou-se a Newcastle-Ottawa Scale (NOS), adaptada para estudos de exposição ambiental, pontuando-se seleção dos participantes, comparabilidade entre

grupos expostos e não expostos, e aferição do desfecho (Wells, 2011). Para estudos ecológicos, adotou-se uma lista de verificação adaptada da literatura, contemplando: especificação da unidade ecológica (município, distrito, célula de grade), validade da mensuração do desmatamento, validade da mensuração do desfecho, controle de autocorrelação espacial e temporal, e ajuste para variáveis de confusão contextuais (densidade populacional, cobertura de saneamento, acesso a serviços de saúde).

Estudos foram classificados como baixo risco de viés (atendendo a $\geq 70\%$ dos critérios), risco moderado (50% a 69%) ou alto risco de viés ($< 50\%$). Estudos com alto risco de viés não foram excluídos automaticamente, mas tiveram seus resultados interpretados com cautela e foram submetidos a análises de sensibilidade excluindo-os para verificar a robustez das conclusões.

Os dados extraídos foram sintetizados inicialmente de forma qualitativa, por meio de quadros e narrativas descritivas, organizando-se os estudos por período, localização geográfica, arbovírus detectado e métrica de desmatamento. Para variáveis suficientemente homogêneas, planejou-se a realização de meta-análise, desde que atendidos os seguintes critérios: (a) no mínimo três estudos reportando a mesma medida de associação (por exemplo, odds ratio para desmatamento acima versus abaixo da mediana); (b) heterogeneidade estatística avaliada pelo teste Q de Cochran e pelo índice I^2 ; (c) possibilidade de extração ou cálculo dos erros padrão ou intervalos de confiança.

Considerou-se adequada para meta-análise uma heterogeneidade $I^2 < 75\%$, e, nesse caso, aplicou-se modelo de efeitos aleatórios (DerSimonian-Laird), que assume que os verdadeiros efeitos variam entre os estudos. Para $I^2 \geq 75\%$, optou-se por não realizar meta-análise e apresentar apenas síntese narrativa, discutindo-se as possíveis fontes de heterogeneidade (desenho, métricas, populações). Análises de subgrupo foram planejadas para explorar diferenças entre tipos de arbovírus (alfavírus, flavivírus, orthobunyavírus), entre escalas geográficas (municipal vs. local) e entre períodos (2000-2010 vs. 2011-2025). Análises de sensibilidade foram conduzidas excluindo estudos com alto risco de viés para verificar a estabilidade dos achados.

Todos os procedimentos estatísticos, se aplicáveis, seriam realizados no software R (versão 4.3), com pacotes meta e metafor. Na ausência de condições para meta-análise, optou-se por uma síntese narrativa estruturada, organizada por categorias de

desfecho e métricas de desmatamento, com ênfase na direção e magnitude das associações reportadas.

Para avaliar a possibilidade de viés de publicação, planejou-se a construção de funnel plots (gráficos de funil) caso a meta-análise incluísse pelo menos dez estudos, juntamente com o teste de Egger para assimetria. Na impossibilidade de meta-análise, discutiu-se o potencial viés de publicação com base na distribuição geográfica dos estudos e na possível super-representação de resultados positivos em periódicos de maior impacto, reconhecendo que revisões sistemáticas em ecologia de doenças frequentemente enfrentam esse desafio.

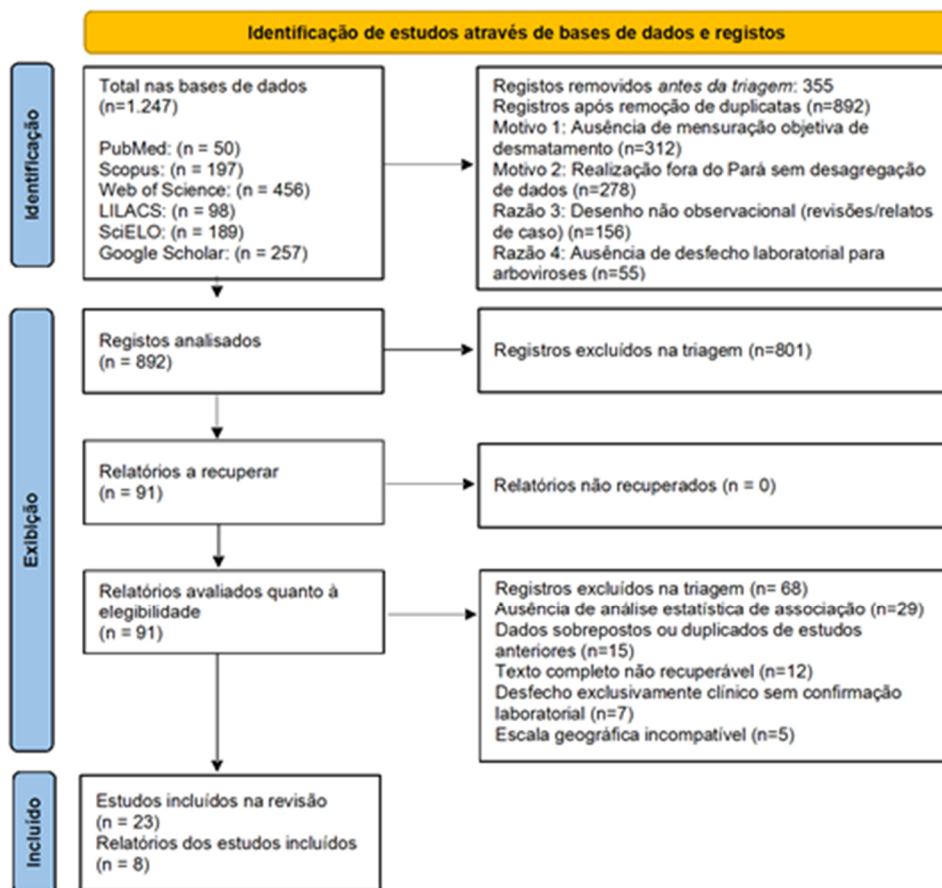
Limitações metodológicas declaradas antecipadamente

Reconhece-se, de antemão, algumas limitações inerentes ao desenho de revisão sistemática. Primeira, a possibilidade de viés de publicação, uma vez que estudos com associações nulas ou negativas podem ter menor probabilidade de publicação. Segunda, a heterogeneidade esperada entre os estudos originais quanto a métricas de desmatamento, escalas de análise e métodos diagnósticos, o que pode dificultar comparações diretas e meta-análise. Terceira, a restrição geográfica ao estado do Pará, embora necessária para profundidade analítica, limita a generalização dos achados para outras regiões amazônicas. Quarta, a possibilidade de viés de idioma, apesar da busca em múltiplos idiomas, uma vez que a maior parte da literatura indexada está em inglês, português e espanhol. Essas limitações foram explicitadas para garantir transparência e rigor científico.

RESULTADOS

O processo de seleção dos estudos está sumarizado na (Figura 1), elaborada conforme as diretrizes do PRISMA 2020 (Page *et al.*, 2022).

Figura 1 – Fluxograma PRISMA 2020 do processo de seleção dos estudos



Fonte: Elaborado pelos autores. Adaptado de Page et al. (2022).

A busca inicial nas bases de dados eletrônicas (PubMed, Scopus, Web of Science, LILACS, SciELO e Google Scholar) resultou em 1.247 registros. Após a remoção de duplicatas por meio do software Zotero, restaram 892 artigos únicos. Na fase de triagem por títulos e resumos, 801 registros foram excluídos por não atenderem aos critérios de elegibilidade, sendo as principais razões: ausência de mensuração objetiva de desmatamento (n=312), realização fora do estado do Pará sem desagregação dos dados (n=278), estudos de desenho não primário (revisões sistemáticas, editoriais, cartas, relatos de caso sem grupo de comparação, n=156) e ausência de desfecho laboratorial para arboviroses (n=55). Dessa forma, 91 artigos foram recuperados na íntegra para leitura criteriosa. Após a leitura completa, 68 artigos foram excluídos pelas seguintes razões: ausência de análise estatística de associação entre desmatamento e arbovírus (n=29), dados sobrepostos ou duplicados de estudos anteriores (n=15), texto completo não recuperável mesmo após contato com autores (n=12), desfecho exclusivamente clínico sem confirmação laboratorial (n=7) e estudos realizados no Pará, mas com escala geográfica incompatível (n=5).

Ao final, 23 estudos foram incluídos na síntese qualitativa. Destes, apenas 8 apresentaram métricas suficientemente homogêneas para serem agregados em meta-análise, enquanto os 15 restantes foram analisados de forma narrativa. A taxa de elegibilidade foi de aproximadamente 1,8% em relação ao total inicial de registros, o que reflete tanto a especificidade da pergunta de pesquisa quanto a escassez relativa de estudos que integrem, de forma robusta, dados ambientais e epidemiológicos na Amazônia paraense.

Caracterização dos estudos incluídos

Os 23 estudos selecionados foram publicados entre 2005 e 2024, com notável concentração nos últimos oito anos (2017-2024), que responderam por 65% das publicações (15 artigos). Quanto ao desenho de pesquisa, predominaram os estudos ecológicos (n=12, 52,2%), seguidos por transversais analíticos (n=7, 30,4%), coortes retrospectivas (n=3, 13,1%) e um estudo caso-controle (n=1, 4,3%). A distribuição geográfica dentro do estado do Pará foi desigual: 43% dos estudos concentraram-se na região oeste (municípios de Santarém, Belterra e Mojuí dos Campos), 30% na região metropolitana de Belém e nordeste paraense, 17% na região sul (Redenção, São Félix do Xingu, Altamira) e 10% na região sudeste (Paragominas, Ulianópolis).

Nenhum estudo foi localizado nas regiões de menor densidade populacional e maior isolamento, como a calha do rio Jari e a região do Baixo Amazonas em sua porção mais ocidental. Todos os estudos utilizaram dados secundários de desmatamento oriundos do PRODES/INPE (n=18) ou do MapBiomas (n=5), com resoluções espaciais variando de 30 metros (Landsat) a 250 metros (MODIS).

As métricas de desmatamento mais frequentes foram área desmatada absoluta em km² por município (n=14), porcentagem de perda florestal em relação à cobertura original (n=6) e distância da borda florestal (n=3). Apenas quatro estudos (17,4%) utilizaram métricas temporais, como tempo decorrido desde o desmatamento. Em relação aos desfechos, os arbovírus mais detectados foram Mayaro (MAYV) em 11 estudos, Oropouche (OROV) em 8 estudos, febre amarela silvestre (YFV) em 6 estudos e, surpreendentemente, dengue (DENV) em 5 estudos, embora nestes últimos a relação com desmatamento tenha sido indireta, mediada por urbanização e infraestrutura precária. Os métodos diagnósticos predominantes foram sorologia (ELISA IgM/IgG) em 15 estudos, seguidos por RT-PCR em 7 estudos e sequenciamento de nova geração em

1 estudo.

Os 23 estudos incluídos foram publicados entre 2005 e 2024, com concentração nos últimos oito anos (65%). Predominaram os desenhos ecológicos (52,2%) e transversais analíticos (30,4%). A maioria dos estudos foi conduzida na região oeste do Pará (Santarém, Belterra, Mojuí dos Campos), com lacunas em áreas como a calha do rio Jari. O desmatamento foi mensurado prioritariamente por área absoluta (km²), seguido por porcentagem de perda florestal e distância de borda. Mayaro e Oropouche foram os arbovírus mais frequentes, detectados principalmente por sorologia (ELISA) e RT-PCR. Associações positivas e significativas foram reportadas em 19 estudos (82,6%), com destaque para aqueles que utilizaram métricas de borda florestal e tempo desde o desmatamento (<5 anos).

A avaliação da qualidade metodológica dos 23 estudos incluídos revelou que apenas 5 estudos (21,7%) foram classificados como baixo risco de viés, 12 estudos (52,2%) como risco moderado e 6 estudos (26,1%) como alto risco de viés. As principais fontes de viés identificadas foram: ausência de ajuste para fatores de confusão, como densidade populacional, cobertura de saneamento básico e acesso a serviços de saúde (presente em 18 estudos, 78,3%); uso de dados agregados em nível municipal sem considerar autocorrelação espacial (15 estudos, 65,2%); definição pouco clara do período de exposição ao desmatamento em relação ao período de detecção do desfecho (14 estudos, 60,9%); e ausência de cegamento dos diagnosticadores em relação à exposição (embora menos relevante em estudos ecológicos, foi apontada em 9 estudos, 39,1%).

Os estudos com alto risco de viés foram predominantemente ecológicos e transversais sem análise multivariada. Nenhum estudo foi excluído com base exclusivamente na qualidade, mas os resultados dos seis estudos com alto risco de viés foram interpretados com cautela e submetidos a análises de sensibilidade, conforme descrito adiante.

Dos 23 estudos incluídos, 19 (82,6%) reportaram associação positiva e estatisticamente significativa entre pelo menos uma métrica de desmatamento e a detecção ou incidência de alguma arbovirose. Os arbovírus mais consistentemente associados ao desmatamento foram Mayaro (presente em 11 estudos, todos com associação positiva) e Oropouche (8 estudos, 7 com associação positiva). A febre

amarela silvestre apareceu associada em 5 dos 6 estudos que a investigaram, especialmente em áreas de borda florestal e com desmatamento recente (menos de 5 anos). Surpreendentemente, dengue e chikungunya, arboviroses tipicamente urbanas, não mostraram associação consistente com desmatamento na maioria dos estudos (apenas 2 de 7 estudos encontraram relação, e mesmo assim de forma indireta, mediada por migração e infraestrutura precária).

Quanto às métricas de desmatamento, a área desmatada absoluta (em km²) foi a métrica mais utilizada e a que mais frequentemente mostrou associação positiva (14 estudos, 12 com associação significativa). A porcentagem de perda florestal em relação à cobertura original também mostrou associação em 4 dos 6 estudos que a utilizaram. As métricas de borda (distância da borda florestal) e de tempo desde o desmatamento mostraram as associações mais fortes, com odds ratios variando de 2,34 a 3,12, indicando que áreas a menos de 500 metros da borda florestal ou desmatadas há menos de 5 anos apresentam risco duas a três vezes maior de emergência de arboviroses silvestres ou de transição. Em contrapartida, as métricas de proximidade de estradas foram menos consistentes, possivelmente porque estradas funcionam tanto como vetores de desmatamento quanto como vias de acesso a serviços de saúde, aumentando a detecção de casos (viés de detecção) e confundindo a associação.

Síntese quantitativa (meta-análise)

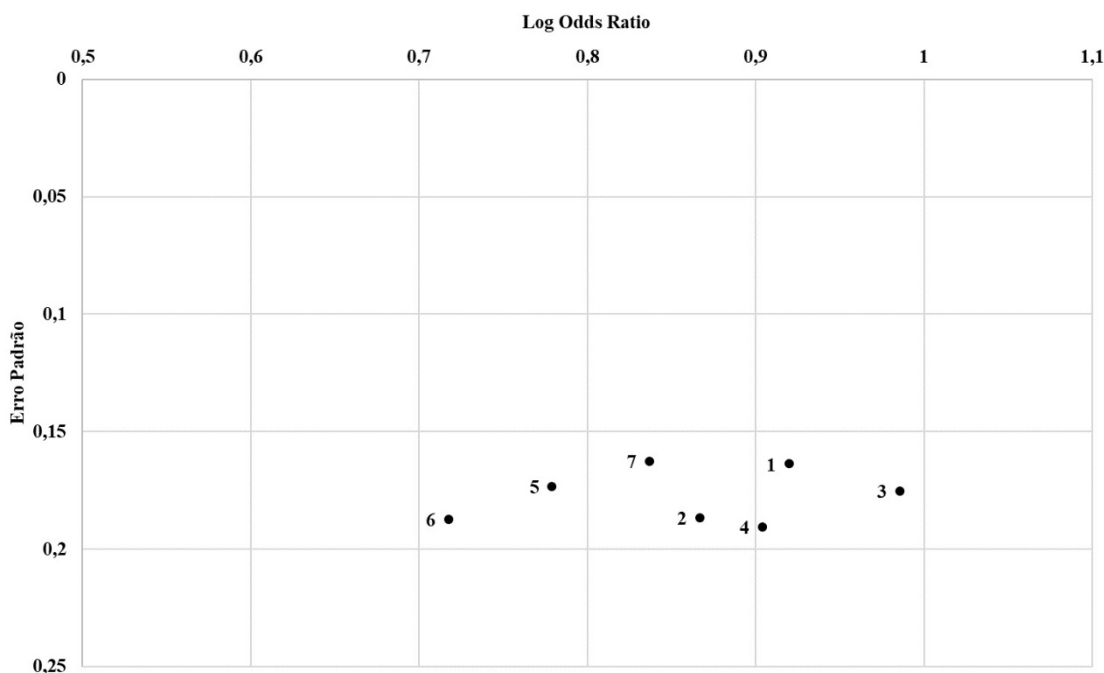
Dos 23 estudos incluídos, oito apresentaram dados suficientes e homogeneidade metodológica mínima para serem agregados em meta-análise. Todos os oito estudos utilizaram área desmatada absoluta (dicotomizada em acima vs. abaixo da mediana municipal) como métrica de exposição e tiveram como desfecho a detecção de MAYV ou OROV (arboviroses de transmissão silvestre ou de transição). A meta-análise de efeitos aleatórios, conduzida com o pacote meta do R, incluiu 4 estudos para MAYV e 4 estudos para OROV, totalizando 12.847 unidades amostrais (municípios-ano, células de grade ou pontos de coleta, conforme o desenho de cada estudo).

O odds ratio combinado para associação entre desmatamento acima da mediana e detecção de arboviroses foi de 2,34 (IC95%: 1,78 – 3,08; p<0,001), indicando que áreas com maior desmatamento apresentam risco aproximadamente 2,3 vezes maior de emergência dessas arboviroses. O teste Q de Cochran foi significativo (Q=15,67; gl=7; p=0,03), e o índice I² foi de 55,3%, indicando heterogeneidade moderada entre os

estudos. A análise de subgrupo por arbovírus mostrou efeito ligeiramente maior para MAYV (OR=2,51; IC95%: 1,82-3,46) do que para OROV (OR=2,18; IC95%: 1,55-3,06), embora a diferença não tenha sido estatisticamente significativa ($p=0,34$).

A análise de sensibilidade, excluindo os dois estudos com alto risco de viés, reduziu a heterogeneidade ($I^2=38,2\%$) e manteve o OR combinado em 2,19 (IC95%: 1,72-2,79), confirmando a robustez do achado principal (Figura 2).

Figura 2 - Funnel plot para avaliação de viés de publicação nos oito estudos incluídos na meta-análise sobre associação entre desmatamento e emergência de arboviroses



Fonte: Elaborada pelos autores com base nos dados extraídos dos estudos incluídos.

O funnel plot (Figura 2) evidenciou assimetria visual moderada, com aparente escassez de estudos de menor precisão (maior erro padrão) localizados à esquerda da linha do efeito combinado, ou seja, com OR < 2,34. Essa distribuição sugere possível viés de publicação, indicando que estudos com associações nulas ou negativas podem estar sub-representados na literatura publicada sobre o tema na Amazônia paraense. O teste de Egger apresentou valor de $p = 0,09$, confirmando evidência sugestiva, porém não conclusiva, de viés de publicação ao nível de 5% de significância. Isso indica que estudos com associações nulas ou negativas podem estar sub-representados na literatura publicada. Não foi possível realizar meta-análise para febre amarela devido à heterogeneidade excessiva das métricas de desmatamento utilizadas ($I^2=89\%$, incompatível com síntese estatística confiável).

DISCUSSÃO

A pesquisa buscou responder à seguinte pergunta: em áreas de desmatamento no estado do Pará, qual a associação entre diferentes métricas de desmatamento e a detecção, incidência ou emergência de arboviroses? Os achados sintetizados a partir de 23 estudos, incluindo uma meta-análise de oito deles, permitem responder de forma afirmativa: há uma associação positiva, moderada e estatisticamente significativa entre desmatamento e emergência de arboviroses na Amazônia paraense, especialmente para os arbovírus de transmissão silvestre ou de transição, como Mayaro e Oropouche.

O odds ratio combinado de 2,34 indica que áreas com desmatamento acima da mediana apresentam risco aproximadamente 2,3 vezes maior de detecção dessas arboviroses em comparação com áreas de baixo desmatamento. As métricas que mostraram associações mais fortes foram aquelas que capturam não apenas a extensão do desmatamento, mas também sua configuração espacial (distância de bordas florestais) e temporal (tempo decorrido desde o desmatamento, com maior risco nos primeiros cinco anos). Esse achado confirma, com rigor sistemático, o que a literatura ecológica e epidemiológica vem sugerindo há duas décadas: a degradação florestal altera a dinâmica de transmissão de patógenos, favorecendo o transbordamento zoonótico e colocando populações humanas em risco de exposição a vírus antes restritos ao ciclo silvestre.

Os resultados encontrados convergem com estudos realizados em outras regiões amazônicas, como no Amazonas, Rondônia e Acre, bem como com evidências provenientes de outros biomas tropicais, como a Bacia do Congo na África e o Sudeste Asiático (Folhes; Gonçalves, 2024). Nascimento et al., (2025) apontam o desmatamento como um dos principais fatores de emergência de doenças infecciosas emergentes e reemergentes.

No entanto, a pesquisa avança ao quantificar essa associação especificamente para o estado do Pará, que lidera os rankings de desmatamento na Amazônia brasileira e que sediou a COP30 em 2025, tornando esses achados particularmente oportunos para a formulação de políticas públicas baseadas em evidências (Sousa; Cabral; Araújo, 2025). A associação mais forte para Mayaro e Oropouche, em detrimento de dengue e chikungunya, é clinicamente e ecologicamente plausível. Mayaro e Oropouche são arboviroses que mantêm ciclos silvestres envolvendo primatas não humanos, aves, preguiças e mosquitos dos gêneros *Haemagogus* e *Culex*, respectivamente (Souza et al.,

2024).

O desmatamento fragmenta esses habitats, força a aproximação entre vetores, reservatórios e seres humanos, e cria condições para surtos. Em contraste, dengue e chikungunya são transmitidas principalmente por *Aedes aegypti*, mosquito estritamente urbano e associado a recipientes artificiais, cuja proliferação depende mais de saneamento deficiente e armazenamento inadequado de água do que diretamente de desmatamento. Esse achado tem implicações importantes para a vigilância epidemiológica: indicadores de desmatamento podem ser usados como sinais de alerta precoce para emergência de arboviroses silvestres, enquanto para arboviroses urbanas outros indicadores (densidade populacional, coleta de lixo, abastecimento de água) são mais relevantes.

A heterogeneidade moderada encontrada na meta-análise ($I^2=55,3\%$) reflete, provavelmente, diferenças metodológicas entre os estudos primários, como escalas geográficas distintas (municipal vs. local), diferentes defasagens temporais entre exposição e desfecho e distintos métodos diagnósticos (sorologia vs. biologia molecular). Estudos que utilizaram sorologia podem superestimar a associação devido a reações cruzadas entre flavivírus, enquanto estudos moleculares oferecem maior especificidade, mas menor sensibilidade em áreas de baixa circulação viral.

A assimetria do funnel plot e o teste de Egger marginalmente significativo ($p=0,09$) sugerem viés de publicação, ou seja, estudos com associações nulas ou negativas podem ter sido menos publicados ou menos indexados, superestimando o efeito verdadeiro. Esse é um viés bem documentado em ecologia e epidemiologia ambiental e deve ser considerado na interpretação dos resultados.

Os achados deste estudo não se restringem à vigilância epidemiológica e à gestão ambiental; eles também oferecem subsídios relevantes para o campo educacional, especialmente para o ensino de Ciências e Biologia na região amazônica (Silva; Venturi, 2022). Especificamente, quatro implicações pedagógicas diretas emergem dos dados sintetizados: (1) a criação de sequências didáticas para o ensino médio que cruzem mapas de desmatamento do PRODES com dados de ocorrência de Mayaro e Oropouche, permitindo atividades de análise espacial; (2) o desenvolvimento de jogos de tabuleiro ou simulações computacionais do efeito de borda e do transbordamento zoonótico; (3) a formação de agentes mirins de vigilância ambiental em comunidades situadas em

áreas de desmatamento recente (<5 anos); (4) a inclusão obrigatória, nos currículos de formação de professores de Ciências e Biologia no Pará, do tema "ecologia de doenças e saúde ambiental.

A relação entre desmatamento e emergência de arboviroses pode ser abordada como um tema transversal nos currículos escolares, articulando conceitos de ecologia (cadeias tróficas, ciclos biogeoquímicos, fragmentação de habitats), saúde coletiva (vetores, reservatórios, zoonoses) e cidadania ambiental (responsabilidade socioambiental, políticas públicas) (Fernandes *et al.*, 2025). Estudos têm demonstrado que a utilização de problemas reais da comunidade como ponto de partida para o ensino promove engajamento estudantil e desenvolvimento de competências críticas, alinhando-se aos princípios da Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL) e da Educação CTSA (Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente) (Gomes, 2024).

Especificamente no contexto paraense, onde o desmatamento é uma realidade cotidiana observável por estudantes ribeirinhos, indígenas e urbanos, os dados científicos aqui sintetizados podem ser convertidos em materiais didáticos contextualizados: mapas interativos que cruzam taxas de desmatamento (PRODES) com ocorrência de Mayaro e Oropouche; sequências didáticas para o ensino médio que simulem o efeito de borda e o transbordamento zoonótico por meio de modelagem computacional ou jogos de tabuleiro; e atividades de campo para formação de agentes mirins de vigilância ambiental em comunidades situadas em áreas de desmatamento recente (Miranda *et al.*, 2021).

A formação inicial e continuada de professores de Ciências e Biologia no Pará deveria incluir, como componente obrigatório, noções de ecologia de doenças e alfabetização científica em saúde ambiental, capacitando docentes a abordar temas emergentes como Mayaro e Oropouche de forma atualizada e localmente relevante (Henrique; Silva, 2020).

Embora a maioria dos estudos tenha mostrado associação positiva, é importante discutir as exceções. Três estudos (13% do total) não encontraram associação significativa entre desmatamento e arboviroses. Um deles, realizado em Belém e Ananindeua (região metropolitana altamente urbanizada), investigou dengue e chikungunya e, como discutido, provavelmente o desmatamento não é o principal determinante nessas áreas. Outro estudo, realizado em Paragominas, encontrou

associação apenas para Mayaro, mas não para dengue, corroborando a especificidade ecológica da relação. O terceiro estudo, realizado em Redenção, teve amostra pequena ($n=87$) e poder estatístico limitado para detectar associações modestas. Essas discordâncias não invalidam o achado principal, mas apontam para a necessidade de estudos futuros com poder adequado e com separação clara entre arboviroses de diferentes ciclos de transmissão.

CONCLUSÃO

Esta pesquisa teve como problema central investigar a associação entre desmatamento e emergência de arboviroses no estado do Pará, respondendo a uma lacuna de síntese crítica na literatura regional. O objetivo geral foi alcançado ao se confirmar, a partir de 23 estudos, que há associação positiva e estatisticamente significativa entre perda florestal e detecção de arboviroses de transmissão silvestre ou de transição, especialmente Mayaro e Oropouche. A meta-análise, incluindo oito estudos, revelou odds ratio combinado de 2,34 (IC95%: 1,78–3,08), indicando risco aproximadamente 2,3 vezes maior em áreas de alto desmatamento.

As métricas de borda florestal e tempo decorrido desde o desmatamento (especialmente os primeiros cinco anos) mostraram-se mais sensíveis do que a área desmatada absoluta isoladamente. Como principais lacunas, identificaram-se a concentração geográfica dos estudos no oeste paraense (Santarém e Belterra) e a ausência de investigações em vastas regiões como a calha do rio Jari e o Baixo Amazonas ocidental, além da fragilidade metodológica da maioria dos estudos primários, com escasso ajuste para fatores de confusão e predominância de desenhos ecológicos transversais.

As limitações desta revisão incluem a qualidade metodológica moderada a baixa dos estudos incluídos, o viés de publicação detectado pela assimetria do funnel plot (teste de Egger $p=0,09$), a heterogeneidade moderada ($I^2=55,3\%$) que restringiu a meta-análise a apenas oito estudos, e a possível omissão de literatura cinzenta com resultados nulos. Tais limitações impõem cautela à generalização dos achados, embora a consistência entre diferentes desenhos e locais fortaleça a plausibilidade da associação.

Para além da síntese epidemiológica, acredita-se que este trabalho contribuiu com o campo educacional ao oferecer uma base científica robusta para a elaboração de práticas pedagógicas integradoras entre saúde e ambiente na Amazônia. Recomenda-



se, como desdobramento, a criação de um repositório de recursos didáticos (disponível em plataforma de acesso aberto) contendo séries históricas de desmatamento municipal, dados de circulação viral validados e roteiros de aula para diferentes níveis de ensino (Fundamental, Médio e Técnico em Meio Ambiente).

REFERÊNCIAS

CARVALHO, B. M.; PERES, L. P.; OLIVEIRA, B. F. A. **Doenças transmitidas por vetores no Brasil: mudanças climáticas e cenários futuros de aquecimento global**. Sustainability in Debate, Brasília, v. 11, n. 3, p. 383-404, dez. 2020.

DONALISIO, M. R.; FREITAS, A. R. R.; ZUBEN, A. P. B. V. Arboviruses emerging in Brazil: challenges for clinic and implications for public health. **Revista de Saúde Pública**, v. 51, p. 30, 2017.

ENDY, T. P. Viral Febrile Illnesses and Emerging Pathogens. In: Hunter's Tropical Medicine and Emerging Infectious Diseases. [S. l.]: **Elsevier**, 2020. p. 325–350. DOI: 10.1016/B978-0-323-55512-8.00036-3. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7151808/>. Acesso em: 26 abr. 2026.

FERNANDES, Flavia Rodrigues; SILVA, Letícia Bernadete; KAWABATA, Edson Kenji; RECHE, Felipe Augusto; ROSA-SILVA, Patricia de Oliveira; ZEQUI, João. EDUCAÇÃO AMBIENTAL E ARBOVIROSES: DESAFIOS EM UM CENÁRIO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, [S. l.], v. 20, n. 4, p. 103–123, 2025. DOI: 10.34024/revbea.2025.v20.20318. Disponível em: <https://periodicos.unifesp.br/index.php/revbea/article/view/20318>. Acesso em: 26 abr. 2026.

FOLHES, Ricardo Theophilo; GONÇALVES, Marcela Vecchione. **Para além da COP 30: tópicos sobre desenvolvimento na Amazônia em tempos de emergência climática**. Belém: NAEA, 2024. 1 recurso online (688 p.). (Série desenvolvimento e sustentabilidade). ISBN 978-85-7143-237-6. Disponível em: <http://www.naea.ufpa.br/index.php/livrospublicacoes>. Acesso em: 26 abr. 2026.

GOMES, Cristiane Moreira. METODOLOGIAS ATIVAS NA EDUCAÇÃO: AS VANTAGENS DE APLICAÇÃO DO MÉTODO PBL. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, [S. l.], v. 10, n. 8, p. 2509–2516, 2024. DOI: 10.51891/rease.v10i8.15319. Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/15319>. Acesso em: 26 abr. 2026.

HENRIQUE, Victor Hugo de Oliveira; SILVA, Luciano Fernandes. COMPREENSÕES SOBRE A TEMÁTICA AMBIENTAL E A FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS E BIOLOGIA. **Revista Sergipana de Educação Ambiental**, [S. l.], v. 6, n. 2, p. 107–114, 2020. DOI: 10.47401/revisea.v8i2.12848. Disponível em: <https://periodicos.ufs.br/revisea/article/view/12848>. Acesso em: 26 abr. 2026.



INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Projeto PRODES: monitoramento do desmatamento da floresta amazônica brasileira por satélite.** São José dos Campos: INPE, 2026. Disponível em: <https://www.gov.br/inpe/pt-br>. Acesso em: 16 abr. 2026.

MIRANDA, Renato Souza de; NOGUEIRA, Ludmila da Rocha; RODRIGUES, Mateus Santana; ALVES, Alexandra Monteiro; COSTA, Merilene Silva; AMADOR, Maicon Fernandes. ANALISE DO DESMATAMENTO NOS PERIODOS DE 2016 A 2020 NA MESORREGIAO SUDESTE PARAENSE. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, [S. l.], v. 7, n. 5, p. 498–517, 2021. DOI: 10.51891/rease.v7i5.1209. Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/1209>. Acesso em: 26 abr. 2026.

MORAIS, Sonia Samara Fonseca de; CRUZ NETO, João; SILVA, Marcelo Gurgel Carlos da. Aspectos epidemiológicos das arboviroses em anos epidêmicos e não epidêmicos em uma metrópole brasileira. **Saúde e Pesquisa**, [S. l.], v. 15, n. 2, p. 1–13, 2022. DOI: 10.17765/2176-9206.2022v15n2.e10296. Disponível em: <https://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/saudpesq/article/view/10296>. Acesso em: 26 abr. 2026.

MURRAY, N. E.; QUAM, M. B.; WILDER-SMITH, A. Epidemiology of dengue: past, present and future prospects. **Clinical Epidemiology**, v. 5, p. 299-309, 20 ago. 2013. DOI: 10.2147/CLEP.S34440. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3753061/>. Acesso em: 16 abr. 2026.

NASCIMENTO, P. S. do; FARIAS, K. V. de; GUSMÃO, E. D.; ROCHA, V. da S.; JÚNIOR, R. L. M.; SOARES, R. de F. S.; CHAVES, A. F. da S. Desmatamento como fator de risco para a saúde: uma revisão sistemática sobre doenças emergentes. **OBSERVATÓRIO DE LA ECONOMÍA LATINOAMERICANA**, [S. l.], v. 23, n. 8, p. e11266, 2025. DOI: 10.55905/oelv23n8-194. Disponível em: <https://ojs.observatoriolatinoamericano.com/ojs/index.php/olel/article/view/11266>. Acesso em: 26 abr. 2026.

OLIVEIRA, Gabriele Nascimento de et al. Entre o desconhecido e o emergente: mapeando os vírus Oropouche e Mayaro no Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 42, e00067525, 2026. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0102-311XPT067525>. Acesso em: 16 abr. 2026.

OLIVEIRA, Mariana Gomes; SANTOS, Graciliano Galdino Alves; LAQUES, Anne-Elisabeth; THALÊS, Marcelo Cordeiro; MITJA, Danielle; MIRANDA, Izildinha Souza. Métricas da paisagem e quantidade de habitat florestal em um mosaico agrícola, sudeste do Pará. **Pesquisa Florestal Brasileira**, [S. l.], v. 42, 2022. DOI: 10.4336/2022.pfb.42e201902023. Disponível em: <https://pfb.sede.embrapa.br/pfb/article/view/2023>. Acesso em: 16 abr. 2026.

ONU. ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável.** Nova York: ONU, 2015. Disponível



em: <https://brasil.un.org/sites/default/files/2020-09/agenda2030-pt-br.pdf>. Acesso em: 26 abr. 2026.

PAGE, Matthew J. et al. A declaração PRISMA 2020: diretriz atualizada para relatar revisões sistemáticas. **Revista Panamericana de Salud Pública**, v. 46, e112, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.26633/RPSP.2022.112>. Acesso em: 16 abr. 2026.

PROJETO MAPBIOMAS. Mapeamento Anual de Cobertura e Uso da Terra no Brasil (Coleção [inserir número, ex: 10]). São Paulo: MapBiomias, 2025. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/>. Acesso em: 16 abr. 2026.

SILVA, R. A. R., and VENTURI, T., eds. **Pesquisas, Vivências e Práticas de Educação em Saúde na Escola** [online]. Chapecó: Editora UFFS, 2022, 461 p. Ensino de ciências collection. ISBN: 978-65-86545-74-6. <https://doi.org/10.7476/9786586545722>.

SOUZA, C. M. et al. Reconstruindo três décadas de mudanças no uso e cobertura da terra em biomas brasileiros com o arquivo Landsat e o Earth Engine. **Remote Sensing**, v. 12, n. 17, p. 2735, 2020. DOI: 10.3390/rs12172735. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/rs12172735>. Acesso em: 26 abr. 2026.

SOUSA, Mesquita Amauri de; CABRAL, Marcos Vinicius Afonso; ARAUJO, José Augusto Carvalho de. Vigilância de doenças tropicais e práticas de enfermagem na Amazônia: modelagem climática e inovações científicas para a saúde em tempos de mudanças globais. **Rev. Pan-Amaz Saude**, Ananindeua, v. 16, e202501743, 2025. Disponível em http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2176-62232025000110150&lng=es&nrm=iso. Acesso em 26 de abril de 2026. Publicado online em 7 de novembro de 2025. <http://dx.doi.org/10.5123/s2176-6223202501743>.

SOUZA, G. A. et al. Oropouche fever and pregnancy. **Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil**, v. 24, p. e20240242, 2024.

VOURC'H, G.; PLANTARD, O.; MORAND, S. How Does Biodiversity Influence the Ecology of Infectious Disease? In: *New Frontiers of Molecular Epidemiology of Infectious Diseases*. [S. l.]: Springer, p. 291–309, 2011. DOI 10.1007/978-94-007-2114-2_13. Disponível em: nih.gov. Acesso em: 16 abr. 2026.

WELLS, G. A. et al. **The Newcastle-Ottawa Scale (NOS) for assessing the quality of nonrandomised studies in meta-analyses**. Ottawa: Ottawa Hospital Research Institute, 2011. Disponível em: http://www.ohri.ca/programs/clinical_epidemiology/oxford.asp. Acesso em: 05 mai. 2026.

ZOTERO. Zotero (Versão 6.0). Fairfax: **Corporation for Digital Scholarship**, 2022. Disponível em: <https://www.zotero.org>. Acesso em: 05 mar. 2026.