

REVISÃO DE LITERATURA IDENTIFICADO

Aplicações da Inteligência Artificial no Diagnóstico da Esquistossomose: Revisão de Escopo

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE DIAGNOSIS OF SCHISTOSOMIASIS: A SCOPING REVIEW

Vitor Comassetto Paes¹; Gabriel Henrique Carvalho Leite Romeiro¹; Tacy Santana Machado¹; Jessyca Lane Fausto Lira¹; Luciano Timbo Barbosa¹; Reinaldo dos Santos Moura²

1 Acadêmico(a) de Medicina, Centro Universitário de Maceió (UNIMA/Afya), Maceió/AL

2 Docente de Medicina, Centro Universitário de Maceió (UNIMA/Afya), Maceió/AL

E-mail do autor principal: reinaldo.santos@afya.com.br

Eixo Temático: Eixo 03 - Tecnologia e Inovação

RESUMO

A esquistossomose é doença tropical negligenciada cujo diagnóstico convencional por microscopia direta apresenta sensibilidade reduzida em infecções de baixa intensidade e depende de microscopistas treinados, escassos em regiões endêmicas. Tecnologias de inteligência artificial (IA) aplicadas à detecção de ovos, lesões e biomarcadores prometem ampliar o acesso a diagnóstico de qualidade nesses contextos. Objetivou-se mapear a extensão, a natureza e as lacunas da literatura sobre IA aplicada ao diagnóstico da esquistossomose. Trata-se de revisão de escopo conduzida segundo a metodologia do JBI e reportada conforme o PRISMA-ScR, com buscas em cinco bases (PubMed/MEDLINE, LILACS/BVS, SciELO, IEEE Xplore e Global Index Medicus), resultando em 347 registros identificados, 271 após deduplicação automatizada, 90 estudos elegíveis após triagem por título e resumo e 18 estudos primários incluídos após leitura integral e critério de elegibilidade final (avaliação de método de IA/aprendizado de máquina genuíno, com métrica de desempenho diagnóstico validada em população humana). Diferentemente de revisões anteriores deste conjunto temático, a interseção entre IA e diagnóstico da esquistossomose mostrou-se campo maduro e numeroso, exigindo consolidação de estudos redundantes do mesmo dispositivo ou grupo de pesquisa para viabilizar síntese neste formato. Os 18 estudos incluídos, publicados entre 2020 e 2026, cobriram detecção automatizada de ovos em urina e fezes, diagnóstico visual computadorizado da esquistossomose genital feminina, histopatologia, leitura automatizada de teste sorológico point-of-care e estadiamento de fibrose hepática, com desempenho diagnóstico geralmente comparável ou superior à microscopia convencional, mas com heterogeneidade metodológica relevante entre estudos. Conclui-se que a IA aplicada ao diagnóstico da esquistossomose é campo ativo e em expansão, com evidência já consolidada para detecção de ovos em contextos de baixo recurso, mas ainda concentrado fora da América Latina.

Palavras-chave: Esquistossomose. Inteligência Artificial. Aprendizado de Máquina. Diagnóstico. Microscopia.

ABSTRACT

Schistosomiasis is a neglected tropical disease whose conventional microscopy-based diagnosis has reduced sensitivity in low-intensity infections and depends on trained microscopists, who are scarce in endemic regions.

Artificial intelligence (AI) technologies applied to egg, lesion, and biomarker detection promise to expand access to quality diagnosis in these settings. The objective was to map the extent, nature, and gaps in the literature on AI applied to the diagnosis of schistosomiasis. This is a scoping review conducted according to the JBI methodology and reported according to PRISMA-ScR, with searches in five databases (PubMed/MEDLINE, LILACS/BVS, SciELO, IEEE Xplore, and Global Index Medicus), resulting in 347 records identified, 271 after automated deduplication, 90 eligible studies after title and abstract screening, and 18 primary studies included after full-text reading and a final eligibility criterion (evaluation of a genuine AI/machine learning method with a validated diagnostic performance metric in a human population). Unlike previous reviews in this thematic set, the intersection between AI and schistosomiasis diagnosis proved to be a mature and numerous field, requiring consolidation of redundant studies from the same device or research group to enable synthesis in this format. The 18 included studies, published between 2020 and 2026, covered automated egg detection in urine and stool, computerized visual diagnosis of female genital schistosomiasis, histopathology, automated reading of point-of-care serological tests, and liver fibrosis staging, with diagnostic performance generally comparable to or better than conventional microscopy, but with relevant methodological heterogeneity across studies. It is concluded that AI applied to schistosomiasis diagnosis is an active and expanding field, with already consolidated evidence for egg detection in low-resource settings, though still concentrated outside Latin America.

Keywords: Schistosomiasis. Artificial Intelligence. Machine Learning. Diagnosis. Microscopy.

INTRODUÇÃO

A esquistossomose é doença tropical negligenciada que afeta mais de 200 milhões de pessoas, associada a vulnerabilidade social, saneamento inadequado e desigualdades no acesso à saúde, refletindo os Determinantes Sociais da Saúde (DSS) e os ODS de saúde e bem-estar, água/saneamento e redução das desigualdades¹. A microscopia convencional, principal método diagnóstico em áreas endêmicas, tem sensibilidade reduzida em infecções de baixa intensidade e depende de microscopistas treinados, recurso escasso em regiões de baixa renda. Revisão sistemática com metanálise sobre ferramentas assistidas por IA para *S. haematobium* reuniu 10 estudos com 5.564 amostras e encontrou sensibilidade de 88% e especificidade de 89% (SROC 0,94), desempenho comparável ao padrão de referência¹.

Uma revisão semelhante sobre microscopia assistida por IA para helmintíases e esquistossomose demonstrou campo em rápida expansão, com dispositivos em variados estágios de validação, ainda fora da América Latina e sem incorporação rotineira aos programas de controle². Ainda são limitadas as sínteses dessas evidências, e o volume de estudos identificados sugere desenvolvimento mais expressivo dessa temática. Esta revisão teve como objetivo mapear a extensão, as características e as lacunas das evidências sobre a IA no diagnóstico da esquistossomose.

MÉTODO

Trata-se de revisão de escopo conduzida conforme a metodologia da JBI e reportada conforme o PRISMA-ScR. A pergunta foi estruturada em formato PCC: indivíduos com esquistossomose confirmada ou suspeita; uso de IA, aprendizado de máquina ou aprendizado profundo aplicado ao diagnóstico, detecção ou estadiamento de complicações; qualquer cenário clínico ou laboratorial, sem restrição de idioma ou geografia. A busca foi realizada em PubMed/MEDLINE, LILACS/BVS, SciELO, IEEE Xplore e Global Index Medicus (Tabela 1), esta última por contemplar literatura sub-representada em bases tradicionais, sobretudo da África Subsaariana; a triagem exigiu referência explícita a aplicações diagnósticas, excluindo-se descoberta de fármacos e aplicações não diagnósticas. Incluíram-se estudos primários em humanos com método de IA/aprendizado de máquina genuíno e métrica de desempenho diagnóstico validada (sensibilidade, especificidade, acurácia, AUC ou concordância); excluíram-se estudos de predição de risco populacional, prognóstico, modelo animal, identificação de vetor, descoberta de fármacos, revisões e estudos sem validação diagnóstica adequada.

A busca identificou 347 registros (236 PubMed/MEDLINE, 17 LILACS/BVS, 25 IEEE Xplore, 68 Global Index Medicus, 1 SciELO); após deduplicação automatizada (76), restaram 271, dos quais 90 foram elegíveis por título/resumo. A leitura integral identificou 1 duplicata adicional (mesmo estudo publicado em dois idiomas), resultando em 27 estudos que atenderam a todos os critérios. Dado o elevado número, realizou-se consolidação editorial declarada: 7 estudos eram validações adicionais de dispositivos/grupos já representados, selecionando-se 1 estudo representativo por tecnologia redundante, priorizando validação de campo e maior robustez, resultando em 18 estudos na síntese final (Figura 1). Como limitação, todas as etapas foram conduzidas por um único revisor, e a não inclusão de outras fontes pode ter deixado de identificar estudos elegíveis.

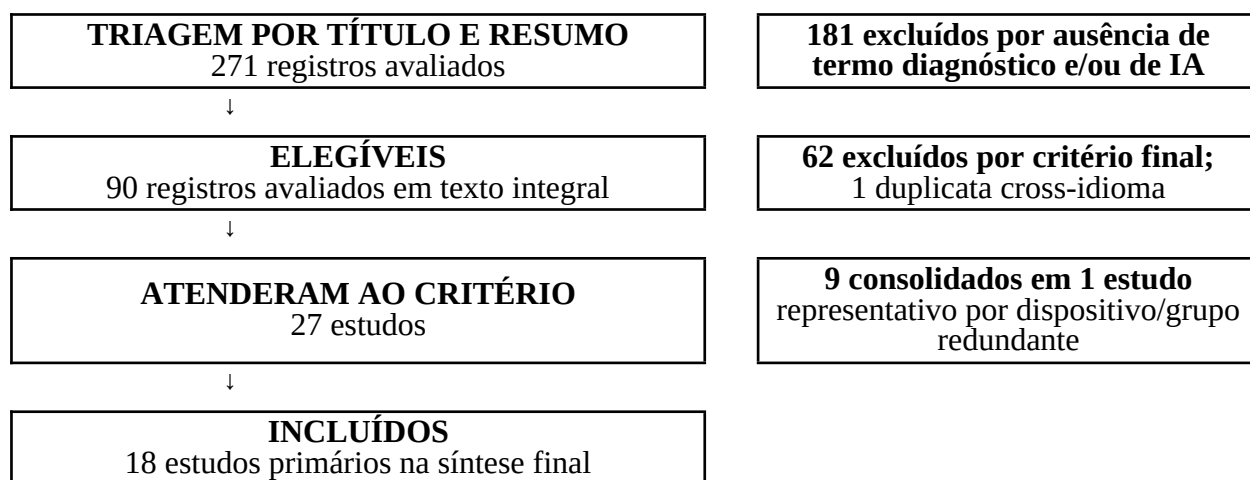
Base	Estratégia (retrieval amplo, refinamento na triagem)
PubMed/MEDLINE	("schistosomiasis"[tiab] OR "schistosoma"[tiab] OR "bilharzia"[tiab] OR "Schistosomiasis"[Mesh]) AND ("machine learning"[tiab] OR "deep learning"[tiab] OR "artificial intelligence"[tiab] OR "neural network"[tiab] OR "convolutional neural network"[tiab] OR "image analysis"[tiab] OR "computer-aided diagnosis"[tiab] OR "algorithm"[tiab] OR "automated detection"[tiab])
LILACS/BVS	("esquistossomose" OR "esquistossomíase" OR "schistosoma" OR "bilharziose" AND ("inteligência artificial" OR "aprendizado de máquina" OR "rede neural" OR "algoritmo" OR "diagnóstico automatizado" OR "visão computacional"))
SciELO	("esquistossomose" OR "schistosoma") AND ("inteligência artificial" OR "aprendizado de máquina" OR "algoritmo")
IEEE Xplore	("schistosomiasis" OR "schistosoma") AND ("machine learning" OR "deep learning" OR "artificial intelligence" OR "image processing" OR "convolutional neural network" OR "object detection")
Global Index Medicus	("esquistossomose" OR "schistosomiasis" OR "schistosoma" OR "bilharzia") AND ("artificial intelligence" OR "machine learning" OR "inteligência artificial" OR "aprendizado de máquina" OR "algorithm" OR "algoritmo")

Tabela 1. Estratégias de busca por base de dados, sem restrição de data ou idioma.

Figura 1. Fluxograma PRISMA-ScR.

IDENTIFICAÇÃO 347 registros identificados (PubMed 236; LILACS 17; IEEE 25; GIM 68; SciELO 1) 76 duplicatas removidas (automatizada), restando 271 registros

↓



Nota: E1 foco fora do diagnóstico humano; E2 não é estudo primário; E3 sem método de IA/aprendizado de máquina genuíno; E4 falso positivo de busca ampla; E6 prova de conceito sem métrica de desempenho validada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os 18 estudos incluídos (Figura 1; Tabela 2), publicados entre 2020 e 2026, evidenciaram expansão crescente das aplicações da IA no diagnóstico da esquistossomose, conduzidos majoritariamente na África Subsaariana, além de China, Brasil, Espanha e Paquistão; na América Latina, apenas o Brasil contribuiu. Os achados cobriram detecção automatizada de ovos (10 estudos), diagnóstico visual da esquistossomose genital feminina (FGS, 2), histopatologia (1), leitura de teste sorológico point-of-care (1) e estadiamento de fibrose hepática (2), além de 1 estudo de reconhecimento multiespécies com acurácia de 100% para *S. japonicum*³.

A detecção automatizada de ovos foi o campo mais consolidado. O Schistoscope, de consórcio europeu-africano, concentrou o maior número de validações, com sensibilidade e especificidade superiores a 90% para *S. haematobium*⁴, resultado replicado em campo no Gabão frente a PCR e antígeno⁵ e depois estendido a *S. mansoni* em fezes⁶. Outros dispositivos — AiDx Assist⁷, sistema robotizado YOLOv5⁸ e plataformas chinesas^{3,9} — alcançaram acurácias de 93% a 100%, com desempenho mais modesto em indicações secundárias. No Brasil, algoritmos em Kato-Katz atingiram precisão de 0,884 e sensibilidade de 82,3% para *S. mansoni*^{10,14}; na Etiópia, acurácia superior a 99%¹¹. Estudo multicêntrico demonstrou queda de desempenho fora da distribuição de treinamento¹².

Na esquistossomose genital feminina (FGS), condição frequentemente subdiagnosticada, modelo YOLO em imagens cervicais de Camarões atingiu sensibilidade de 0,96, superando método computadorizado convencional e reduzindo o tempo de

processamento¹⁵, achado corroborado preliminarmente na Zâmbia¹⁶. Em histopatologia, modelos de aprendizado profundo segmentaram ovos em lâminas de bexiga de pacientes reais no Paquistão¹⁷, e na leitura de testes diagnósticos, sistema interpretável automatizou a leitura de antígeno catódico circulante em 3.188 indivíduos em Uganda, com sensibilidade de 86,6% e especificidade de 96,5% frente à leitura de especialista¹⁸.

No estadiamento de fibrose hepática, modelo XGBoost com dados de 6.158 participantes chineses alcançou AUC de 0,854, superando APRI e FIB-4 (AUC 0,51-0,52)¹⁹, e radiômica de ultrassom atingiu AUC de até 0,83 entre graus de fibrose²⁰. Em conjunto, a IA mostrou desempenho comparável ou superior à microscopia, com heterogeneidade metodológica relevante e concentração fora da América Latina.

Autor/Ano	Tecnologia	N/Amostras	Domínio	Principal achado
He W et al., 2024	YOLOv4	Múltiplas espécies	Ovos (múltiplos parasitas)	Acurácia de 100% para <i>S. japonicum</i> e <i>C. sinensis</i> ; 75-98% para espécies mistas.
Armstrong M et al., 2022	Schistoscope (microscopia + IA)	NI	Ovos em urina	Sensibilidade e especificidade >90% vs. microscopia.
Meulah B et al., 2024	Schistoscope (Gabão)	1137 amostras	Ovos em urina	Não inferior a PCR + teste de antígeno.
Oyibo P et al., 2025	Schistoscope, EfficientDet	~300 esfregaços	Ovos em fezes (multiclasse)	Alta precisão/sensibilidade/especificidade, 4 espécies.
Meulah B et al., 2025	AI-Dx Assist	405 participantes	Ovos em urina e fezes	Bom p/ <i>S. haematobium</i> (urina); modesto p/ <i>S. mansoni</i> (fezes).
Rubio Maturana C et al., 2024	YOLOv5/v8, microscópio robotizado	1017 imagens	Ovos em urina	Precisão 99,3%; recall 99,4% (prova de princípio).
Zhu H et al., 2024	Plataforma IA (Baidu EasyDL)	1003 lâminas	Ovos (múltiplos parasitas)	Acurácia 93,4% (API na nuvem).
Oliveira BAS et al., 2025	Faster R-CNN + ResNet-50	1100 imagens	Ovos em fezes (Kato-Katz)	Precisão média (AP) de 0,884.
Belachew E et al., 2025	CNN híbrido + ML (VGG16-SVM)	1490 imagens	Ovos em fezes	Acurácia 99,31%-99,35%.
Mohammed MA et al., 2025	YOLOv7 (variantes)	Multissítio	Ovos em fezes (Kato-Katz)	F1-score 97,47% (dentro da distribuição).
Ward PK et al., 2026	Plataforma de patologia digital (AI-DP)	951 lâminas / 43919 ovos	Ovos em fezes	Precisão 89,1% para <i>S. mansoni</i> .
Chielle EO et al., 2020	Redes Inception e MobileNet	2740 imagens	Ovos (múltiplos parasitas)	Sensibilidade 82,3%; especificidade 95,1%.
Zhu J et al., 2025	YOLO (imagem cervical)	725 imagens (teste)	FGS (diagnóstico visual)	Sensibilidade 0,96; acurácia 0,78.
Sharma A et al., 2026	AID-FGS (modelo de IA)	340 sujeitos	FGS (diagnóstico visual)	Achados preliminares de viabilidade.
Shams M et al., 2025	YOLOv5/v8/v9/v11	681 imagens	Histopatologia (bexiga)	Segmentação de ovos em lâminas reais de pacientes.
Ho C et al., 2026	Pipeline de ML interpretável	3188 indivíduos	Leitura de teste sorológico POC	Sensibilidade 86,6%; especificidade 96,5%.
Wang T et al., 2026	5 modelos de ML, melhor: XGBoost	6158 participantes	Estadiamento de fibrose hepática	AUC 0,854 (XGBoost) vs. 0,51-0,52 (APRI/FIB-4).
Guo Z et al., 2024	Radiômica de ultrassom + SVM	1531 pacientes	Estadiamento de fibrose hepática	AUC 0,77-0,83 entre graus adjacentes de fibrose.

Tabela 2. Síntese dos 18 estudos primários incluídos, em ordem de citação no texto. NI = não informado; FGS = esquistossomose genital feminina; POC = point-of-care.

CONCLUSÃO

Foram mapeadas a extensão, as características e as lacunas da literatura sobre a IA no diagnóstico da esquistossomose. Os resultados demonstraram maturidade superior à de outras aplicações de IA em doenças negligenciadas, com evidências em diferentes domínios e predomínio de estudos de detecção automatizada de ovos. Os modelos avaliados tiveram desempenho comparável ou superior à microscopia convencional, com potencial para ampliar a capacidade diagnóstica e fortalecer vigilância em áreas endêmicas. Sob a perspectiva da Saúde Coletiva, a incorporação dessas tecnologias pode reduzir barreiras ligadas à escassez de profissionais, à infraestrutura limitada e às desigualdades de acesso, relacionadas aos DSS.

A literatura disponível permanece concentrada em países africanos e asiáticos, com participação ainda limitada da América Latina, e são escassas as avaliações em condições reais de implementação. Como limitação, destaca-se a condução das etapas por um único revisor e a inclusão de número restrito de bases. Futuros estudos de validação em cenários latino-

americanos, sobretudo de *S. mansoni*, e revisões com metanálise por domínio poderão consolidar as evidências e orientar a incorporação dessas tecnologias em saúde pública.

REFERÊNCIAS

1. Desale S, Alemu G, Hailu T. Accuracy of AI-assisted diagnostic tools for *Schistosoma haematobium*: A systematic review and meta-analysis. *PLoS Negl Trop Dis*. 2026;20(5):e0013703.
2. Ward P, Levecke B, Ajampur S. Harnessing artificial intelligence microscopy to improve diagnostics for soil-transmitted helminthiasis and schistosomiasis: a review of recent advances and future pathways. *Curr Opin Infect Dis*. 2024;37(5):376-384.
3. He W, Zhu H, Geng J, Hu X, Li Y, Shi H, et al. Recognition of parasitic helminth eggs via a deep learning-based platform. *Front Microbiol*. 2024;15:1485001.
4. Armstrong M, Harris AR, D'Ambrosio MV, Coulibaly JT, Essien-Baidoo S, Ephraim RKD, et al. Point-of-Care Sample Preparation and Automated Quantitative Detection of *Schistosoma haematobium* Using Mobile Phone Microscopy. *Am J Trop Med Hyg*. 2022;106(5):1442-1449.
5. Meulah B, Oyibo P, Hoekstra PT, Moure PAN, Maloum MN, Laclong-Lontchi RA, et al. Validation of artificial intelligence-based digital microscopy for automated detection of *Schistosoma haematobium* eggs in urine in Gabon. *PLoS Negl Trop Dis*. 2024;18(2):e0011967.
6. Oyibo P, Meulah B, Agbana T, van Lieshout L, Oyibo W, Vdovin G, et al. Deep learning-based automated detection and multiclass classification of soil-transmitted helminths and *Schistosoma mansoni* eggs in fecal smear images. *Sci Rep*. 2025;15(1):21495.
7. Meulah B, Hoekstra PT, Popoola S, Jujjavarapu S, Aderogba M, Fadare JO, et al. Evaluation of the AiDx Assist device for automated detection of *Schistosoma* eggs in stool and urine samples in Nigeria. *Front Parasitol*. 2025;4:1440299.
8. Rubio Maturana C, Dantas de Oliveira A, Zarzuela F, Ruiz E, Sulleiro E, Mediavilla A, et al. Development of an automated artificial intelligence-based system for urogenital schistosomiasis diagnosis using digital image analysis techniques and a robotized microscope. *PLoS Negl Trop Dis*. 2024;18(11):e0012614.
9. Zhu H, Li Y, Zhu D, Wang Y, Zhang J, Chen S, et al. Establishment and application of an artificial intelligence-assisted platform for detection of parasite eggs. *Chin J Schistosomiasis Control*. 2024;36(6):643-648.
10. Oliveira BAS, Coelho PRS, Moreira JMP, Alves MA, Negrão-Corrêa DA, Geiger SM, et al. Towards effective and efficient machine learning models for schistosomiasis diagnosis in microscopic images. *Exp Parasitol*. 2025;275:108967.
11. Belachew E, Calputura K, Adamu A, Getachew B. Constructing a Predictive Model for STH and Schistosomiasis Classification From Microscopic Images. *Biomed Res Int*. 2025;2025:8074581.
12. Mohammed MA, Anzaku ET, Ward PK, Levecke B, Krishnamoorthy J, De Neve W, et al. Detecting soil-transmitted helminth and *Schistosoma mansoni* eggs in Kato-Katz stool smear microscopy images: A comprehensive in- and out-of-distribution evaluation of YOLOv7 variants. *PLoS Negl Trop Dis*. 2025;19(7):e0013234.
13. Ward PK, Mohammed MA, Ayana Heda M, Broadfield LA, Dahlberg P, Dana D, et al. An artificial intelligence-powered digital pathology platform to support large-scale deworming programs against soil-transmitted helminthiasis and intestinal schistosomiasis in resource-limited settings. *PLoS Negl Trop Dis*. 2026;20(3):e0013432.
14. Chielle EO, Kuiava EL, Faust GA, Chielle AP, Kuiava VA, Alves RJF. Desenvolvimento de sistema estruturado com inteligência artificial para apoio no diagnóstico de parasitoses intestinais. *Clin Biomed Res*. 2020;40(3):148-153.
15. Zhu J, Noble JA, Gomes M. Artificial Intelligence Image-Diagnosis for Female Genital Schistosomiasis. *Mayo Clin Proc Digit Health*. 2025;3(3):100245.
16. Sharma A, Dam T, Mwangelwa S, Kabengele C, Kilembe W, Vwalika B, et al. AID-FGS: Artificial intelligence-enabled diagnosis of female genital schistosomiasis: Preliminary findings. *PLOS Digit Health*. 2026;5(2):e0001255.
17. Shams M, Bakar AA, Zehra T, Bello S, Parween S, Jafri A. Detection of *Schistosoma* Eggs Using an AI-Based Deep Learning Model on Urinary Bladder Histopathology Images. *J Coll Physicians Surg Pak*. 2025;35(11):1385-1390.
18. Ho C, Puthur C, Nabatte B, Moore CP, Abdoel T, Paulussen R, et al. Interpretable machine learning and signal processing for automated reading and quality control of lateral flow tests for schistosomiasis. *Nat Commun*. 2026;17(1).
19. Wang T, Jiang Y, Zhang J, Li W, Xue H, Hua H, et al. Development and validation of a machine learning-based model for identifying liver fibrosis in individuals with prior *Schistosoma japonicum* infection: a step toward precision management. *Infect Dis Poverty*. 2026;15(1).
20. Guo Z, Zhao M, Liu Z, Zheng J, Gong Y, Huang L, et al. Feasibility of ultrasound radiomics based models for classification of liver fibrosis due to *Schistosoma japonicum* infection. *PLoS Negl Trop Dis*. 2024;18(6):e0012235.