

Distribuição de *Biomphalaria* spp. e determinação de áreas de risco de transmissão de *Schistosoma mansoni* em Belém, estado do Pará, Brasil: subsídios para a vigilância em saúde no contexto da COP30

Distribution of *Biomphalaria* spp. and identification of *Schistosoma mansoni* transmission risk areas in Belém, state of Pará, Brazil: contributions to health surveillance in the context of COP30

Christiane de Oliveira Goveia^{1,6}, Shirley Ferreira de Oliveira Nascimento¹, Salathyel Farias Pereira², Isabelle Helena Lima Dias¹, Álvaro Luan Santana Fonseca³, Ricardo José de Paula Souza e Guimarães^{2,4}, Suzete Rodrigues Gomes^{5,6}

¹ Instituto Evandro Chagas, Seção de Parasitologia, Laboratório de Malacologia, Ananindeua, Pará, Brasil

² Instituto Evandro Chagas, Programa de Pós-Graduação em Epidemiologia e Vigilância em Saúde, Ananindeua, Pará, Brasil

³ Secretaria de Estado de Saúde Pública do Pará, Departamento de Controle de Endemias, Belém, Pará, Brasil

⁴ Instituto Evandro Chagas, Seção de Epidemiologia, Laboratório de Geoprocessamento, Ananindeua, Pará, Brasil

⁵ Fundação Oswaldo Cruz, Laboratório de Referência Nacional em Esquistossomose e Malacologia, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil



RESUMO

OBJETIVO: Analisar a distribuição e a infecção natural de moluscos *Biomphalaria* no município de Belém, visando identificar áreas críticas de risco epidemiológico para esquistossomose. **MATERIAIS E MÉTODOS:** Estudo observacional, retrospectivo e descritivo, baseado na análise de dados secundários registrados pelo Laboratório de Malacologia do Instituto Evandro Chagas referentes ao período de 2020 a 2024. As informações foram avaliadas para mapear a distribuição espacial dos moluscos e identificar áreas de maior concentração e risco de ocorrência de esquistossomose. **RESULTADOS:** Foram analisados 5.736 exemplares pertencentes às espécies *Biomphalaria glabrata*, *Biomphalaria straminea* e *Biomphalaria tenagophila*. A taxa de infecção natural foi de 1,2% (67/5.736), com positividade para *Schistosoma mansoni* registrada apenas em *B. glabrata*. A análise espacial indicou áreas críticas nos distritos administrativos DAGUA e DASAC, além da presença de focos próximos a pontos turísticos da cidade. Os resultados contribuem para o fortalecimento da vigilância em saúde e ambiental em Belém, especialmente em um momento estratégico para a cidade, que sediará a COP30. **CONCLUSÃO:** A identificação de focos próximos a áreas turísticas reforça a necessidade de ações preventivas integradas, visando proteger a população e os visitantes da capital paraense.

Palavras-chave: *Schistosoma mansoni*; *Biomphalaria*; Análise Espacial; Vigilância em Saúde Pública; Saúde Única.

ABSTRACT

OBJECTIVE: To analyze the distribution and natural infection of *Biomphalaria* snails in the municipality of Belém, aiming to identify critical areas of epidemiological risk for schistosomiasis. **MATERIALS AND METHODS:** This observational, retrospective, and descriptive study was based on the analysis of secondary data recorded by the Malacology Laboratory of Evandro Chagas Institute, from 2020 to 2024. The information was evaluated to map the spatial distribution of snails and identify areas with higher concentration and risk of schistosomiasis occurrence. **RESULTS:** A total of 5,736 specimens were analyzed, belonging to the species *Biomphalaria glabrata*, *B. straminea*, and *B. tenagophila*. The natural infection rate was 1.2% (67/5,736), with *Schistosoma mansoni* detected only in *B. glabrata*. Spatial analysis revealed critical areas in the administrative districts DAGUA and DASAC, as well as foci near tourist sites in the city. The results contribute to strengthening health and environmental surveillance in Belém, especially at a strategic moment for the city, which will host COP30. **CONCLUSION:** The identification of foci near tourist areas highlights the need for integrated preventive actions to protect the population and visitors of the capital of Pará.

Keywords: *Schistosoma mansoni*; *Biomphalaria*; Spatial Analysis; Public health Surveillance; One Health.

Correspondência / Correspondence:

Christiane de Oliveira Goveia

Instituto Evandro Chagas – Rodovia BR 316, Km 7, s/n, CEP: 67030-000 – Bairro: Levilândia. Ananindeua, Pará, Brasil

Telefone: +55 (91) 3214-2189 – Ramal 2310

E-mail: christianegoveia@iec.gov.br

INTRODUÇÃO

A esquistossomose é uma das doenças parasitárias mais prevalentes no mundo, comumente relatada em áreas onde o acesso ao saneamento básico e à água potável é precário ou inexistente¹. Estima-se que a transmissão ativa da doença persista em 78 países de diferentes continentes, reforçando sua condição de grave problema de saúde pública¹⁻³. Seis espécies do gênero *Schistosoma* (Trematoda/Schistosomatidae) estão envolvidas na infecção humana; contudo, no Brasil, apenas *Schistosoma mansoni* (Sambon, 1907) foi relatada¹.

A esquistossomose *mansoni* figura entre as principais endemias parasitárias de veiculação hídrica, conferindo ao Brasil o papel de principal área endêmica das Américas⁴. Sua transmissão ocorre em 18 estados brasileiros e no Distrito Federal, sendo que a maioria dos casos se concentra nas regiões Nordeste e Sudeste⁵⁻¹¹. No estado do Pará, os primeiros casos autóctones foram registrados em 1951, na localidade de Fordlândia, município de Aveiro¹². Em Belém, capital do estado, Galvão¹³ identificou e documentou casos autóctones no bairro do Reduto, e, posteriormente, Paraense e colaboradores¹⁴ detectaram o primeiro foco de transmissão de *S. mansoni* no bairro do Telégrafo. De acordo com o Departamento de Informação e Informática do SUS (DATASUS), no âmbito do Programa de Controle da Esquistossomose (PCE), entre 2000 e 2016 foram confirmados 5.974 casos no estado, sendo 1.171 em Belém^{15,16}.

Por se tratar de uma parasitose de transmissão vetorial, a esquistossomose está relacionada a fatores ambientais e às transformações decorrentes das atividades humanas, sendo influenciada por aspectos biológicos, naturais e socioeconômicos^{17,18}. A presença de moluscos do gênero *Biomphalaria* suscetíveis à infecção por *S. mansoni* — *Biomphalaria glabrata* (Say, 1818), *Biomphalaria tenagophila* (Orbigny, 1835) e *Biomphalaria straminea* (Dunker, 1848) (Gastropoda/Planorbidae) — constitui condição indispensável para a manutenção do ciclo biológico do parasito¹⁹. Na capital paraense, há registros das três espécies, embora *B. glabrata* tenha sido a única encontrada naturalmente infectada por *S. mansoni*²⁰⁻²².

Esses dados evidenciam a persistência de condições favoráveis à manutenção do ciclo de *S. mansoni* em Belém e reforçam a importância do fortalecimento da vigilância malacológica e das ações de controle da esquistossomose. Tal necessidade torna-se ainda mais relevante diante da realização da 30ª Conferência das Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima (COP30), prevista para ocorrer na capital em novembro de 2025. O evento, promovido pela Organização das Nações Unidas (ONU), reunirá milhares de visitantes nacionais e estrangeiros, ampliando significativamente o fluxo populacional e as interações humanas com o ambiente urbano durante o período da conferência.

Fatores como vulnerabilidade social, mudanças ambientais e presença de moluscos hospedeiros são

interdependentes e contribuem para a manutenção da transmissão ativa de *S. mansoni*. Embora levantamentos malacológicos anteriores tenham sido realizados em diferentes contextos, torna-se necessária a produção de análises atualizadas, integradas e espacializadas, capazes de orientar estratégias mais efetivas de vigilância^{23,24}. Nesse sentido, o uso de ferramentas de geoprocessamento, que permitem a criação de mapas temáticos e análises espaciais, pode fornecer subsídios relevantes para as ações de vigilância em saúde humana, animal e ambiental^{1,25-27}.

Populações que residem em áreas com infraestrutura sanitária precária ou insuficiente tendem a estar expostas a cenários de vulnerabilidade que favorecem a disseminação de doenças relacionadas à água, como a esquistossomose^{28,29}. Além disso, as mudanças climáticas têm se mostrado fator determinante na dinâmica de transmissão de *S. mansoni*: a elevação das temperaturas pode influenciar o sucesso da infecção de *B. glabrata* pelo parasito³⁰, enquanto alterações no regime de chuvas e o aumento das inundações contribuem para a dispersão dos moluscos *Biomphalaria* e o contato humano com águas contaminadas^{31,32}.

Diante desse contexto, é fundamental que Belém esteja preparada para responder a possíveis demandas ampliadas em saúde pública, por meio do fortalecimento das ações de vigilância, prevenção e controle de agravos. A identificação e o monitoramento de áreas críticas para doenças como a esquistossomose assumem papel estratégico não apenas para proteger a população residente, mas também para garantir a segurança sanitária dos visitantes durante um evento de grandes proporções, como a COP30³³.

Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar a distribuição das espécies do gênero *Biomphalaria* e identificar áreas de risco para a transmissão de *S. mansoni* no município de Belém, de modo a subsidiar ações de vigilância em saúde pública no contexto da COP30.

MATERIAIS E MÉTODOS

TIPO DE ESTUDO E COLETA DE DADOS

Trata-se de um estudo retrospectivo, observacional, descritivo e analítico, baseado em dados secundários provenientes do banco de dados do Laboratório de Malacologia (LABMAL), da Seção de Parasitologia (SEPAR) do Instituto Evandro Chagas (IEC). Os dados analisados referem-se a coletas de moluscos límnicos realizadas no município de Belém entre 2020 e 2024, incluindo informações registradas sobre a ocorrência de moluscos do gênero *Biomphalaria*, determinação da espécie, presença de cercárias e localização geográfica das amostras.

Os registros utilizados foram obtidos a partir de atividades de rotina do laboratório, conduzidas conforme procedimentos padronizados, integrando as ações de vigilância em saúde executadas pelo IEC. Este estudo não envolveu novas coletas nem análises laboratoriais, limitando-se à sistematização,

análise estatística e geoespacial das informações previamente registradas.

ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado no município de Belém, localizado na região Norte do Brasil, com população estimada em 1,3 milhão de habitantes³⁴. A cidade apresenta condições ambientais favoráveis ao desenvolvimento de moluscos límnicos, como clima equatorial úmido, elevada pluviosidade e extensa rede hidrográfica composta por valas, canais, igarapés e poços.

Belém é subdividida em oito distritos administrativos: Belém (DABEL), Benguí (DABEN), Entroncamento (DAENT), Guamá (DAGUA), Icoaraci (DAICO), Mosqueiro (DAMOS), Outeiro (DAOOUT) e Sacramenta (DASAC) (Figura 1).

Historicamente, Belém apresenta registros da presença de *Biomphalaria* spp. e de focos de transmissão ativa de esquistossomose, especialmente em bairros periféricos e áreas de ocupação irregular^{20,21,35}. Nesse contexto, a seleção dos pontos

de coleta malacológica pelo LABMAL baseou-se em critérios específicos, como a existência prévia de casos da doença, a proximidade de corpos hídricos propícios à manutenção do ciclo parasitário e a viabilidade logística de acesso às áreas.

COLETA DE MOLUSCOS

As coletas foram conduzidas pela equipe técnica do LABMAL. Para isso, dois agentes realizaram visitas aos pontos amostrais, seguindo protocolos padronizados de coleta ativa, com tempo fixo estabelecido para cada ponto¹⁹. Após a coleta, os moluscos foram acondicionados em sacos plásticos contendo água do próprio local e devidamente identificados com os dados de campo.

Em seguida, foi preenchida uma ficha de campo contendo informações como endereço, data da visita, responsáveis pela coleta, presença ou ausência de moluscos, coordenadas geográficas do ponto e observações pertinentes. Esses dados foram posteriormente compilados na planilha utilizada neste estudo, assegurando a sistematização e padronização das informações coletadas.

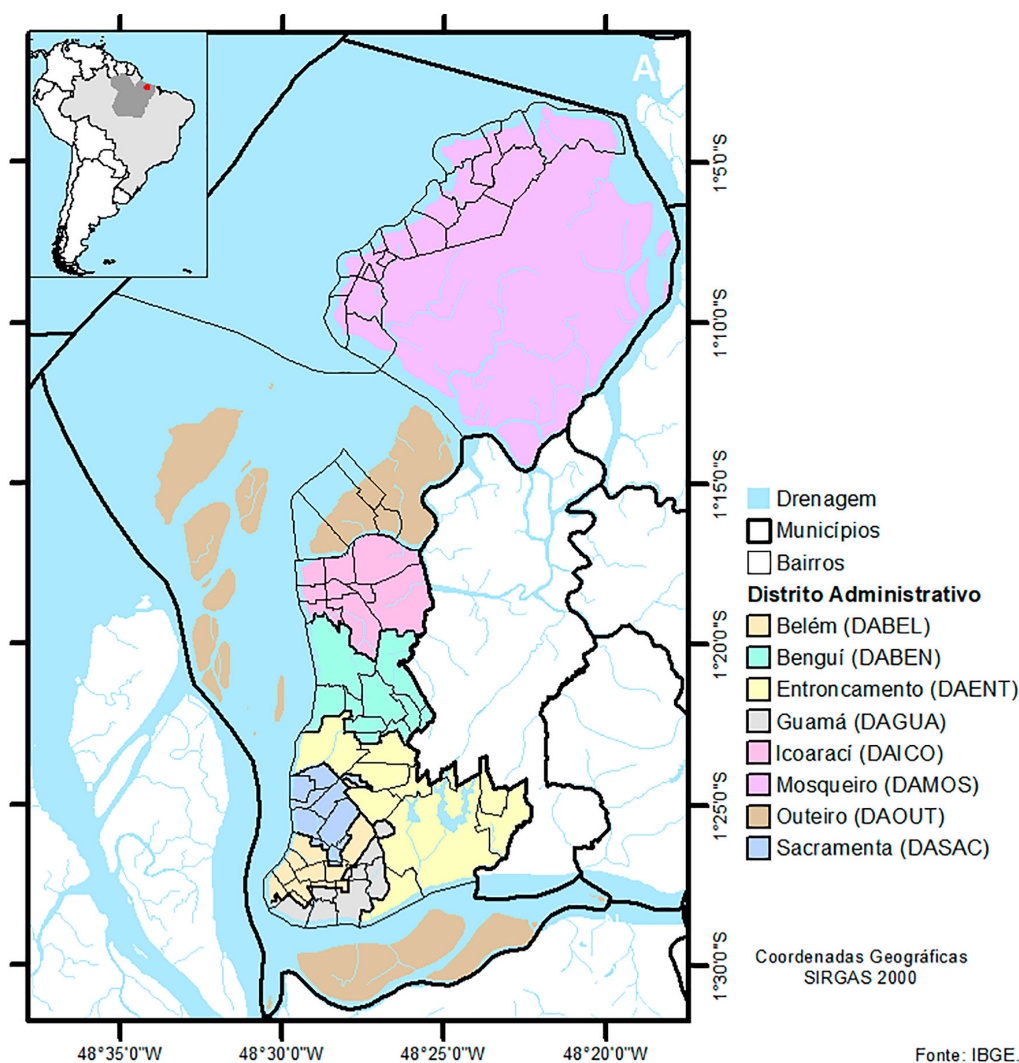


Figura 1 – Localização geográfica do município de Belém (ponto em vermelho), estado do Pará, Brasil, com destaque para seus distritos administrativos: Belém (DABEL), Benguí (DABEN), Entroncamento (DAENT), Guamá (DAGUA), Icoaraci (DAICO), Mosqueiro (DAMOS), Outeiro (DAOOUT) e Sacramenta (DASAC)

AVALIAÇÃO E ANÁLISE ESTATÍSTICA DA INFECÇÃO NATURAL NOS MOLUSCOS

Após a entrada no LABMAL, os moluscos foram acondicionados individualmente em frascos contendo água desclorada e expostos à luz artificial por um período de duas horas, com o objetivo de estimular a liberação de cercárias³⁶. Em seguida, cada amostra foi examinada sob microscópio estereoscópico binocular para avaliação da atividade cercariana.

As cercárias observadas foram classificadas em morfotipos, considerando características como padrão de nado, forma corporal e presença de estruturas específicas³⁶. A partir do total de moluscos analisados e registrados na planilha, calculou-se a taxa de infecção natural por *S. mansoni*, utilizando a equação 1, conforme diretriz técnica do Ministério da Saúde⁶:

$$\text{Taxa de infecção (\%)} = \frac{\text{n}^\circ \text{ de moluscos positivos}}{\text{n}^\circ \text{ total de moluscos examinados}} \times 100 \quad (1)$$

Para avaliar a significância da frequência de moluscos infectados, foi construída uma tabela de contingência com o número de indivíduos positivos e negativos para *S. mansoni* em cada espécie de *Biomphalaria*. Essa tabela serviu de base para o teste estatístico que verificou se a proporção de infecção diferia do esperado sob a hipótese nula de ausência de infecção.

As diferenças entre as proporções de infecção foram analisadas pelo teste do qui-quadrado de independência (χ^2), complementado pelo teste exato de Fisher para comparações par a par entre *B. glabrata* e as demais espécies. Para avaliar a presença de infecção, a proporção de moluscos infectados em *B. glabrata* e no conjunto total de espécimes foi testada em relação à hipótese nula de ausência de infecção ($p = 0$) por meio do teste binomial unicaudal.

As análises foram realizadas utilizando os programas OpenEpi 3.01³⁷ e BioEstat 5.3³⁸.

IDENTIFICAÇÃO DOS MOLUSCOS

A identificação dos moluscos foi realizada com base em métodos morfológicos e, quando necessário, moleculares. A identificação morfológica seguiu os critérios estabelecidos na literatura^{19,39-41}.

Nos casos de morfologia inconclusiva, empregou-se a técnica de reação em cadeia da polimerase com polimorfismo de comprimento de fragmentos de restrição (PCR-RFLP) para identificação molecular, e os perfis gerados foram comparados com padrões descritos na literatura⁴².

ANÁLISE ESPACIAL E DELIMITAÇÃO DAS ÁREAS DE RISCO

Os dados de ocorrência, localização geográfica, infecção e identificação das espécies foram organizados em um banco de dados georreferenciado e importados para um Sistema de Informações Geográficas (SIG). As bases cartográficas e os limites administrativos foram obtidos junto ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), e os mapas temáticos foram gerados

para visualização e interpretação dos focos críticos de transmissão de *S. mansoni*.

Foi elaborado um mapa de distribuição geral das espécies de *Biomphalaria* nos diferentes distritos de Belém, no qual a densidade combinada foi representada em tons de azul, classificados por quartis no software ArcGIS 10.4 (<https://www.arcgis.com/>). O estimador de densidade Kernel (EDK) foi aplicado aos dados de distribuição espacial dos moluscos infectados por *S. mansoni* para identificação de áreas de risco de ocorrência de esquistossomose⁴³.

O EDK foi executado com o programa TerraView 5.7.1 (<http://www.dpi.inpe.br/terralib5/wiki/doku.php>), e os mapas foram elaborados no ArcGIS.

ASPECTOS ÉTICOS

Este estudo dispensa submissão ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) e ao Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA), conforme as Resoluções nº 466/12 e nº 510/16 do Conselho Nacional de Saúde e a Lei nº 11.794/2008 (Lei Arouca).

A dispensa é justificada por envolver exclusivamente dados secundários de moluscos invertebrados, não abrangidos pelas normas do Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), que se aplicam apenas a vertebrados vivos não humanos.

RESULTADOS

COLETA E IDENTIFICAÇÃO DE MOLUSCOS

Nos oito distritos administrativos estudados foram registrados 273 pontos com ocorrência de *Biomphalaria* spp., totalizando 6.207 espécimes. Entretanto, a análise parasitológica e a identificação específica foram possíveis apenas em 5.736 (92,4%) moluscos vivos, provenientes de seis distritos: DABEN, DAGUA, DAICO, DAMOS, DAOUT e DASAC.

As três espécies hospedeiras de *S. mansoni* registradas no Brasil foram encontradas: *B. glabrata* (65,0%; 3.727/5.736), *B. straminea* (34,1%; 1.960/5.736) e *B. tenagophila* (0,9%; 49/5.736). Os espécimes foram coletados em áreas urbanas com infraestrutura de saneamento deficiente, em corpos d'água estagnados ou de fluxo lento.

Nos distritos DABEN, DAGUA, DAMOS, DAOUT e DASAC foi registrada *B. glabrata*; *B. tenagophila* ocorreu nos distritos DASAC e DAGUA; e *B. straminea* foi observada em DABEN, DAGUA, DAICO, DAMOS, DAOUT e DASAC.

AVALIAÇÃO E ANÁLISE ESTATÍSTICA DA INFECÇÃO NATURAL NOS MOLUSCOS

A análise dos dados laboratoriais revelou que 67 moluscos eliminaram cercárias de *S. mansoni*, resultando em uma taxa geral de infecção natural de 1,2% (67/5.736). Dentre as três espécies analisadas, apenas *B. glabrata* apresentou exemplares positivos para *S. mansoni* (Tabela 1).

A análise estatística indicou diferença significativa na ocorrência de moluscos infectados entre as espécies

de *Biomphalaria* ($\chi^2 = 36,54$; $p < 0,001$). Apenas *B. glabrata* apresentou infecção natural por *S. mansoni* (1,8%; 67/3.727), com resultado significativo em relação a *B. straminea* (teste exato de Fisher, $p < 0,001$). O teste binomial confirmou que as taxas observadas em *B. glabrata* e no total de moluscos (1,2%; 67/5.736) foram significativamente maiores que zero ($p < 0,001$).

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL, ÁREAS DE RISCO E SOBREPOSIÇÃO COM ÁREAS DE INTERESSE TURÍSTICO

A partir do georreferenciamento e da análise dos dados de coleta e infecção, foi possível mapear a

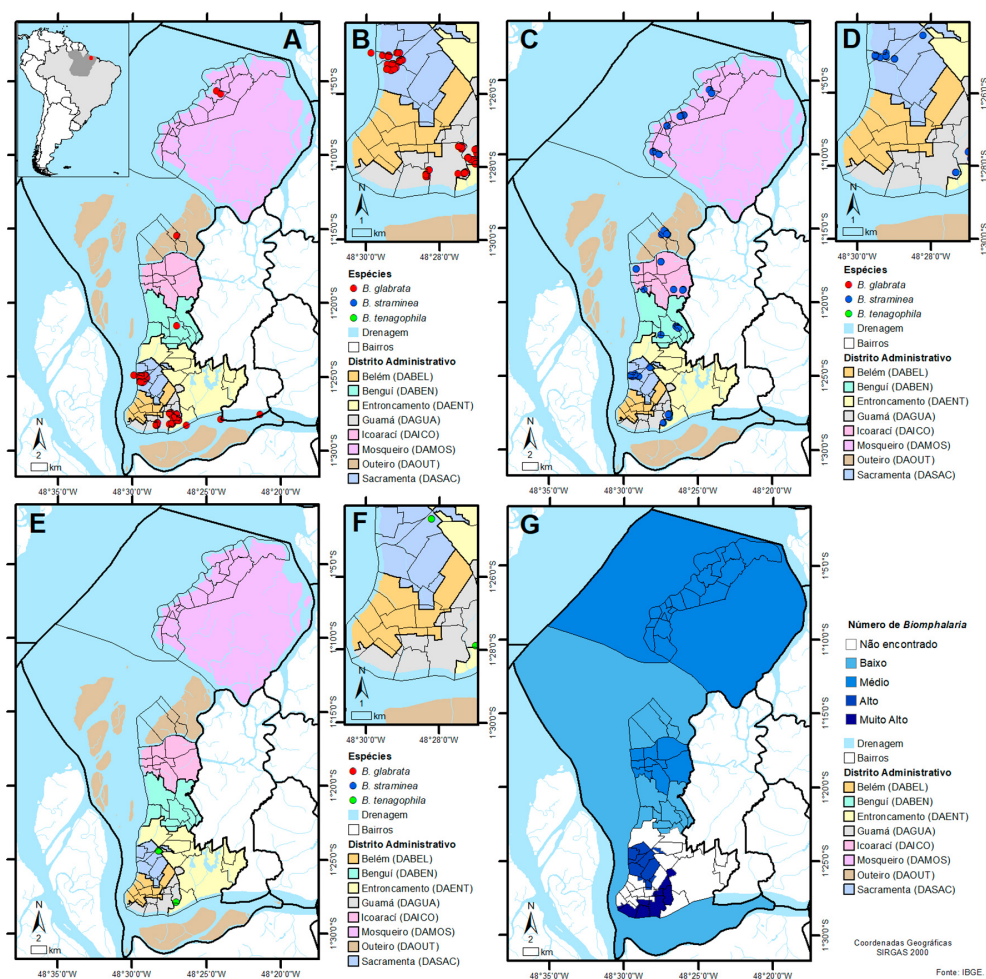
distribuição espacial de *Biomphalaria* spp. no município de Belém, evidenciando a presença dos caramujos em diversas áreas urbanas e periurbanas. Observou-se ampla ocupação territorial por essas espécies, especialmente *B. glabrata* e *B. straminea*.

A espécie *B. glabrata* foi registrada nos distritos DABEN, DAGUA, DAMOS, DAOUT e DASAC; *B. straminea*, em DABEN, DAGUA, DAICO, DAMOS, DAOUT e DASAC; e *B. tenagophila* apresentou ocorrência restrita aos distritos DASAC e DAGUA (Figura 2).

Tabela 1 – Taxa de infecção natural por *S. mansoni*, segundo a espécie de molusco.

Espécie	Número de moluscos positivos	Número de moluscos analisados	Percentual de positivos (%)
<i>B. glabrata</i>	67	3.727	1,8
<i>B. tenagophila</i>	-	49	-
<i>B. straminea</i>	-	1.960	-
Total	67	5.736	1,2

Sinal convencional utilizado: – dado numérico igual a zero, não resultante de arredondamento.



A e B, *B. glabrata*; C e D, *B. straminea*; E e F, *B. tenagophila*; G, distribuição geral e densidade combinada das três espécies. A coloração branca representa locais onde não foram encontrados moluscos, e o azul intenso indica áreas de alta densidade.

Figura 2 – Distribuição espacial das espécies de *Biomphalaria* nos distritos administrativos de Belém

A análise espacial revelou distribuição heterogênea de *Biomphalaria* spp. nos distritos administrativos, variando da ausência até concentrações elevadas de moluscos, com destaque para DAGUA e DASAC (Figura 2).

Ao integrar as áreas críticas de risco para esquistossomose com o mapeamento dos principais pontos turísticos de Belém, observou-se sobreposição espacial em regiões de grande circulação de pessoas, como orlas, praças, parques e áreas de lazer

frequentadas por moradores e turistas. Essa sobreposição amplia o potencial de exposição da população local e de visitantes ao contato com ambientes favoráveis à manutenção do ciclo do parasito.

A aplicação do EDK evidenciou aglomerações expressivas com registros de moluscos positivos para *S. mansoni*. Os mapas a seguir (Figuras 3 e 4) ilustram essa relação, destacando as áreas de ocorrência de exemplares de *B. glabrata* infectados e a interseção com pontos turísticos estratégicos do município.

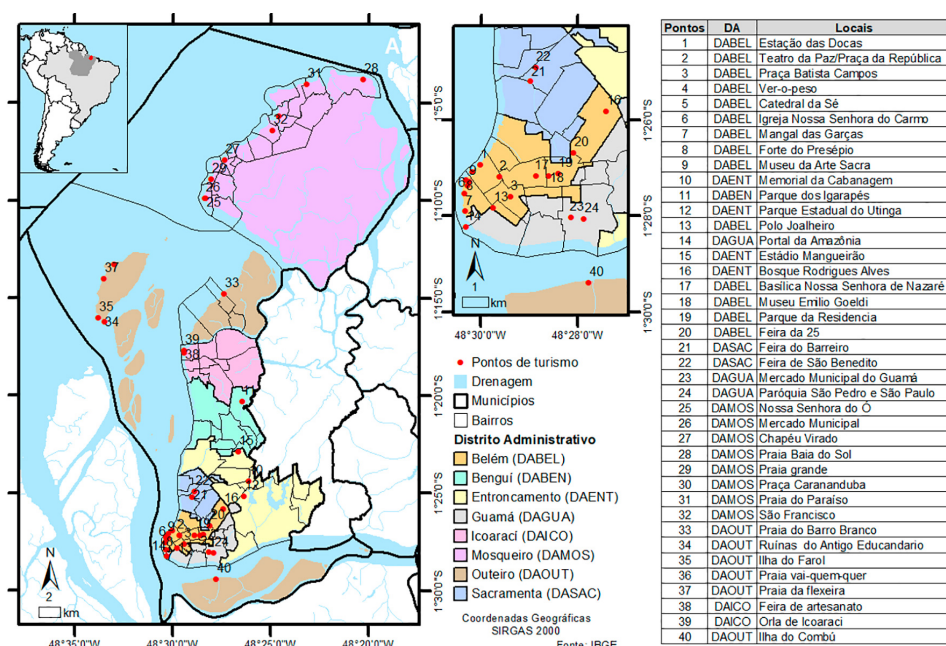
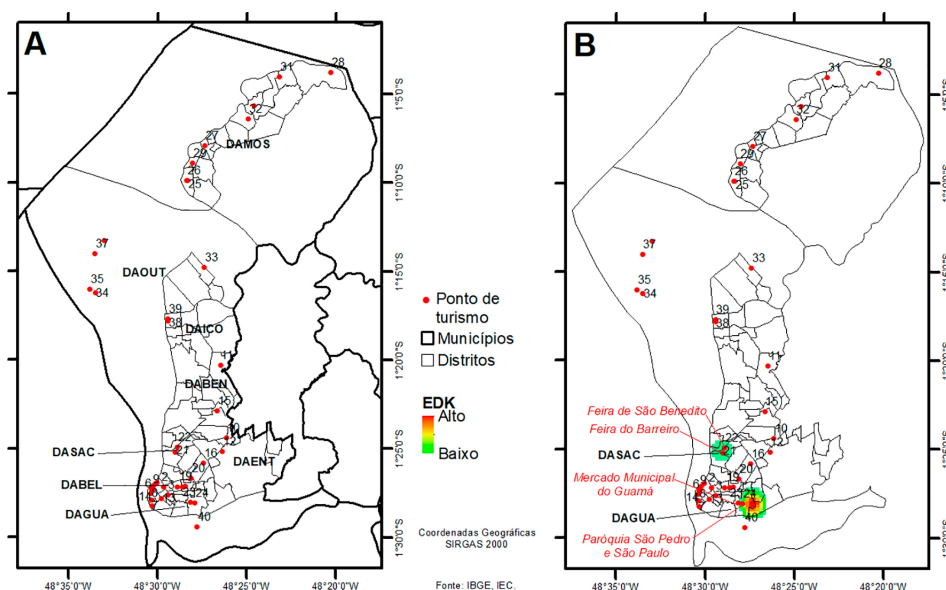


Figura 3 – Mapa com a identificação dos pontos turísticos de Belém, distribuídos ao longo dos distritos administrativos



A: distribuição espacial dos pontos turísticos por distrito administrativo; B: estimativa de densidade Kernel (EDK) evidenciando as áreas de maior vulnerabilidade para transmissão de *S. mansoni*, considerando aglomerações de moluscos positivos sobrepostas à localização dos pontos turísticos.

As cores indicam a densidade estimada: verde = baixa densidade (menor risco de transmissão); amarelo = densidade intermediária; vermelho = alta densidade (maior risco de transmissão).

Figura 4 – Mapa de Belém, estado do Pará, Brasil, mostrando a identificação e a distribuição espacial dos pontos turísticos e das áreas de risco potencial para transmissão de *S. mansoni*

DISCUSSÃO

O presente estudo evidenciou a ocorrência das três espécies do gênero *Biomphalaria* suscetíveis ao trematódeo *S. mansoni* no Brasil: *B. glabrata*, *B. straminea* e *B. tenagophila*, conforme previamente relatado na literatura^{22,44}. Entre as espécies hospedeiras identificadas, apenas *B. glabrata* foi encontrada naturalmente infectada por *S. mansoni*. Os testes estatísticos confirmaram diferença significativa nas proporções de infecção entre as espécies, indicando maior ocorrência em *B. glabrata* e reforçando seu papel como principal hospedeira intermediária na região, com relevância epidemiológica para a esquistossomose em Belém^{21,44,45}.

A presença de *B. glabrata* em áreas classificadas como de alta vulnerabilidade socioambiental representa fator de risco expressivo. Carvalho e colaboradores⁴⁵, ao realizarem levantamento em municípios das regiões Nordeste e Norte do país, observaram a capacidade dessa espécie de se estabelecer em ambientes antropizados e adaptados à presença humana, sendo frequentemente encontrada em canais urbanos e valas a céu aberto. De forma semelhante, neste estudo, as três espécies registradas foram observadas em ambientes urbanos e periurbanos com saneamento precário, como canais de drenagem e valas de esgoto a céu aberto, evidenciando a ampla adaptação do gênero a locais de acúmulo de águas residuais.

Mesmo que não tenham sido observadas cercárias de *S. mansoni*, a presença de *B. straminea* e *B. tenagophila* em ambientes ecologicamente favoráveis configura risco potencial para o surgimento de novos focos de transmissão. Um estudo conduzido em município endêmico de Pernambuco⁴⁵ evidenciou ampla dispersão de *B. straminea* em áreas urbanas, reforçando sua capacidade de adaptação a ambientes antropizados e o papel dessa espécie na manutenção de focos potenciais de transmissão. Padrão semelhante foi observado em Belém, onde a presença de *B. straminea* em diferentes distritos administrativos indica condições ambientais favoráveis à sua expansão e destaca a importância das ações regulares de vigilância malacológica nesses locais⁴⁶⁻⁴⁹.

Essas observações tornam-se ainda mais relevantes quando associadas ao contexto socioambiental das áreas estudadas, em que fatores estruturais e ambientais influenciam a manutenção do ciclo parasitário. As áreas de ocorrência de moluscos positivos coincidiram com zonas de alta vulnerabilidade social, caracterizadas por baixa cobertura de serviços públicos essenciais, alta densidade populacional e exposição frequente da comunidade a corpos hídricos contaminados¹. A sobreposição de fatores ambientais, sociais e biológicos nessas localidades favorece a persistência do ciclo de *S. mansoni*, evidenciando a necessidade de intervenções integradas e estratégias territoriais de prevenção e controle⁵⁰.

Corpos d'água estagnados, vegetação flutuante, acúmulo de matéria orgânica e o clima equatorial

úmido característico de Belém criam condições ideais para a manutenção das populações de *Biomphalaria*, conforme observado em outros estudos que associam deficiências estruturais e vulnerabilidade ambiental à expansão da esquistossomose na região^{51,52}.

Além das condições locais observadas, fatores como as mudanças climáticas tendem a amplificar esses riscos e emergem como componente adicional que influencia a dinâmica populacional dos moluscos do gênero *Biomphalaria* e o estabelecimento da esquistossomose. Variações de temperatura e precipitação podem alterar a sobrevivência, a reprodução e a distribuição dos hospedeiros, expandindo zonas de risco, modificando a sazonalidade das populações e elevando a taxa de transmissão em áreas endêmicas.

Na Amazônia, a combinação de alta umidade, temperaturas elevadas e áreas alagadas tende a se intensificar com as mudanças climáticas, o que pode acelerar o ciclo de desenvolvimento do parasito e criar novos microambientes favoráveis à transmissão^{53,54}. Essa vulnerabilidade ambiental também foi relatada em outros contextos urbanos tropicais, como na África Subsaariana, onde o contato frequente com a água e a adaptação dos moluscos hospedeiros intermediários a canais urbanos têm contribuído para a persistência do ciclo de transmissão^{55,56}.

A magnitude desses fatores ambientais pode ser observada também na taxa de infecção registrada neste estudo, que se aproxima de achados de outras localidades amazônicas. Barbosa e colaboradores⁵⁷, ao analisarem 324 moluscos em 15 bairros de Manaus, estado do Amazonas, identificaram *B. glabrata* em áreas densamente povoadas e com precária infraestrutura de saneamento, registrando taxas de infecção entre 1,2% e 5,5%. Os autores associaram esses índices à ocupação desordenada do solo urbano e ao contato direto da população com corpos hídricos contaminados.

No presente estudo, a ocorrência de moluscos em canais urbanos situados em regiões com deficiências estruturais e frequente contato humano com a água reforça que centros urbanos não estão isentos de risco quando há presença de hospedeiros e condições ambientais favoráveis à transmissão.

Para ampliar a compreensão da relação entre fatores ambientais e ocorrência dos hospedeiros, o uso de geotecnologias consolidou-se como ferramenta estratégica na vigilância em saúde, permitindo integrar dados ambientais, biológicos e sociais em análises espaciais. Guimarães e colaboradores⁵⁸, em estudo conduzido em áreas endêmicas de Minas Gerais, demonstraram que o geoprocessamento favorece a alocação precisa de recursos e a definição de estratégias de controle mais direcionadas.

De forma semelhante, neste estudo, a análise espacial por meio do EDK evidenciou áreas críticas de risco para a esquistossomose em Belém, especialmente nos distritos DAGUA e DASAC, caracterizados pela

sobreposição de fatores ambientais e sociais que favorecem a manutenção do ciclo parasitário³⁹. A simples presença de hospedeiros em ambientes ecologicamente adequados constitui um sinal de alerta para a vigilância, pois pode viabilizar a instalação de novos focos de transmissão⁵⁹.

Outro aspecto relevante observado neste estudo foi a sobreposição entre focos positivos de moluscos e áreas de interesse coletivo, como igrejas, feiras e mercados locais. Embora os distritos DAGUA e DASAC não sejam polos turísticos, constituem espaços de grande relevância comunitária e intensa circulação de pessoas, sobretudo durante eventos religiosos e feiras populares, o que reforça a importância da vigilância em saúde.

Locais de uso coletivo, mesmo sem caráter turístico, podem configurar pontos críticos para a disseminação de doenças quando associados a condições ambientais insalubres^{45,60}. Os principais atrativos turísticos de Belém, como o Ver-o-Peso, o Mangal das Garças, a Basílica de Nazaré e a Estação das Docas, concentram-se no distrito central (DABEL), adjacente aos focos positivos identificados. Esses distritos funcionam como corredores urbanos que conectam diferentes regiões da cidade, ampliando o movimento diário de moradores e visitantes.

O bairro do Guamá, localizado no DAGUA, destaca-se ainda como o mais populoso de Belém, segundo o último censo do IBGE³⁴, o que reforça a relevância epidemiológica dessa área^{45,60}.

A sobreposição dos *hotspots* de *B. glabrata* infectada com áreas de interesse coletivo e de alta circulação evidencia a necessidade urgente de intensificar a vigilância no contexto da COP30. A ampliação das ações de vigilância nesses territórios, considerando suas vulnerabilidades sociais e estruturais, é fundamental para mitigar riscos e proteger a saúde coletiva, sobretudo em cidades que se preparam para sediar grandes eventos internacionais.

Situações semelhantes foram registradas durante a Copa do Mundo de 2014 e os Jogos Olímpicos de 2016 no Brasil, quando avaliações do *European Centre for Disease Prevention and Control*⁶¹ destacaram que eventos de grande porte podem elevar o risco de introdução e disseminação de doenças infecciosas devido à aglomeração de pessoas, à sobrecarga dos serviços sanitários e à maior pressão sobre os sistemas de vigilância.

Embora esses estudos não abordem especificamente a esquistossomose, demonstram que a combinação entre intensa circulação de visitantes, infraestrutura deficiente e recursos sanitários limitados constitui cenário propício à expansão de doenças endêmicas^{33,62}.

Em Belém, o histórico de vulnerabilidade sanitária, aliado à presença de caramujos suscetíveis a *S. mansoni*, com ampla distribuição na cidade, e à realização da COP30, pode ampliar o risco de transmissão entre moradores e visitantes. Esse

cenário reforça a necessidade de ações articuladas de saneamento, vigilância e educação em saúde.

Os dados obtidos neste estudo também atualizam o panorama malacológico da capital paraense e oferecem subsídios estratégicos para o fortalecimento da vigilância ambiental e a formulação de políticas públicas voltadas à prevenção da esquistossomose.

Portanto, a articulação entre os eixos de vigilância ambiental, saneamento e planejamento urbano reforça que a integração entre dados ambientais, biológicos e sociais é essencial para fortalecer a vigilância em saúde, mitigar riscos e preparar Belém para o cenário da COP30.

CONCLUSÃO

Este estudo identificou a ocorrência das três espécies do gênero *Biomphalaria* hospedeiras intermediárias naturais de *S. mansoni* no município de Belém, estado do Pará, além de mapear áreas críticas de risco epidemiológico, evidenciando a presença de focos de transmissão próximos a zonas de intensa circulação populacional e a atrativos turísticos. Esses resultados representam um alerta estratégico para a vigilância em saúde, sobretudo no contexto da realização da COP30.

A persistência de *B. glabrata* em diferentes habitats demonstra a elevada capacidade adaptativa da espécie, aspecto ainda mais preocupante em um cenário de mudanças climáticas, que pode favorecer sua expansão para novos ambientes urbanos. Nesse contexto, a elaboração de mapas de risco mostrou-se uma ferramenta essencial para compreender a dinâmica de distribuição dos hospedeiros e sua relevância epidemiológica, fornecendo subsídios para identificar precocemente áreas vulneráveis e orientar ações de vigilância e controle de forma mais eficiente.

Os achados deste trabalho reforçam o potencial do uso de bancos de dados laboratoriais como instrumentos de apoio à vigilância e destacam a importância da integração entre informações ambientais, epidemiológicas e geoespaciais. Essa abordagem integrada é fundamental não apenas para subsidiar políticas públicas e ações preventivas direcionadas, mas também para fortalecer o planejamento urbano, promover educação em saúde e garantir proteção coletiva.

Em períodos de grande visibilidade internacional, como o proporcionado pela COP30 em Belém, tais medidas tornam-se ainda mais estratégicas para a prevenção de agravos e para a preparação do sistema de saúde frente a possíveis emergências em saúde pública.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Instituto Evandro Chagas (IEC), à Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ-RJ), à Fundação para o Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Saúde (FIOTEC) pelo suporte na realização deste trabalho.

APOIO FINANCEIRO

O estudo contou com apoio financeiro e logístico do Instituto Evandro Chagas (IEC/SVSA/MS) e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq – nº 102122/2024-5).

CONFLITO DE INTERESSES

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES

Todos os autores contribuíram para a concepção e realização do estudo, análise e/ou interpretação dos dados e redação do manuscrito. Todos aprovaram a versão final, concordaram com sua submissão e publicação, e declaram-se responsáveis pelo conteúdo integral, garantindo sua precisão e integridade.



REFERÊNCIAS

- 1 World Health Organization (WHO). Schistosomiasis (bilharzia). Geneva: WHO; 2025. Disponível em: <https://www.who.int/data/gho/data/themes/topics/schistosomiasis>.
- 2 Huang Y, Xu Y, Huang Y, Sun F, Tian H, Hu N, et al. Identification of newly developed advanced schistosomiasis with MALDI-TOF mass spectrometry and ClinProTools analysis. *Parasite*. 2019; 26:33.
- 3 Zhu T, Xue Q, Liu Y, Xu Y, Xiong C, Lu J, et al. Analysis of intestinal microflora and metabolites from mice with DSS-induced IBD treated with *Schistosoma* soluble egg antigen. *Front Cell Dev Biol*. 2021;9:3219.
- 4 Aragão R, Cantanhede SPD, Filho AAP, Nogueira AJL. Spatial distribution of the positivity of *Schistosomiasis mansoni* in Maranhão State, Northeastern Brazil, from 2007 to 2016. *Rev Inst Med Trop Sao Paulo*. 2022;64:e53.
- 5 Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Coordenação-Geral de Desenvolvimento da Epidemiologia em Serviços. Guia de vigilância em saúde. 3a ed. Brasília: Ministério da Saúde; 2019. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia_vigilancia_saude_3ed.pdf. Acesso em: 22 jun. 2025.
- 6 Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente. Departamento de Doenças Transmissíveis. Vigilância da esquistossomose mansoni: diretrizes técnicas. Brasília: Ministério da Saúde; 2024.
- 7 Katz N. Inquérito nacional de prevalência da esquistossomose mansoni e geo-helmintoses. Belo Horizonte: Centro de Pesquisas René Rachou (CPqRR); 2018. 76 p. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/25662>. Acesso em: 22 jun. 2025.
- 8 Martins-Melo FR, Pinheiro MC, Ramos AN Jr, Alencar CH, Bezerra FS, Heukelbach J. Spatiotemporal patterns of schistosomiasis-related deaths, Brazil, 2000–2011. *Emerg Infect Dis*. 2015;21(10):1820-1823.
- 9 Pinheiro MC, Ferreira AF, Silva Filho JD, Lima MS, Martins-Melo FR, Bezerra FS, et al. Burden of schistosomiasis-related mortality in Brazil: epidemiological patterns and spatial-temporal distribution, 2003–2018. *Trop Med Int Health*. 2020;25(11):1395-1407.
- 10 Santos AD, Lima AC, Santos MB, Alves JA, Góes MA, Nunes MA, et al. Spatial analysis for the identification of risk areas for *Schistosoma mansoni* in the State of Sergipe, Brazil, 2005–2014. *Rev Soc Bras Med Trop*. 2016;49(5):608-615.
- 11 Silva BM, Ferreira AF, Silva JA, Amorim RG, Domingues AL, Pinheiro MC, et al. Persistence of schistosomiasis-related morbidity in Northeast Brazil: an integrated spatio-temporal analysis. *Trop Med Infect Dis*. 2021;6(4):193.
- 12 Machado WG, Martins C. Um foco autóctone de esquistossomose no Pará. *Rev Bras Malariol Doenças Trop*. 1951; 3:457-463.
- 13 Galvão SS. Esquistossomose em Belém do Pará. *Rev Bras Malariol Doenças Trop*. 1968;20(3):215-224.
- 14 Paraense WL, Souza PEF, Braun RF. Novos focos de transmissão do *Schistosoma mansoni* no Estado do Pará. *Mem Inst Oswaldo Cruz*. 1984;79(3):389-391.
- 15 Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Vigilância e controle de moluscos de importância epidemiológica: diretrizes técnicas. Programa de Vigilância e Controle da Esquistossomose (PCE). 2a ed. Brasília: Ministério da Saúde; 2008. 177 p.

- 16 Brasil. Ministério da Saúde. DATASUS. Tabnet. Brasília (DF): Ministério da Saúde; 2025. Disponível em: <https://datasus.saude.gov.br/informacoes-de-saude-tabnet/>
- 17 Guo SY, Li L, Zhang LJ, Li YL, Li SZ, Xu J. From the One Health perspective: schistosomiasis japonica and flooding. *Pathogens*. 2021; 10:1538.
- 18 Kokaliaris C, Garba A, Matuska M, Bronzan RN, Colley DG, Dorkenoo AM, et al. Effect of preventive chemotherapy with praziquantel on schistosomiasis among school-aged children in sub-Saharan Africa: a spatiotemporal modelling study. *Lancet Infect Dis*. 2022; 22:136-149.
- 19 Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Guia de vigilância em saúde. 3a ed. Brasília: Ministério da Saúde; 2014.
- 20 Valadão R, Milward-de-Andrade R. Interações de planorbídeos vetores da esquistossomose mansoni e o problema da expansão de endemia na região amazônica. *Rev Saude Publica*. 1991;25(5):353-358.
- 21 Dias IHL, Fonseca ALS, Sousa SRM, Goveia CO, Fernandez MA, Enk MJ. Experimental infection with *Schistosoma mansoni* from Belém, Pará, Brazil: Strains newly isolated vs. laboratory maintained. *Exp Parasitol*. 2023; 252:108573.
- 22 Goveia CO, Caldeira RL, Barata RR, Lemos PS, Nunes MRT, Dias IHL, et al. First report of *Biomphalaria tenagophila* (d'Orbigny, 1835) (Gastropoda/Planorbidae) in Pará State, Amazon region of Brazil. *Exp Parasitol*. 2023; 247:108482.
- 23 Guimarães RJPS, Fonseca FR, Dutra LV, Freitas CC, Oliveira GC, Carvalho OS. A study of schistosomiasis prevalence and risk of snail presence spatial distributions using geo-statistical tools. In: Rokni MB, editor. *Schistosomiasis*. Rijeka: InTech; 2012. doi:10.5772/25339. Disponível em: <http://www.intechopen.com/books/schistosomiasis/a-study-of-schistosomiasis-prevalence-and-risk-of-snail-presence-spatial-distributions-using-geo-sta>.
- 24 Scholte RGC, Carvalho OS, Malone JB, Utzinger J, Vounatsou P. Spatial distribution of *Biomphalaria* spp., the intermediate host snails of *Schistosoma mansoni*, in Brazil. *Geospat Health*. 2012;6(3):S95-101.
- 25 Scholte RGC, Gosoni L, Malone JB, Chamartin F, Utzinger J, Vounatsou P. Predictive risk mapping of schistosomiasis in Brazil using Bayesian geostatistical models. *Acta Trop*. 2014;132:57-63.
- 26 Calasans TAS, Souza GTR, Melo CM, Madi RR, Jeraldo VLS. Socioenvironmental factors associated with *Schistosoma mansoni* infection and intermediate hosts in an urban area of northeastern Brazil. *PLoS One*. 2018;13(5):e0195519.
- 27 Rojas LI, Barcellos C, Petter P. Utilização de mapas no campo da epidemiologia no Brasil. *Inf Epidemiol SUS*. 1999;8:25-35.
- 28 Almeida VP, Paz DD, Corrêa LL. A Esquistossomose na Amazônia brasileira. *Acervo Saúde*. 2021;13(1):1-10.
- 29 Instituto Trata Brasil. Ranking do saneamento 2024. São Paulo: Instituto Trata Brasil, 2025. Disponível em: <https://tratabrasil.org.br/ranking-do-saneamento-2025/>.
- 30 Coelho JR, Bezerra FS. The effects of temperature change on the infection rate of *Biomphalaria glabrata* with *Schistosoma mansoni*. *Mem Inst Oswaldo Cruz*. 2006;101(2):223-4.
- 31 Enk MJ, Lima ACL, Drummond SC, Schall VT, Coelho, PMZ. Factors related to transmission of *Schistosoma mansoni* infection in a rural area of Minas Gerais, Brazil. *Mem Inst Oswaldo Cruz*. 2004; 99(supl. 1), 45-50.
- 32 Murta FLG, Massara CL, Nogueira JFC, Dos Santos Carvalho O, de Mendonça CLF, Pinheiro VAO, Enk MJ. Ecotourism as a source of infection with *Schistosoma mansoni* in Minas Gerais, Brazil. *Trop Dis Travel Med Vaccines*. 2016; Feb 24;2:3.
- 33 World Health Organization (WHO). Public health for mass gatherings: key considerations. Geneva: WHO; 2015. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/public-health-for-mass-gatherings-key-considerations>. Acesso em: 07 out. 2025.
- 34 Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Cidades e estados: Belém. Rio de Janeiro: IBGE; 2025. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/belem/panorama>. Acesso em: 22 jun. 2025.
- 35 Goveia CO, Caldeira RL, Nunes MRT, Enk MJ. Moluscos do gênero *Biomphalaria* Preston, 1910 na região Amazônica: primeiro relato de *Biomphalaria occidentalis* Paraense, 1981 no estado do Pará, Brasil. *Rev Pan-Amaz Saúde*. 2018;9(4):7.
- 36 Gomes ECS, Silva EF, Gomes SR, Thiengo SC, Caldeira RL, Barbosa CS. Vigilância malacológica para o controle da esquistossomose. Recife: Instituto Aggeu Magalhães/Ministério da Saúde; 2024a.
- 37 Dean AG, Sullivan, KM, Soe, MM. OPENEPI: Open Source Epidemiologic Statistics for Public Health, versão 3.01. 2006. Disponível em: www.openepi.com. Acesso em: 07 out. 2025.
- 38 Ayres M, Ayres Jr M, Ayres DL, Santos AAS. BioEstat 5.3: Aplicações Estatísticas nas Áreas das Ciências Biológicas e Médicas. 5a ed. 2007; Belém. Publicações Avulsas do Mamirauá. Disponível em: <https://rb.gy/ubumft>. Acesso: 07 out. 2025.

- 39 Paraense WL. Estado atual da sistemática dos planorbídeos brasileiros. Arq Mus Nac Rio de Janeiro. 1975;55:105-128.
- 40 Paraense WL. A survey of planorbid molluscs in the Amazonian region of Brazil. Mem Inst Oswaldo Cruz. 1983;78(3):343-361.
- 41 Paraense WL. *Biomphalaria kuhniana* (Clessin, 1883), planorbid mollusc from South America. Mem Inst Oswaldo Cruz. 1988;83:1-12.
- 42 Vidigal THDA, Caldeira RL, Simpson AJG, Carvalho OS. Further studies on the molecular systematics of *Biomphalaria* snails from Brazil. Mem Inst Oswaldo Cruz. 2000;95(1):57-66.
- 43 Bailey TC, Gatrell AC. Interactive spatial data analysis. Essex: Longman Scientific & Technical; 1995. 413 p.
- 44 Gouveia CO, Guimarães RJPS, Nunes MRT, Dias IHL, Enk MJ. Schistosomiasis in the Amazon Region: Malacological surveys of intermediate hosts for the identification of disease transmission areas in Belém, Pará, Brazil. J Pharm Pharmacol. 2019;7:51-60.
- 45 Carvalho OS, Mendonça CLF, Marcelino JMR, Janotti-Passos LK, Fernandez MA, Leal RS, et al. Distribuição geográfica dos hospedeiros intermediários do *Schistosoma mansoni* nos estados do Paraná, Minas Gerais, Bahia, Pernambuco e Rio Grande do Norte, 2012–2014. Epidemiol Serv Saúde. 2018;27(3):e2017343.
- 46 Gomes ECS, Mesquita MCS, Wanderley LB, Melo FL, Guimarães RJPS, Barbosa CS. Spatial risk analysis on occurrences and dispersal of *Biomphalaria straminea* in an endemic area for schistosomiasis. J Vector Borne Dis. 2018;55(3):208-214.
- 47 Teles HMS. Distribuição geográfica das espécies dos caramujos transmissores de *Schistosoma mansoni* no Estado de São Paulo. Rev Soc Bras Med Trop. 2005;38(5):426-432.
- 48 Palasio RGS, Casotti MO, Rodrigues TC, Menezes RMT, Zanotti-Magalhães EM, Tuan R. The current distribution pattern of *Biomphalaria tenagophila* and *Biomphalaria straminea* in the northern and southern regions of the coastal fluvial plain in the state of São Paulo. Biota Neotrop. 2015;15(3):e20140153.
- 49 Carvalho OS, Mendonça CLF, Finau J, Caldeira RL, Scholte RGC, Mesquita SG. Moluscos hospedeiros intermediários de *Schistosoma mansoni* do Brasil. Belo Horizonte: Instituto René Rachou/Fundação Oswaldo Cruz/Ministério da Saúde; 2020. Série Esquistossomose, nº. 18.
- 50 Gomes ECS, Silva IEP, Araújo HDA, Barbosa CS. Malacological, socio-environmental evaluation, and evidence of local transmission and maintenance of schistosomiasis in an urban area of Northeast Brazil. Acta Trop. 2024b; 252:107145.
- 51 Dias IHL, Fonseca ALS, Sousa SRM, Gouveia MIM, Ribeiro LR, Gouveia CO, Nogueira JFC, Enk MJ, Souza E Guimarães RJP, Lima KVB. *Schistosoma mansoni* infection in residents of a riverside community in Eastern Amazon. J Water Health. 2024 May;22(5):835-841.
- 52 Costa Prestes SP, Araújo AL, Teixeira ACV, Ferreira NSL. Esquistossomose mansoni em Belém, estado do Pará, Brasil: a ocorrência da doença na capital da Amazônia na última década. Brazilian Journal of Health Review. 2023;6(9):63417–63428.
- 53 Glidden CK, Singleton AL, Chamberlin A, Tuan R, Palasio RGS, Caldeira RL, Monteiro AMV, Lwiza KMM, Liu P, Silva V, Athni TS, Sokolow SH, Mordecai EA, De Leo GA. Climate and urbanization drive changes in the habitat suitability of *Schistosoma mansoni* competent snails in Brazil. Nat Commun. 2024; Jun 19;15(1):4838.
- 54 Asare KK, Mohammed MW, Aboagye YO, Arndts K, Ritter M. Impact of Climate Change on Schistosomiasis Transmission and Distribution-Scoping Review. Int J Environ Res Public Health. 2025; 21;22(5):812.
- 55 Dabo A, Diarra AZ, Machault V, Touré O, Niambélé DS, Kanté A, Ongoiba A, Doumbo O. Urban schistosomiasis and associated determinant factors among school children in Bamako, Mali, West Africa. Infect Dis Poverty. 2015 Jan 29;4:4.
- 56 Klohe K, Koudou BG, Fenwick A, Fleming F, Garba A, Gouvras A, Harding-Esch EM, Knopp S, et al. A systematic literature review of schistosomiasis in urban and peri-urban settings. PLoS Negl Trop Dis. 2021; Feb 25;15(2):e0008995.
- 57 Barbosa FS, Costa MJ, Fernandes MN. Distribuição e ecologia de moluscos transmissores de esquistossomose em Manaus, Amazonas. Rev Soc Bras Med Trop. 2016;49(5):658-663.
- 58 Guimarães RJPS, Freitas CC, Dutra LV, Moura ACM, Amaral RS, Drummond SC, et al. Analysis and estimative of schistosomiasis prevalence for Minas Gerais state, Brazil, using multiple regression with social and environmental spatial data. Mem Inst Oswaldo Cruz. 2006;101 Suppl 1:91-96.
- 59 Carvalho MS, Pina MF, Santos SM. Conceitos básicos de sistemas de informação geográfica e cartografia aplicados à saúde. Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde/Ministério da Saúde; 2000. 117-120p.
- 60 Barreto MS, Gomes ECS, Barbosa CS. Turismo de risco em áreas vulneráveis para a transmissão da esquistossomose mansônica no Brasil. Cad Saúde Pública. 2016;32(3):e00190815.
- 61 European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC). Risk assessment: Brazil 2014 FIFA World Cup. Solna (SE): ECDC; 2014. Disponível em: <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/risk-assessment-brazil-2014-fifa-world-cup>. Acesso em: 22 jun. 2025.

- 62 Lombardo JS, Sniegowski C, Loschen WA, Westercamp M, Wade M, Dearth S, et al. Public health surveillance for mass gatherings. Johns Hopkins APL Tech Dig. 2008; 27(4):366-374.

Recebido em / Received: 31/8/2025
Aceito em / Accepted: 24/10/2025

Este artigo compõe a Seção Temática "Saúde e Meio Ambiente na Pan-Amazônia: Ciência, Território e Resistência em tempos de crise climática" em alusão à 30ª Conferência das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (COP 30).

Como citar este artigo / How to cite this article:

Goveia CO, Nascimento SFO, Pereira SF, Dias IHL, Fonseca ALS, Guimarães RJPS, et al. Distribuição de *Biomphalaria* spp. e determinação de áreas de risco de transmissão de *Schistosoma mansoni* em Belém, estado do Pará, Brasil: subsídios para a vigilância em saúde no contexto da COP30. Rev Pan Amaz Saude. 2025;16:e202501788. Doi: <https://doi.org/10.5123/S2176-6223202501788>