

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Instituto de Ciências Biológicas

Departamento de Parasitologia

Programa de Pós-Graduação em Parasitologia

PAULO RICARDO SILVA COELHO

**ASPECTOS EPIDEMIOLÓGICOS E FATORES ASSOCIADOS À
ESQUISTOSSOMOSE NO MUNICÍPIO DE BALDIM, MINAS
GERAIS: Identificação de áreas prioritárias para vigilância com
abordagem *One Health***

**Belo Horizonte – MG
2024**

PAULO RICARDO SILVA COELHO

**ASPECTOS EPIDEMIOLÓGICOS E FATORES ASSOCIADOS À
ESQUISTOSSOMOSE NO MUNICÍPIO DE BALDIM, MINAS GERAIS:
Identificação de áreas prioritárias para vigilância com abordagem
*One Health***

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de
Pós-graduação em Parasitologia do Instituto de
Ciências Biológicas da Universidade Federal de
Minas Gerais, como requisito para obtenção do
título de Doutor em Ciências

Orientador: Dr. Stefan Michel Geiger

Coorientador: Dr. Cristiano Lara Massara

Área de concentração: Epidemiologia e
Controle de Doenças Infecciosas e Parasitárias

**Belo Horizonte – MG
2024**

043

Coelho, Paulo Ricardo Silva.

Aspectos epidemiológicos e fatores associados à esquistossomose no Município de Baldim, Minas Gerais: identificação de áreas prioritárias para vigilância com abordagem One Health [manuscrito] / Paulo Ricardo Silva Coelho. – 2024.

179 f. : il. ; 29,5 cm.

Orientador: Dr. Stefan Michel Geiger. Coorientador: Dr. Cristiano Lara Massara.

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Parasitologia.

1. Parasitologia. 2. Saúde Única. 3. Ecoepidemiologia. 4. Schistosoma. 5. Biomphalaria. 6. Medicina Veterinária. 7. Saúde Ambiental. I. Geiger, Stefan Michel. II. Massara, Cristiano Lara. III. Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Ciências Biológicas. IV. Título.

CDU: 576.88/.89



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

INDICAÇÃO DE MEMBRO

ESCOLHA DO MEMBRO DA BANCA EXAMINADORA PARA
SUPERVISIONAR AS CORREÇÕES SUGERIDAS E/OU REQUERIDAS

TESE 364/2024/13

ALUNO: PAULO RICARDO SILVA COELHO

A Banca Examinadora constituída pelos doutores: Stefan Michael Geiger - Orientador (UFMG), Cristiano Lara Massara - Coorientador (IRR/FIOCRUZ/MG), **Guilherme Silva Miranda** - IFMA, Elaine Christine de Souza Gomes (Instituto Aggeu Magalhães/ Fiocruz/ PE), Ricardo José de Paula Souza e Guimarães (Instituto Evandro Chagas - IEC/SVSA/MS), Fernando Abad Franch (UFMG) (membros titulares), reunida no dia **22 de novembro de 2024** às 14:00 horas, para examinar a tese intitulada: "**Aspectos epidemiológicos e fatores associados à esquistossomose no município de Baldim, Minas Gerais: Identificação de áreas prioritárias para vigilância com abordagem One Health**", área de concentração: **Epidemiologia em Doenças Infecciosas e Parasitárias**, defendida pelo aluno **Paulo Ricardo Silva Coelho**, decidiu, designar o **Dr. Stefan Michael Geiger**, para supervisionar as correções requeridas e/ou sugeridas pela Banca Examinadora ao candidato.

Recomendações: As sugestões de modificação foram apresentadas e discutidas com o doutorando durante a defesa pública e serão incorporadas na versão final da Tese.

A Banca Examinadora decidiu ainda que o candidato tem um prazo de **60 dias** para a entrega da versão final de sua Tese.

Belo Horizonte, 22 de novembro de 2024.

Dr. Stefan Michael Geiger
Orientador - UFMG

Dr. Cristiano Lara Massara
Coorientador - IRR/FIOCRUZ/MG

Dr. Guilherme Silva Miranda
Membro da banca - IFMA

Dra. Elaine Christine de Souza Gomes
Membro da banca - Instituto Aggeu Magalhães/ Fiocruz/ PE

Dr. Ricardo José de Paula Souza e Guimarães
Membro da banca - Instituto Evandro Chagas - IEC/SVSA/MS

Dr. Fernando Abad Franch
Membro da banca - UFMG



Documento assinado eletronicamente por **Stefan Michael Geiger, Membro**, em 04/12/2024, às 12:22, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Fernando Abad Franch, Professor do Magistério Superior**, em 04/12/2024, às 12:37, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Elainne Christine de Souza Gomes, Usuária Externa**, em 04/12/2024, às 12:43, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Cristiano Lara Massara, Usuário Externo**, em 05/12/2024, às 17:22, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Guilherme Silva Miranda, Usuário Externo**, em 07/12/2024, às 16:14, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Ricardo José de Paula Souza e Guimarães, Usuário Externo**, em 20/12/2024, às 15:45, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador 3709851 e o código CRC 6AB5CC8A.

Esta tese foi realizada no *Laboratório de Helminthoses Intestinais* do Instituto de Ciências Biológicas da UFMG, com o apoio das seguintes instituições e colaboradores:

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS – UFMG

- *Departamento de Parasitologia*

Deborah Aparecida Negrão-Corrêa - Laboratório de Imunohelmintologia e Esquistossomose
Erica dos Santos Martins Duarte – Laboratório de Quimioterapia de Protozoários Egler Chiari
Felipe Bisaggio Pereira – Laboratório de Taxonomia e Ecologia de Helminthos
Hudson Alves Pinto – Laboratório de Biologia de trematódeos
Hudson Andrade dos Santos – Laboratório de Artrópodes Hematófagos
Weslen Fabricio Pires Teixeira – Laboratório de Estudos em Parasitologia Veterinária

- *Departamento de Biologia Geral*

Adriano Pereira Paglia - Laboratório de Ecologia e Conservação.

- *Assessoria de Comunicação Social e Divulgação Científica*

Henrique Castanheira - Produtor de Áudio e Vídeo

FUNDAÇÃO EZEQUIEL DIAS

Laboratório da Divisão de Vigilância Sanitária – DIVISA

INSTITUTO RENÉ RACHOU (IRR) - FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ (FIOCRUZ)

Roberta Lima Caldeira – Grupo de Pesquisa em Helminthologia e Malacologia Médica.

INSTITUTO OSWALDO CRUZ (IOC) - FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ (FIOCRUZ)

Silvana Carvalho Thiengo - Laboratório de Malacologia

INSTITUTO DE BIOLOGIA ROBERTO ALCANTARA GOMES - UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO (UERJ)

Sonia Barbosa dos Santos - Laboratório de Malacologia Límica e Terrestre

NATIONAL SCHOOL OF TROPICAL MEDICINE - BAYLOR COLLEGE OF MEDICINE

Rojelio Mejia, MD - Laboratory of Human Parasitology

COLEÇÕES CIENTÍFICAS:

- Coleção de Malacologia Médica (Fiocruz Minas/CMM)
- Coleção de Moluscos do Instituto Oswaldo Cruz (Fiocruz/CMIOC)
- Coleção de Malacologia Límica e Terrestre da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ).
- Coleção de Malacologia do Centro de Coleções Taxonômicas (ICB/UFMG)
- Coleção de Mamíferos do Centro de Coleções Taxonômicas (ICB/UFMG)

FINANCIAMENTO E RECURSOS HUMANOS

Os equipamentos e materiais de consumo necessários para a realização deste trabalho foram adquiridos pelo projeto aprovado DECIT-2019 (Ministério de Saúde/CNPq; coordenador: Prof. Ricardo Fujiwara) e o Laboratório de Helmintos Intestinais está equipado para recolher, processar, estocar e analisar as amostras biológicas.

As atividades de campo foram financiadas pelo projeto de extensão de produção e venda de material didático do Departamento de Parasitologia da UFMG (lâminas) - SIEX#300085; coordenador: Maria Aparecida Gomes. As atividades no município foram realizadas em colaboração com a Equipe de Controle da Esquistossomose do Departamento de Endemias e Vigilância Ambiental da Secretaria de Saúde, assim como pela Secretaria de Educação do município.

*Dedico este trabalho a todos os Baldinenses,
em especial àqueles que sofrem ou sofreram
com a esquistossomose, bem como aos
profissionais de saúde e educação que os
assistem.*

*À todos os amigos e colegas da Pós-
graduação.*

*Para a minha filha Lis Alves Coelho e para a
minha afilhada Maria Flor Silva Coelho que
são luz em nossas vidas.*

*Para a Ludmila Alves Costa, com quem
compartilho a vida.*

*Para os meus pais Maria de Lourdes Silva
Coelho e Dircio Amaral Coelho, tão especiais
em minha trajetória.*

*A vocês que tanto amo, pela imensa
compreensão para com os momentos que esta
tese nos subtraiu.*

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar minha profunda gratidão a diversas pessoas e instituições que foram fundamentais para a realização deste trabalho.

Primeiramente, agradeço ao orientador, Prof. Dr. Stefan Geiger, pela orientação segura, apoio contínuo, paciência e, sobretudo, pela amizade ao longo da minha trajetória na Universidade. Sua confiança no meu trabalho e o incentivo constante para que eu encarasse o doutorado como uma oportunidade de crescimento intelectual e pessoal foram fundamentais para o meu desenvolvimento.

Ao coorientador, Dr. Cristiano Massara, sou grato pela disponibilidade contínua e pelo suporte em diferentes momentos da minha formação na pós-graduação, bem como pela recomendação do município onde realizamos este estudo.

Aos colegas, agora também amigos, do Laboratório de Helmintoses Intestinais (LHI) – Nathália Teodoro, Dharlilton Gomes, Allan Severino, Bianca Leal, Michelle Laguardia, Leiciane Santos, Patrícia Helmold – expressei minha gratidão pelo empenho nas diversas etapas deste trabalho, pela convivência enriquecedora e pelos debates intelectualmente estimulantes, tanto no âmbito pessoal quanto profissional. A experiência de trabalhar com vocês foi extremamente gratificante. Estendo meus agradecimentos aos integrantes que já passaram pelo laboratório e aos novos membros do LHI – Bento Peçanha, Ana Castro, Gabrielle Costa e Fernanda Santos – por trazerem entusiasmo e renovação às atividades do grupo.

Minha sincera gratidão vai ao Professor Hudson Pinto e a Danimar López-Hernández pela colaboração nos estudos sobre a malacologia médica e os trematódeos associados.

Agradeço ao Professor Adriano Paglia, Bernardo Leopoldo, Artur Neves, Emídio Mendonça, Maria Fernanda Godoi e ao Professor Fernando Períni, cuja colaboração na captura, coleta e processamento dos pequenos mamíferos silvestres foram de extrema importância neste estudo.

Aos pesquisadores Roberta Caldeira, Silvana Thiengo, Sonia Santos, Rodrigo Salvador e Cristiane Lafeta, sou grato por compartilharem os seus conhecimentos sobre a malacologia e pelas valiosas colaborações ao longo do doutorado.

Ao Professor Felipe Bissagio, Hudson Santos, Amanda Rosa, Lorena Gisela Ailan-Choke e Ailín Daira Aguirre Varela, agradeço pela contribuição e ensinamentos com a identificação dos helmintos dos pequenos mamíferos silvestres.

A Henrique Castanheira e ao setor de comunicação do ICB, agradeço pela assistência na elaboração do vídeo sobre esquistossomose no município de Baldim. Ao Fabrício Ker pela colaboração e conselhos na elaboração dos mapas.

Ao Pesquisador Rojelio Mejia, Chiara Amorim e Professor Ricardo Fujiwara sou grato pela colaboração com a análise de eDNA e espero que possamos explorar mais essa ferramenta em oportunidades futuras.

Aos Professores Deborah Negrão, Weslem Teixeira, Alan Lane, Ricardo Araujo, Erica Duarte e David Soeiro, bem como aos técnicos José Carlos Reis e Rosálida Nazar, agradeço pelas contribuições à pesquisa e pela disponibilização dos laboratórios e do tempo dedicado às discussões metodológicas e dos resultados.

Aos servidores da Vigilância em Saúde de Baldim, especialmente Maria de Fátima de Paula, Cláudia Castro, Laís de Freitas, Fabrício Magalhães, Mara dos Santos e Fernando da Silva, meu sincero agradecimento pelo empenho na disponibilização de dados, recursos humanos e veículos para a realização deste trabalho.

Aos agentes de saúde das diversas localidades do município, motoristas das ambulâncias e também aos moradores que nos permitiram acessar suas residências para as coletas e entrevistas, expresso minha profunda gratidão.

Agradeço também aos alunos e professores das escolas participantes – Escola Estadual Oscar Artur e Escola Estadual José Ribeiro – com um agradecimento especial ao diretor Alexandre Silva Tomaz, à diretora Maria Regina Martins e à professora Celeide Pereira, pela disponibilidade e atenção durante nossas visitas e pelos convites dos eventos realizados nas escolas.

Aos meus colegas e amigos do Departamento de Parasitologia João Marcelo, Genil Mororó, Andreia Costa, João Gustavo Rodrigues, Guilherme Miranda e Professora Grasielle Caldas pelos momentos de descontração e pela escuta atenta.

Agradeço ao Instituto René Rachou (Fiocruz-Minas) pelo suporte na pesquisa. A Fundação Ezequiel Dias (FUNED) pelos kits colilerts concedidos para esta pesquisa.

A Marisa Fernandes do Xerox, pelo incentivo e pelas palavras encorajadoras.

A Sumara Guilherme e Sibele Abreu, secretárias do Programa de Pós-Graduação em Parasitologia, pelos prestimosos serviços.

Aos professores e ao Programa de Pós-Graduação em Parasitologia, minha gratidão pelos conhecimentos oferecidos.

A Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), agradeço pela concessão da bolsa de doutorado.

Por fim, um agradecimento imenso à minha FAMÍLIA.

À minha filha, Lis Alves Coelho, e à minha esposa, Ludmila Alves Costa, pelo amor e compreensão, que tornaram esta jornada mais leve, mesmo diante das dificuldades. Com vocês, tornei-me um ser humano melhor.

Aos meus pais, Maria de Lourdes Silva Coelho e Dircio Amaral Coelho, pelo apoio incondicional e ensinamentos valiosos, que foram pilares em minha trajetória. Ao meu irmão Carlos Eduardo Silva Coelho, à cunhada Fabiana Silva Coelho e à minha afilhada Maria Flor Silva Coelho, minha gratidão e carinho.

Aos meus sogros, Márcio Costa e Verônica Alves, à cunhada Savana Marcia Alves Costa e a Augusto Ballardim, agradeço pelos momentos de alegria e pelo suporte durante a finalização deste trabalho.

Agradeço também aos membros da banca pela disponibilidade e valiosas contribuições.

Muito obrigado a todos.

RESUMO

A esquistossomose é uma doença parasitária negligenciada, prevalente em países tropicais e que afeta, principalmente, populações de baixa renda e com condições precárias de saneamento básico. O município de Baldim, em Minas Gerais, é historicamente endêmico para a esquistossomose mansoni. Apesar de diferentes intervenções implementadas entre as décadas de 1950 e 1970, o município ainda apresenta notificações de casos no Sistema de Informação do Programa de Vigilância e Controle da Esquistossomose (SISPCE). Considerando a complexidade da transmissão e com base em achados de pesquisas anteriores, a Organização Mundial da Saúde (OMS) recomenda medidas integradas, como a abordagem *WASH* (água, saneamento e higiene) e o conceito de Saúde Única (*One Health*). A partir dessas recomendações esta tese visa descrever a situação atual da esquistossomose mansoni no município de Baldim sob uma perspectiva epidemiológica integrada. Na pesquisa humana, foram realizados exames em escolares do ensino fundamental e médio, por meio da análise de amostras fecais (seis lâminas por aluno, utilizando o método de Kato-Katz), além da análise de dados de pacientes diagnosticados pelo PCE entre 2008 e 2017. Os estudantes também responderam a questionários socioambientais (condições sanitárias e padrões de contato com a água) e participaram de uma avaliação pré e pós-exposição ao material educativo produzido neste estudo. Na pesquisa animal, foram realizadas seis campanhas de levantamento malacológico e avaliação da infecção em moluscos por trematódeos, com identificação taxonômica morfológica e biologia molecular. Também foram capturados e coletados pequenos mamíferos silvestres para exames coproparasitológicos e necropsias, com foco principal na detecção de *S. mansoni*. Na pesquisa ambiental, analisaram-se amostras de água dos locais com presença de moluscos, visando detectar *Escherichia coli* (indicador de contaminação fecal) e *eDNA* de *S. mansoni* por qPCR. A caracterização dos habitats foi realizada por meio de protocolo de avaliação rápida padronizado. As análises de saúde animal e ambiental foram realizadas em 10 pontos previamente selecionados, com base na utilização atual pelas comunidades locais e no histórico de intervenções de controle da esquistossomose realizadas entre as décadas de 1950 e 1970. A prevalência de esquistossomose entre escolares em 2023 foi de 2,78% (6/216), com baixa carga parasitária (OPG <100) e a taxa de positividade registrada entre 2008 a 2017 pela vigilância do município foi de 5,4%. Os questionários revelaram exposição frequente a corpos d'água, como lavar veículos (27,7%) e nadar (24,0%). Foram identificadas cinco espécies de *Biomphalaria*, sendo a espécie *B. glabrata* a mais comum. Dos 34 pequenos mamíferos capturados (18 *Nectomys squamipes* e 16 *Didelphis albiventris*) a maioria estava parasitada por nematoides, mas sem detecção de *S. mansoni*. O parasito também não foi detectado em caramujos, embora seu DNA tenha sido identificado em amostras ambientais por meio do eDNA. Todos os locais de coleta apresentaram impactos antropogênicos evidentes e contaminação por esgoto e/ou fezes de mamíferos. A intervenção educativa demonstrou impacto positivo: o conhecimento sobre a transmissão da doença aumentou de 58,2% para 95,7%; a identificação do caramujo como hospedeiro intermediário passou de 54,2% para 98,0%; e a percepção sobre os ambientes favoráveis à presença do caramujo subiu de 78,1% para 94,4%. Nas análises espaciais, a análise de Kernel permitiu identificar o padrão de distribuição das residências dos pacientes diagnosticados pelo PCE (n=665) ao longo de dez anos. A análise de Krigagem revelou as possíveis áreas de transmissão, integrando variáveis de saúde humana, saúde animal e saúde ambiental. Ambas as análises destacaram as áreas mais urbanizadas, como Centro, São Vicente, Vila Amanda e Vargem Grande, como prioritárias. Os achados indicaram que o município de Baldim ainda apresenta transmissão ativa de *S. mansoni*, com um perfil de baixa endemicidade e carga parasitária reduzida. A pesquisa reforça a necessidade de estratégias intersetoriais que considerem as interações entre saúde humana, animal e ambiental, a fim de subsidiar políticas públicas mais eficazes no monitoramento, controle e eliminação da esquistossomose.

Palavras-chave: Saúde única, Ecoepidemiologia, *Schistosoma*, *Biomphalaria*, Saúde animal, Saúde ambiental

ABSTRACT

Schistosomiasis is a neglected parasitic disease prevalent in tropical countries, primarily affecting low-income populations with poor sanitation. The municipality of Baldim, in Minas Gerais, has historically been endemic for schistosomiasis mansoni. Despite various interventions implemented between the 1950s and 1970s, the municipality still reports cases in the Schistosomiasis Surveillance and Control Program Information System (SISPCE). Considering the complexity of transmission and based on previous research findings, the World Health Organization (WHO) recommends integrated measures, such as the WASH (water, sanitation, and hygiene) approach and the One Health concept. Based on these recommendations, this thesis aims to describe the current situation of schistosomiasis mansoni in the municipality of Baldim from an integrated epidemiological perspective. In the human research, examinations were performed on elementary and high school students through the analysis of fecal samples (six slides per student, using the Kato-Katz method), in addition to the analysis of data from patients diagnosed by the PCE between 2008 and 2017. The students also completed socio-environmental questionnaires (sanitary conditions and water contact patterns) and participated in a pre- and post-exposure assessment of the educational material produced in this study. In the animal research, six malacological survey campaigns and evaluation of trematode infection in molluscs were conducted, with morphological taxonomic identification and molecular biology. Small wild mammals were also captured and collected for coproparasitological examinations and necropsies, with a primary focus on detecting *S. mansoni*. In the environmental research, water samples from sites where molluscs were present were analyzed to detect *Escherichia coli* (an indicator of fecal contamination) and *S. mansoni* eDNA by qPCR. Habitat characterization was performed using a standardized rapid assessment protocol. Animal and environmental health analyses were performed at 10 previously selected sites, based on current use by local communities and the history of schistosomiasis control interventions carried out between the 1950s and 1970s. The prevalence of schistosomiasis among schoolchildren in 2023 was 2.78% (6/216), with a low parasite load (EPG <100). The positivity rate recorded between 2008 and 2017 by the municipal surveillance system was 5.4%. Questionnaires revealed frequent exposure to bodies of water, such as washing vehicles (27.7%) and swimming (24.0%). Five species of *Biomphalaria* were identified, with *B. glabrata* being the most common. Of the 34 small mammals captured (18 *Nectomys squamipes* and 16 *Didelphis albiventris*), most were parasitized by nematodes, but *S. mansoni* was not detected. The parasite was also not detected in snails, although its DNA was identified in environmental samples through eDNA. All collection sites showed evident anthropogenic impacts and contamination by sewage and/or mammal feces. The educational intervention demonstrated a positive impact: knowledge about disease transmission increased from 58.2% to 95.7%; the identification of the snail as an intermediate host increased from 54.2% to 98.0%; and the perception of environments favorable to the presence of the snail increased from 78.1% to 94.4%. In spatial analyses, Kernel analysis allowed us to identify the distribution pattern of the residences of patients diagnosed by PCE (n=665) over a ten-year period. Kriging analysis revealed potential transmission areas, integrating human, animal, and environmental health variables. Both analyses highlighted the most urbanized areas, such as Centro, São Vicente, Vila Amanda, and Vargem Grande, as priorities. The findings indicated that the municipality of Baldim still has active transmission of *S. mansoni*, with a low endemicity profile and reduced parasite load. The research reinforces the need for intersectoral strategies that consider the interactions between human, animal, and environmental health to support more effective public policies for monitoring, controlling, and eliminating schistosomiasis.

Keywords: One health, Ecoepidemiology, *Schistosoma*, *Biomphalaria*, Animal health, Environmental health

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Distribuição mundial das principais espécies de <i>Schistosoma</i> de importância médica. Fonte: Weerakoon <i>et al.</i> , 2015.	24
Figura 2. Ciclo biológico do parasito <i>Schistosoma mansoni</i> . O ciclo de <i>S. mansoni</i> é heteróximo, envolve duas fases de reprodução distintas em diferentes tipos de hospedeiros. A fase assexuada ocorre em caramujos de água doce do gênero <i>Biomphalaria</i> , hospedeiros invertebrados, enquanto a fase sexuada predomina em seres humanos, hospedeiros vertebrados. O ciclo se inicia com a liberação de ovos do parasito nas fezes dos hospedeiros vertebrados infectados. Esses ovos entram em contato com água doce, onde liberam larvas chamadas miracídeos. Os caramujos <i>Biomphalaria</i> suscetíveis são infectados pelos miracídeos, que se desenvolvem em esporocistos. Esses esporocistos produzem milhares de cercárias, que são liberadas no ambiente aquático como forma infectante para os hospedeiros vertebrados. Ao penetrar e infectar o hospedeiro vertebrado, as cercárias perdem a cauda e se transformam em esquistossômulos, que posteriormente se tornam vermes adultos, machos e fêmeas, alojados nas veias mesentéricas do intestino. Os vermes se acasalam dentro das veias mesentéricas, e parte dos ovos produzidos pelas fêmeas atravessa o endotélio vascular intestinal, sendo eliminados nas fezes do hospedeiro. O ciclo recomeça quando os ovos alcançam água doce, miracídeos eclodem, infectam moluscos, perpetuando o ciclo. Fonte da imagem: Coelho, 2020.	26
Figura 3. Distribuição geográfica da transmissão da infecção por <i>S. mansoni</i> e taxa de positividade da esquistossomose mansoni no Brasil, conforme dados do Inquérito de Prevalência da Esquistossomose e das Geohelmintoses (2010 – 2015). Fonte: Katz (2018). Disponível em < http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/sinan/inpeg/RelatorioINPEG.pdf >. acesso em junho/2024	28
Figura 4. Distribuição espacial das espécies do gênero <i>Biomphalaria</i> , hospedeiros intermediários de <i>Schistosoma mansoni</i> no Brasil. Os pontos nos mapas representam a distribuição geográfica de (A) <i>Biomphalaria glabrata</i> (pontos vermelhos), (B) <i>Biomphalaria tenagophila</i> (pontos azuis) e (C) <i>Biomphalaria straminea</i> (pontos verdes). As fotos ilustrativas das conchas demonstram a semelhança das conchas entre as espécies, ressaltando a necessidade de identificação correta com base em outras características taxonômicas. Fonte: Carvalho (2024) e Brasil (2008) com modificações.	31
Figura 5. Representação esquemática da tríade epidemiológica da doença, destacando fatores interligados que influenciam a dinâmica da transmissão: elementos ambientais, parasitos e hospedeiros, indicados pelas setas sólidas. A interação entre esses componentes não ocorre de forma isolada, mas sim de maneira integrada e recíproca, formando uma rede complexa de influências mútuas. Fonte: traduzido e adaptado de Mawa <i>et al.</i> , 2021.	41
Figura 6. Linha do tempo das pesquisas e intervenções feitas no município de Baldim, Minas Gerais, Brasil, para o controle da esquistossomose entre os anos de 1956 a 1973. Fonte: autor.	47
Figura 7. Localização geográfica do município de Baldim (A-D), situado no Estado de Minas Gerais (B) e sua inclusão na Região Metropolitana de Belo Horizonte (C). O mapa apresenta os limites do município, as principais localidades e rodovias, bem como a classificação por área conforme o IBGE, 2022 (D).	51
Figura 8. Fluxograma com as etapas do trabalho	53

Figura 9. Apresentação do projeto, aplicação do TALE, TCLE, questionário socioeconômico e distribuição dos potes de coleta de fezes e urina na Escola Estadual José Ribeiro da Silva, no município de Baldim, Minas Gerais, Brasil. Fonte: arquivo pessoal.....	56
Figura 10. Componentes do kit HELM TEST – Bio Manguinhos. Autor: Próprio autor.	57
Figura 11. (A) Equipamento de coleta de moluscos límnicos recomendado pelo Ministério da Saúde. Fonte: Coelho <i>et al.</i> , 2024. (B) Registro em Baldim do levantamento malacológico na localidade de São Vicente, área frequentemente utilizada pela população para lavagem de carro e banho. Fonte: Arquivo pessoal.	59
Figura 12. <i>Biomphalaria glabrata</i> proveniente do município de Baldim, Minas Gerais, Brasil. Fonte: arquivo pessoal.....	61
Figura 13. Distribuição das armadilhas para captura de pequenos mamíferos na Parcela 3, São Vicente, Baldim, Minas Gerais, Brasil. A imagem mostra uma parcela composta por 5 pontos, em cada ponto (estação) foram instaladas duas armadilhas, totalizando 10 armadilhas por parcela.....	63
Figura 14. Armadilha para captura de pequenos mamíferos. Captura de <i>Nectomys squamipes</i> no município de Baldim, Minas Gerais, Brasil, em abril de 2023. Fonte: arquivo pessoal.	64
Figura 15. Anilha numerada presa à orelha (indicado pelo círculo vermelho) de <i>Didelphis albiventris</i> em abril de 2023. Fonte: arquivo pessoal.	64
Figura 16. Coleta de fezes dos pequenos mamíferos silvestres capturados em Baldim, Minas Gerais, Brasil. Fonte: arquivo pessoal.	66
Figura 17. Apresentação do vídeo educativo na Escola Estadual José Ribeiro da Silva, Baldim, junho/2023. Fonte: arquivo pessoal.	74
Figura 18. Aplicação dos questionários e apresentação do vídeo educativo na Escola Estadual Oscar Artur Guimarães, São Vicente, junho/2023 pelo Pesquisador Cristiano Lara Massara e aluno de doutorado Paulo Ricardo Silva Coelho. Fonte: arquivo pessoal.	74
Figura 19. Distribuição dos alunos participantes da pesquisa, por localidade, no município de Baldim -MG (2023).	76
Figura 20. Ambiente em São Vicente, Baldim, Minas Gerais, Brasil, destacando a área destinada à lavagem de veículos, localizada na região identificada nesta pesquisa como Ponto 3 . Fonte: arquivo pessoal.	78
Figura 21. Ambiente em São Vicente, Baldim, Minas Gerais, Brasil, evidenciando uma área onde crianças realizam atividades recreativas, lavagem de animais e práticas religiosas. O espaço, localizado na região indicada como Ponto 3 nas coletas realizadas nesta pesquisa, demonstra a diversidade de usos para lazer e convivência comunitária. Fonte: arquivo pessoal.	78
Figura 22. Distribuição das residências de alunos diagnosticados com infecção por <i>Schistosoma mansoni</i> no município de Baldim, Minas Gerais.	81
Figura 23. Imagens de <i>Enterobius vermicularis</i> obtidas a partir das amostras de fezes fornecidas pelos alunos das Escolas trabalhadas em Baldim. A – Fêmea adulta do verme; B – Parte anterior do verme adulto, evidenciando as	

estruturas cefálicas; C e D – Poro genital do parasito, visualizado em dois ângulos diferentes em fêmeas adultas. 82

Figura 24. Número de casos registrados pelo Programa de Vigilância e Controle da Esquistossomose no município de Baldim, entre 2008 e 2017. Acesso em setembro de 2024. 83

Figura 25. Distribuição de casos de esquistossomose do município de Baldim, Minas Gerais, notificados pelo Programa de Vigilância e Controle da Esquistossomose do período de 2008 a 2017.....84

Figura 26. Conchas das espécies de moluscos límnicos encontrados no Município de Baldim, Minas Gerais, Brasil: A. *Biomphalaria glabrata* B. *Biomphalaria tenagophila*; C. *Biomphalaria straminea*; D. *Biomphalaria kuhniana* e E. *Biomphalaria occidentalis*. Escala: A-B e E. 4mm; C e D. 2mm. 86

Figura 27. Distribuição dos ambientes amostrados e dos espécimes do gênero *Biomphalaria* nos habitats límnicos do município de Baldim, Minas Gerais, Brasil. Os dados foram coletados nos meses de junho, agosto, outubro e dezembro de 2022, e também em março e agosto de 2023. Elaborado pelo autor. 87

Figura 28. Cercárias eliminadas por moluscos coletados no município de Baldim/MG: Estringiocercária (A) por *Drepanotrema anatinum*, Xifidiocercária (B) por *Pomacea maculata*, Parapleurolofofocerca (C) por *Idiopyrgus souleyetianus* e Gimnocéfala (D), Equinostoma (E) e Monostoma (F) eliminados por moluscos do gênero *Biomphalaria*. Fonte: arquivo pessoal. Escala: 100 µm. 88

Figura 29. *Nectomys squamipes* (A), coletado no município de Baldim, Minas Gerais, Brasil. (B) Característica distintiva: a presença de membranas interdigitais nas patas, que desempenham um papel crucial na natação. Fonte: arquivo pessoal. 89

Figura 30. Distribuição dos ambientes amostrados e variáveis ambientais: Caracterização dos habitats por meio de um protocolo de avaliação rápida, análise de DNA ambiental (eDNA) do parasito *Schistosoma mansoni* e detecção de coliformes fecais (*Escherichia coli*) nos ambientes límnicos do município de Baldim, Minas Gerais, Brasil. Os dados foram coletados em agosto de 2023. Elaborado pelo autor. 90

Figura 31. (A) *Equinostoma paraensei* e (B) *Amphimerus* sp. Trematodeos adultos obtidos na necropsia de *Nectomys squamipes*. Escalas: 1 mm. Fonte: arquivo pessoal.....93

Figura 32. Espécime adulto de *Hymenolepis* sp. (A) Proglote grávida com ovos no interior; e (B) Proglotes maduras mostrando testículos (t) e ovário (ov). Fonte: arquivo pessoal. 93

Figura 33. Espécime adulto de *Syphacia* sp. A: Imagem anterior do verme adulto; B: Setas indicando o poro genital; C: Ovo. Microscopia de luz. Fonte: arquivo pessoal. 93

Figura 34. Espécime adulto de *Trichofretasia* sp. A: Imagem do verme adulto macho; B: Parte anterior; C: Parte posterior da fêmea D: Parte posterior do Macho. Microscopia de luz. Fonte: arquivo pessoal. 94

Figura 35. Espécime adulto de *Viannella* Travassos, 1918. A: Imagem anterior do verme adulto, B: Parte posterior do macho, setas indicando o espículo. C: Ovos no tegumento de uma fêmea; D: Parte posterior da fêmea. Fonte: arquivo pessoal. 94

Figura 36. Aplicação do protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats. Pontuação de classificação dos ambientes visitados. Modificado do EPA, 1987; Callisto *et al.*, 2002, Brito *et al.*, 2011 e Coelho *et al.*, 2020....95

Figura 37. Imagens dos dez pontos de amostragem durante o mês de agosto de 2022 no município de Baldim, Minas Gerais, Brasil. Os Pontos 1, 2, 3 e 4 são de fácil acesso e frequentemente utilizados pela população para travessias, atividades de lazer e tarefas laborais. Os demais pontos são áreas mais restritas, com acesso limitado a um número menor de pessoas, em razão da proximidade de residências. Fonte: arquivo pessoal.....	96
Figura 38. Análise da água com Kit Colilert, para a detecção (A) de coliformes totais em iluminação comum e (B) <i>Escherichia coli</i> com exposição das amostras a luz ultravioleta de 365 nm. Fonte: arquivo pessoal.....	97
Figura 39. Distribuição dos ambientes amostrados e das variáveis ambientais: Caracterização dos habitats por meio do protocolo de avaliação rápida, análise de DNA ambiental (eDNA) do parasito <i>Schistosoma mansoni</i> e detecção de coliformes fecais (<i>Escherichia coli</i>) nos ambientes límnicos do município de Baldim, Minas Gerais, Brasil. Os dados foram coletados em agosto de 2023. Elaborado pelo autor.	98
Figura 40. Mapas da densidade de Kernel relacionados aos pacientes diagnosticados com esquistossomose pelo Programa de Vigilância e Controle da Esquistossomose do Município Baldim, Minas Gerais, Brasil, período de 2008 a 2017. Fonte: Elaborado pelo autor.	100
Figura 41. Distribuição das variáveis de saúde humana, animal e ambiental utilizadas na elaboração do mapa de risco para esquistossomose no município de Baldim, Minas Gerais, Brasil. Dados coletados em agosto de 2023. Elaboração do autor.	101
Figura 42. Mapa de risco para transmissão da esquistossomose, estimado por krigagem com peso arbitrário total de dados epidemiológicos humanos, ambientais, e de hospedeiro intermediário no Município de Baldim, Minas Gerais, Brasil. O risco relativo é indicado por um mapa colorido graduado, com áreas vermelhas correspondendo a alto risco e áreas azul-escuras com risco baixo de infecção. Fonte: Elaborado pelo autor.....	103
Figura 43. Ovo de <i>Schistosoma mansoni</i> obtido no material cedido pelo paciente do PCE/Baldim durante o controle pós-tratamento. Este material foi utilizado no treinamento destinado à Agente de Saúde na técnica de sedimentação espontânea com centrifugação (aumento de 40x). Fonte: Fotografia cedida por Dharlilton Soares Gomes.	104
Figura 44. Entrevistas realizadas com profissionais da saúde e moradores do município de Baldim, Minas Gerais, Brasil, utilizadas na produção de um vídeo educativo sobre esquistossomose. O vídeo oferece informações históricas e detalhadas sobre a doença e suas formas de infecção. Aborda as condições que favorecem sua transmissão no município e descreve o funcionamento do programa local de controle. Além disso, visa criar uma identidade local ao incluir personagens conhecidos da comunidade, facilitando o reconhecimento e a identificação pelos alunos da região. Fonte: arquivo pessoal.....	106
Figura 45. Mostra Cultural realizada na E.E. José Ribeiro da Silva, em Baldim, Minas Gerais, com a participação de alunos e docentes, além de representantes da UFMG e da Fiocruz, em novembro de 2023. O evento, aberto à comunidade, incluiu também a visita dos alunos da E.E. Oscar Artur Guimarães. A imagem documenta as atividades do evento, destacando o desempenho dos alunos, que envolveu a pintura do ciclo de <i>Schistosoma mansoni</i> nas paredes da escola. Fonte: arquivo pessoal.	109
Figura 46. Linha do tempo das pesquisas e intervenções feitas no município de Baldim, Minas Gerais, Brasil, para o controle da esquistossomose entre os anos de 1956 a 1973. Fonte: autor.	110

Figura 47. Divulgação da campanha de exame de fezes e urina, com foco na detecção da esquistossomose, realizada nas Escolas Estaduais José Ribeiro da Silva e Oscar Arthur Guimarães. Este material foi produzido pelo setor de comunicação da Prefeitura de Baldim, com o intuito de ampliar a conscientização sobre a importância do diagnóstico precoce da doença e incentivar a participação dos alunos. A divulgação ocorreu tanto nas redes sociais quanto nos canais de Whatsapp, visando alcançar um maior número de pessoas e promover a adesão à campanha.	172
Figura 48. <i>Nectomys squamipes</i> taxidermizados e depositados na coleção científica do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais (ICB/UFMG).	173
Figura 49. Minicurso oferecido no XII Encontro de Pesquisa em Parasitologia em dezembro de 2022. A - Turma do Minicurso “Diagnóstico de helmintoses intestinais de interesse médico e veterinário: montagem de lâminas e identificação morfológica de formas infectantes”; B. Participante do minicurso Cláudia de Castro, Agente de Saúde de Baldim. Fonte: Programa de Pós-graduação em Parasitologia.	173

LISTA DE TABELA

Tabela 1. Caracterização dos escolares na faixa etária de 11 a 17 anos, amostrados na avaliação das Escolas José Ribeiro da Silva e Oscar Artur Guimarães, Baldim, Minas Gerais, em junho de 2023.	75
Tabela 2. Resultados do questionário de avaliações demográficas, sanitárias e de contato com a água.....	78
Tabela 3. Percentual de positividade dos escolares com <i>Schistosoma mansoni</i> e <i>Enterobius vermicularis</i> , por sexo e faixa etária, matriculados nas Escolas Estaduais José Ribeiro da Silva (EEJR) e Oscar Artur Guimarães (EEOA), município de Baldim, Minas Gerais, em junho de 2023.	80
Tabela 4. Resultados das campanhas de coleta realizadas em Baldim, Minas Gerais, Brasil, entre junho de 2022 e agosto de 2023, mostrando a distribuição e proporção nas seis coletas de <i>Biomphalaria</i> e outros moluscos em diferentes estações do ano.....	85
Tabela 5. Moluscos do gênero <i>Biomphalaria</i> coletados por ponto e localidade no município de Baldim em junho, agosto, outubro, dezembro de 2022, março e agosto de 2023.	86
Tabela 6. Espécies de pequenos mamíferos silvestres registradas em Baldim (MG), excluídas recapturas e fugas, entre abril e setembro de 2023.	89
Tabela 7. Infecções por helmintos em <i>Nectomys squamipes</i> : Quantidade de helmintos por roedor e sítio de infecção em necropsias realizadas em abril e setembro de 2023 no município de Baldim, Minas Gerais.	92
Tabela 8. Dados dos questionários da ação educativa em saúde, pesquisa sobre esquistossomose e avaliação do vídeo.....	107

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

°C	Graus Celsius
μl	Microlitro
μM	Micromolar
μm	Micrometro
CAAE	Certificado de Apresentação de Apreciação Ética
CCA	Antígenos catódicos circulantes- do inglês: <i>circulating cathodic antigen</i>
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
CMM	Coleção de Malacologia Médica
DALYs	Anos de vida perdidos ajustados por incapacidade
DNA	Ácido desoxirribonucléico
EDK	Estimativa de densidade de kernel
Fiocruz	Fundação Oswaldo Cruz
Fiocruz-CMM	Coleção de Malacologia Médica da Fiocruz
FN	Falso-negativo
FP	Falso-positivo
G	Gramma
H	Horas
HMM	Grupo de Pesquisa em Helminologia e Malacologia Médica
ICB	Instituto de Ciências Biológicas
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMBio	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
ID	Código de Identificação
IDHM	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
INPEG	Inquérito Nacional de Prevalência da Esquistossomose mansoni e Geo-helminthoses
IRR	Instituto René Rachou
ITS	Região espaçadora transcrita interna
KK	Técnica de Kato-Katz
LAMP	Amplificação isotérmica mediada por loop- do inglês: loop-mediated isothermal amplification
LS-PCR	Reação em cadeia da polimerase de baixa estrinência
mg	Miligramma
MG	Minas Gerais
MUG	4-metilumbeliferil-β-d-glucuronídeo
min	Minuto
ml	Mililitro
mm	Milímetro
MS	Ministério da Saúde do Brasil
OMS	Organização Mundial de Saúde
ONPG	orto-nitrofenil-β-d-galactopiranosídeo
opg	Ovos por grama de fezes
pb	Pares de bases
PCE	Programa de Controle a Esquistossomose
PCR	Reação em cadeia da polimerase
PCR-RFLP	Reação em cadeia da polimerase associada ao polimorfismo de comprimento de fragmento de restrição
PECE	Programa Especial de Controle da Esquistossomose

POC-CCA	Teste rápido para detecção de CCA- do inglês: <i>point-of-care circulating cathodic antigen</i>
qPCR	PCR quantitativo em tempo real (do inglês <i>quantitative real- time</i> PCR)
SISBIO	Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade
SISPCE	Sistema de Informação do Programa de Vigilância e Controle da Esquistossomose
TALE	Termo de Assentimento Livre e Esclarecido
TCLE/TALE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
UBS	Unidades Básicas de Saúde
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
UV	Luz ultra-violeta
VN	Verdadeiro-negativo
VP	Verdadeiro-positivo
WASH	Água, saneamento básico e higiene- do inglês: water, sanitation and hygiene
WHO	World Health Organization

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO E REFERENCIAL TEÓRICO	24
1.1 Agentes etiológicos e epidemiologia da esquistossomose no mundo	24
1.2 Esquistossomose mansoni no Brasil.....	25
1.3 Hospedeiros intermediários do Gênero <i>Biomphalaria</i>	29
1.4 Ações de controle e desafios da vigilância na perspectiva <i>One Health</i>	33
1.4.1 Diagnóstico e tratamento dos pacientes	33
1.4.2 Controle de caramujos e a detecção de infecção por <i>Schistosoma mansoni</i>	34
1.4.3 Hospedeiros vertebrados não humanos de <i>Schistosoma</i> spp.: animais silvestres.....	35
1.4.4 Monitoramento do ambiente.....	36
1.4.5 Determinação de áreas de risco: análises espaciais	37
1.4.6 Ações educativas em saúde	38
1.4.7 Abordagens e recomendações da OMS na perspectiva <i>One Health</i>	39
1.5 Pesquisas e ações de controle da esquistossomose em municípios de Minas Gerais.....	42
1.5.1 Município de Baldim	44
2 JUSTIFICATIVA	48
3 OBJETIVOS.....	49
3.1 Objetivo geral	49
3.2 Objetivos específicos.....	49
4 MATERIAIS E MÉTODOS.....	50
4.1 Tipo de estudo	50
4.2 Caracterização da área de estudo.....	50
4.3 Delineamento da pesquisa	52
4.4 Saúde Humana.....	54
4.4.1 Aspectos éticos	54
4.4.2 Espacialização dos casos positivos diagnosticados pelo PCE.....	54
4.4.3 Exames laboratoriais dos escolares de Baldim.....	54
4.4.3.1 Amostragem e população do estudo: critérios de elegibilidade	54

4.4.4	Questionário de avaliações demográficas, sanitárias e de contato com a água.....	55
4.4.5	Métodos diagnósticos	56
4.4.5.1	Exame parasitológico – Método de Kato-Katz	56
4.4.5.2	Análise Estatística	58
4.5	Saúde Animal	58
4.5.1	Aspectos éticos	58
4.5.2	Levantamento malacológico.....	58
4.5.3	Identificação taxonômica por morfologia e biologia molecular dos moluscos	60
4.5.4	Avaliação de infecção por trematódeos.....	62
4.5.5	Captura e coleta de pequenos mamíferos	63
4.5.6	Necropsias dos animais eutanasiados	65
4.5.7	Digestão do fígado.....	66
4.6	Saúde Ambiental	67
4.6.1	Protocolo de avaliação rápida de ambientes límnicos	67
4.6.2	Coleta de água para análise microbiológica	68
4.6.3	Análise de eDNA.....	69
4.7	Distribuição e análises espaciais	70
4.7.1	Distribuição direcional (elipses).....	70
4.7.2	Estimativa de densidade de kernel (EDK).....	71
4.7.3	Krigagem	71
4.7.3.1	Álgebra de mapas	72
4.8	Ações educativas em saúde	72
4.8.1	Engajamento das partes interessadas: treinamento do PCE em Baldim.....	72
4.8.2	Produção e avaliação de material educativo	73
4.8.2.1	Produção do vídeo	73
4.8.2.2	Escolares Participantes da Pesquisa e Aplicação dos Questionários.....	73
5	RESULTADOS	75
5.1	Saúde Humana.....	75
5.1.1	Caracterização dos escolares do estudo transversal	75

5.1.2 Questionário de avaliação demográfica e sanitária	77
5.1.3 Caracterização do perfil parasitológico	80
5.1.4 Dados do PCE.....	83
5.2 Saúde Animal	85
5.2.1 Malacologia	85
5.2.2 Coleta dos pequenos mamíferos e análise parasitológica.....	89
5.3 Saúde Ambiental	95
5.4 Análises espaciais	99
5.5 Ações Educativas em Saúde	104
5.5.1 Engajamento das partes interessadas: Avaliação do serviço do PCE em Baldim.	104
5.5.2 Ação Educativa Em Saúde	105
6. Discussão	111
6.1 Considerações gerais	111
6.2 Saúde humana.....	111
6.3 Saúde animal - Malacologia	114
6.4 Saúde animal - Roedores	118
6.5 Saúde ambiental.....	121
6.6 análises espaciais	122
6.7 Ações de educação em Saúde.....	125
7 CONCLUSÃO.....	127
8. REFERÊNCIAS	129
9. ANEXOS.....	153
9.1 Anexo I – Parecer do Comitê de Ética para coletar material biológico dos escolares.	153
9.2 Anexo II – Declaração de Anuência do Município de Baldim.....	161
9.3 Anexo III – Termo de consentimento Livre e Esclarecido.....	162
9.4 Anexo IV – Termo de Assentimento Livre e Esclarecido.....	164
9.5 Anexo V – Questionário Sociodemográfico.....	166
9.6 Anexo VI - Aprovação e registro da pesquisa no SISBIO	167
9.7 Anexo VII – Questionário para avaliação do conhecimento pré e pós-teste.....	168

9.8 Anexo VIII – Questionário de avaliação do vídeo	169
9.9 Anexo IX – Autorização para instalação de armadilhas.....	170
9.10 Anexo X – Carta com os resultados da reavaliação das lâminas do PCE/2021	171
10. APÊNDICES	172
10.1 Apêndice I – Material de divulgação do trabalho realizado nas escolas	172
10.2 Apêndice II – Roedores depositados em coleção	173
10.3 Apêndice III – Treinamento para Diagnóstico de helmintoses intestinais de interesse médico e veterinário: montagem de lâminas e identificação morfológica de formas infectantes	173
10.4 Apêndice IV – Artigo 1	174
11. RELAÇÃO DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA E DE OUTRAS ATIVIDADES NO PERÍODO (2020-2024).....	178
11.1 Artigo derivado da tese.....	178
11.2 Artigos como primeiro autor	178
11.3 Artigos como colaborador	178
11.4 Trabalho completo publicado em Anais de Congresso como colaborador	178

1 INTRODUÇÃO E REFERENCIAL TEÓRICO

1.1 Agentes etiológicos e epidemiologia da esquistossomose no mundo

A esquistossomose é uma Doença Tropical Negligenciada (DNT) e infecto-parasitária, causada por parasitos do gênero *Schistosoma* Weinland, 1858. Essa enfermidade apresenta registros de infecção em humanos em 78 países em regiões tropicais e neotrópicas (WHO, 2020). Atualmente, estima-se que cerca de 240 milhões de pessoas no mundo estejam sofrendo com essa condição (Panzner, 2022, Weerakoon *et al.*, 2015). A dimensão do problema é ainda mais ampla, uma vez que aproximadamente 700-800 milhões de pessoas residem em áreas consideradas de risco para a infecção (PAHO, 2023; McManus, 2018; WHO, 2017, Weerakoon *et al.*, 2015). Estima-se que a esquistossomose resulte em uma considerável perda de anos de vida ajustados por incapacidade (DALYs), totalizando 1,4 milhão de casos em escala global (Kyu *et al.*, 2018).

O gênero *Schistosoma* compreende 25 espécies já descritas, das quais seis têm relevância médica significativa devido ao seu papel como agente causador de doenças hepatointestinais com manifestações clínicas distintas (WHO, 2022). Dentro dessa seleção, merecem destaque: *Schistosoma mansoni* Sambon, 1907, cuja transmissão é registrada na África e nas Américas; *Schistosoma japonicum* Katsurada, 1904, presente no Extremo Oriente; *Schistosoma mekongi* Voge, Brickner & Bruce, 1978, com presença na Ásia; *Schistosoma intercalatum* Fischer, 1934, e *Schistosoma guineensis* Pages, Jourdane, Southgate & Tchuem, 2003, identificadas na África Ocidental e Central; e adicionalmente, *Schistosoma malayensis* n. sp. (Greer, Ow-Yang & Yong, 1988) registrada em focos de transmissão localizados na Malásia. Em contrapartida, a única espécie associada principalmente a patologias genitourinárias é *Schistosoma haematobium* (Bilharz, 1852), comumente encontrada em regiões da África e do Oriente Médio (Gryseels *et al.*, 2006; Gryseels, 2012; Colley *et al.*, 2014; McManus *et al.*, 2018; WHO, 2022) (Figura 1).

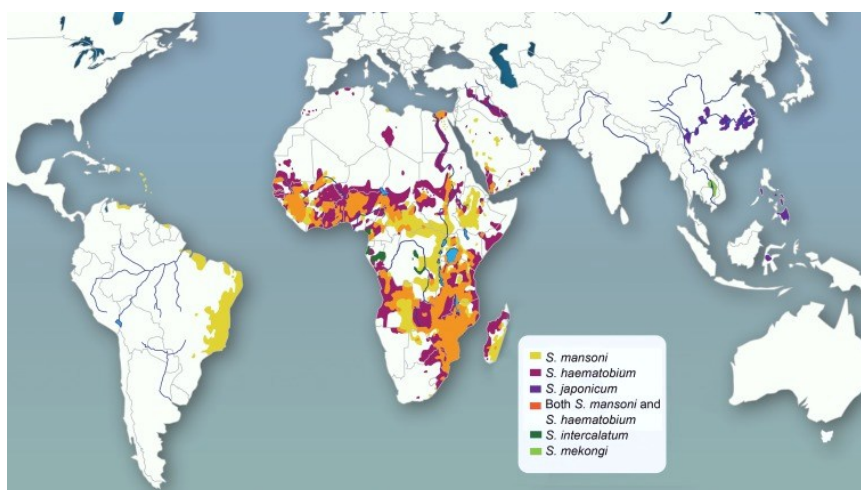


Figura 1. Distribuição mundial das principais espécies de *Schistosoma* de importância médica. Fonte: Weerakoon *et al.*, 2015.

As metas da Organização Mundial de Saúde (OMS) para a esquistossomose até 2030 buscaram à sua eliminação como problema de saúde pública em todos os países endêmicos – 42 na África, dez nas Américas, três no Sudeste Asiático, seis no Pacífico Ocidental, 16 no Mediterrâneo Oriental e um na Europa (WHO, 2013; Díaz *et al.*, 2023). Dentre os países que tiveram êxito na eliminação da esquistossomose, destacam-se o Japão e a Tunísia, e atualmente, a transmissão da doença está perto da interrupção em 17 nações: Antígua e Barbados, República Dominicana, China, Guadalupe, Iraque, Irã, Jordânia, Ilhas Mauríciu, Martinica, Montserrat, Marrocos, Omã, Porto Rico, Arábia Saudita, Síria, Santa Lúcia e Suriname (Utzinger *et al.*, 2009, Zhou *et al.*, 2007; Wang *et al.*, 2009; Kajihara & Hirayama, 2011; Hewitt & Willingham, 2019; PAHO, 2023; WHO, 2022).

No entanto, a identificação de casos da doença em áreas não endêmicas suscita preocupações legítimas, uma vez que isso pode ser atribuído a fatores como migração descontrolada, turismo rural, construção de represas, sistemas de irrigação, desmatamento e mudanças climáticas (Steinmann *et al.*, 2006; Zhou *et al.*, 2007; Enk *et al.*, 2010).

De acordo com Colley *et al.* (2014), enquanto a prevalência global estimada de infecções por esquistossomose é de 240 milhões, o número real pode chegar a 440 milhões, considerando infecções concomitantes ou sequelas associadas. Dos 78 países endêmicos, apenas 52 implementam programas de tratamento em larga escala (WHO, 2020b). Nestes países, aproximadamente 229,2 milhões de pessoas são elegíveis para quimioterapia preventiva, compreendendo a 124,4 milhões de crianças e 104,8 milhões de adultos (WHO, 2018b). Em 2018, 95,3 milhões de pessoas receberam tratamento preventivo, sendo 76,2 milhões de crianças e 19,1 milhões de adultos, o que corresponde 41,6% dos elegíveis, embora a meta da OMS fosse atender de 75,0% a 100% até 2020. Entre os dois países elegíveis nas Américas, apenas o Brasil forneceu dados, tratando 3.252 crianças e 6.504 adultos em 2018 (WHO, 2018b).

1.2 Esquistossomose mansoni no Brasil

A presença da esquistossomose nas Américas remonta aos séculos XVI e XVII, quando a doença foi trazida pelo tráfico de pessoas africanas escravizadas já infectadas (Morgan *et al.*, 2005; Crellen *et al.*, 2016). No Brasil, a única espécie com registro da manutenção do ciclo do parasito é *S. mansoni*, que se disseminou e prosperou devido à presença de moluscos do gênero *Biomphalaria* (Preston, 1910), que são hospedeiros intermediários suscetíveis à infecção (Brasil, 2021).

A transmissão e manutenção do ciclo do parasito estão intrinsicamente ligadas à falta ou inadequação de saneamento básico, que afeta principalmente as comunidades desfavorecidas e marginalizadas (BRASIL 2008, 2014, 2021). Apesar de programas de controle bem-sucedidos ao longo dos anos, a esquistossomose continua a afetar um número significativo de pessoas, especialmente em áreas carentes de saneamento básico, forçando indivíduos de baixa renda a viverem em condições insalubres devido à falta de opções e acesso a fontes de água segura para atividades domésticas, recreativas ou profissionais (BRASIL 2008, 2014, 2021) (Figura 2).

ESQUISTOSSOMOSE MANSONI

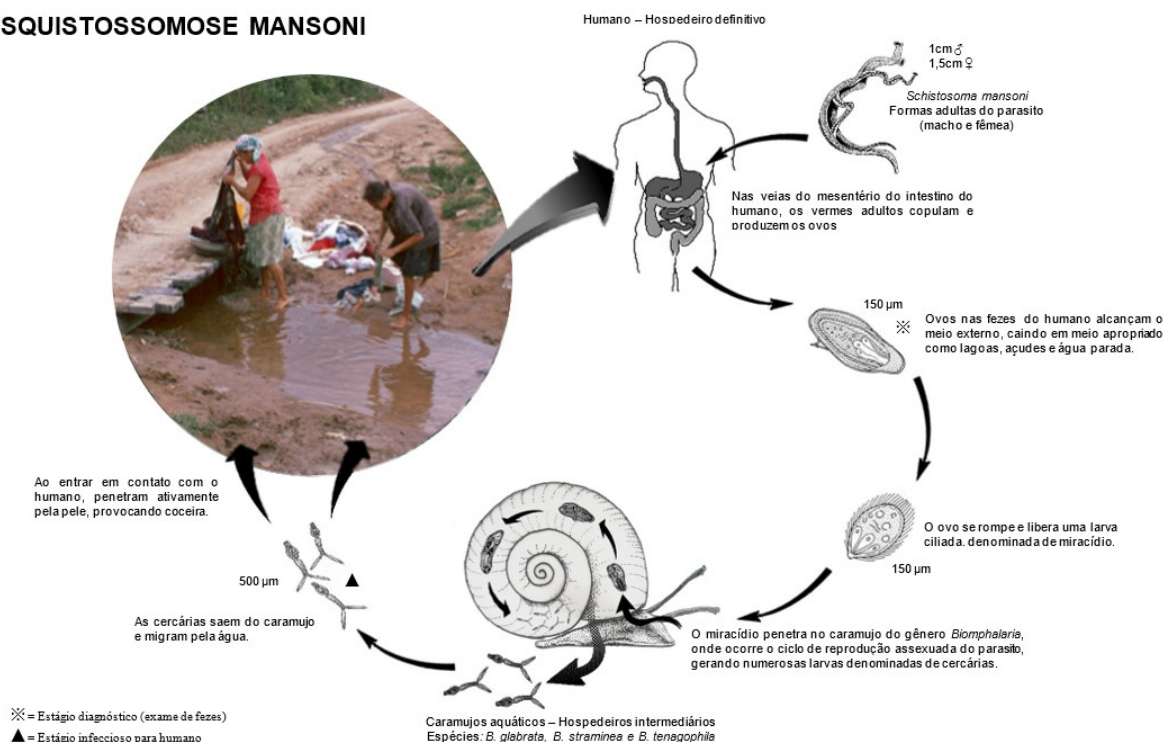


Figura 2. Ciclo biológico do parasito *Schistosoma mansoni*. O ciclo de *S. mansoni* é heterógeno, envolve duas fases de reprodução distintas em diferentes tipos de hospedeiros. A fase assexuada ocorre em caramujos de água doce do gênero *Biomphalaria*, hospedeiros invertebrados, enquanto a fase sexuada predomina em seres humanos, hospedeiros vertebrados, podendo também ocorrer em roedores silvestres e outros mamíferos. O ciclo se inicia com a liberação de ovos do parasito nas fezes dos hospedeiros vertebrados infectados. Esses ovos entram em contato com água doce, onde liberam larvas chamadas miracídeos. Os caramujos *Biomphalaria* suscetíveis são infectados pelos miracídeos, que se desenvolvem em esporocistos. Esses esporocistos produzem milhares de cercárias, que são liberadas no ambiente aquático como forma infectante para os hospedeiros vertebrados. Ao penetrar e infectar o hospedeiro vertebrado, as cercárias perdem a cauda e se transformam em esquistossômulos, que posteriormente se tornam vermes adultos, machos e fêmeas, alojados nas veias mesentéricas do intestino. Os vermes se acasalam dentro das veias mesentéricas, e parte dos ovos produzidos pelas fêmeas atravessa o endotélio vascular intestinal, sendo eliminados nas fezes do hospedeiro. O ciclo recomeça quando os ovos alcançam água doce, miracídeos eclodem, infectam moluscos, perpetuando o ciclo. Fonte da imagem: Coelho, 2020.

Efetivamente, ao longo das últimas quatro décadas, as medidas de controle implementadas no Brasil têm resultado em redução da prevalência da esquistossomose. O Brasil instituiu o Programa Especial de Controle da Esquistossomose (PECE) em 1975, pela

Superintendência de Campanhas de Saúde Pública (SUCAM). Posteriormente, na década de 1980, o PECE foi substituído pelo Programa de Controle da Esquistossomose (PCE). A partir de 1999, houve a descentralização das atividades de vigilância e controle de doenças e a responsabilidade pela implementação das ações do PCE passou a ser compartilhada entre os governos estaduais e municipais, que atualmente desempenham um papel fundamental, quando presente, nas medidas de controle da doença no Brasil (Favre 2001, Drummond *et al.*, 2006).

Desde 1995, o Sistema de Informação do Programa de Vigilância e Controle da Esquistossomose (SISPCE) tem sido nas áreas endêmicas, a ferramenta recomendada para a notificação da doença. A partir de 2014, a esquistossomose passou a ser de notificação compulsória nas áreas não endêmicas, conforme estipulado pela Portaria nº 1.271 de 06 de junho de 2014 da Secretaria de Vigilância em Saúde (SVS), vinculada ao Ministério da Saúde (MS). Nas regiões não endêmicas, a notificação dos casos passou a ser feita pelo Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN).

No Brasil foram conduzidos três inquéritos de abrangência nacional com o propósito de definir a prevalência das áreas endêmicas. Os dados obtidos nos levantamentos realizados por Pellon & Teixeira (1949–1953), pelo Programa Especial de Controle da Esquistossomose (1975–1978) e pelo Inquérito Nacional de Prevalência da Esquistossomose mansoni e Geohelminthoses (2010–2015) revelam uma queda expressiva na positividade da doença. Nos 11 estados incluídos nas três pesquisas, a positividade passou de 10,09% no primeiro inquérito para 9,24% no segundo e 1,79% no mais recente (Katz, 2018). Quando se considera o Brasil como um todo, observa-se uma redução ainda mais significativa, com as taxas nacionais caindo de 10,0% para 6,9% e, atualmente, para cerca de 1,0% (Katz, 2018).

A doença já foi registrada em 18 estados e no Distrito Federal. A endemia persiste nos estados de Alagoas, Bahia, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Paraíba, Sergipe, Espírito Santo e Minas Gerais. Em contraste, nos estados do Pará, Maranhão, Piauí, Ceará, Rio de Janeiro, São Paulo, Santa Catarina, Paraná, Rio Grande do Sul, Goiás e no Distrito Federal, a transmissão é focalizada, não atingindo áreas extensas (Brasil, 2008; Drummond *et al.*, 2006) (Figura 3). A transmissão ativa se concentra principalmente nas regiões Sudeste (2,35%) e Nordeste (1,27%), sendo Sergipe (8,19%) e Minas Gerais (3,86%) os estados mais afetados, com as maiores proporções de indivíduos positivos (Katz, 2018)..

As estratégias para o controle da esquistossomose tiveram evolução: inicialmente focaram na interrupção da transmissão, visando a eliminação do hospedeiro intermediário pelo uso de moluscicidas químicos e melhorias sanitárias em áreas endêmicas (Coelho; Caldeira,

2016). A partir de 1984, a abordagem mudou para o controle da morbidade, com ênfase no diagnóstico e tratamento de indivíduos infectados em áreas endêmicas. Inicialmente, a oxamniquina foi utilizada para tratamento, mas o Praziquantel (PZQ) posteriormente se tornou o fármaco de escolha devido à maior eficácia, baixa toxicidade e custo reduzido, além da conveniência de administração em dose oral única (WHO, 2013, Nogueira *et al.*, 2022).

De acordo com as recomendações da OMS, o método parasitológico de referência para diagnóstico da esquistossomose é o Kato-Katz (Katz *et al.*, 1972) que requer a confecção de lâminas com amostras de fezes (WHO, 2018). Atualmente, o método comercial disponível no Brasil é o HELM TEST – BioManguinhos, que avalia qualitativa e quantitativamente a carga parasitária. Nos últimos anos, o PCE diagnosticou, pela técnica de Kato-Katz (KK), pacientes infectados, que consiste na análise de 1 ou 2 lâminas de amostras de fezes, conforme determinação do Ministério da Saúde (Brasil, 2014).

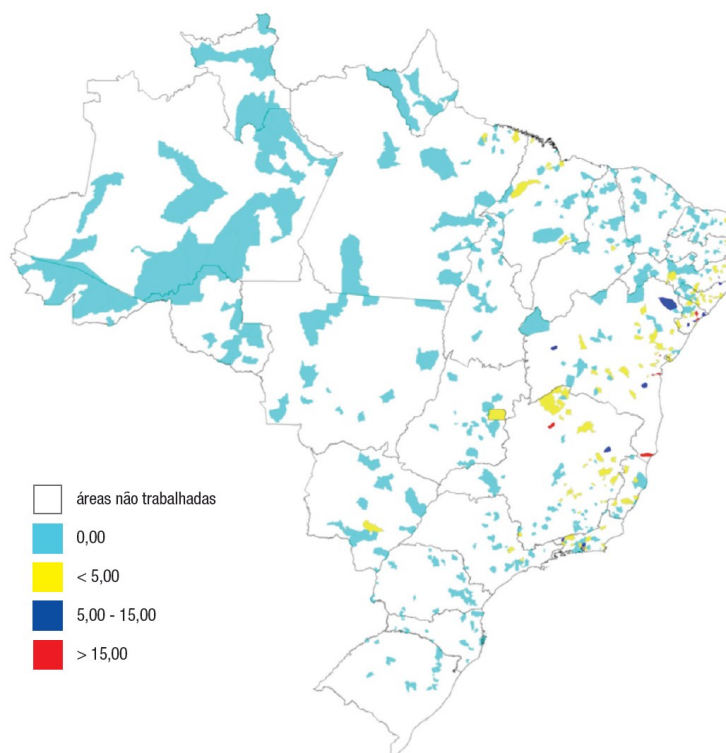


Figura 3. Distribuição geográfica da transmissão da infecção por *S. mansoni* e taxa de positividade da esquistossomose mansoni no Brasil, conforme dados do Inquérito de Prevalência da Esquistossomose e das Geohelmintoses (2010 – 2015). Fonte: Katz (2018). Disponível em <<http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/sinan/inpeg/RelatorioINPEG.pdf>>. acesso em junho/2024

Atualmente, o PCE utiliza duas estratégias para o diagnóstico: 1) busca ativa (Formulário PCE-101 – Diário de Coproscopia e Tratamento); e 2) demanda espontânea (Formulário PCE-108 – Casos Detectados na Rede Básica em Áreas Endêmicas) (Brasil, 2014).

Os esforços de diagnóstico parasitológico frequentemente esbarram em indivíduos com baixa carga parasitária, o que é comum em áreas de controle bem-sucedido (Silva-Morais *et al.*, 2019). Esses dados reforçam a ideia de que a prevalência da esquistossomose está subestimada devido à baixa sensibilidade do método KK com 2 lâminas. (Silva-Morais *et al.*, 2019; Katz, 2018; Oliveira *et al.*, 2018). Isso pode influenciar na elaboração de estratégias de controle, uma vez que a subestimação de casos pode afetar as decisões e metas estabelecidas para alcançar a eliminação da doença (Silva-Morais *et al.*, 2019; Oliveira *et al.*, 2018).

Embora essas medidas de controle tenham contribuído para uma significativa redução na prevalência e intensidade da infecção por *S. mansoni*, estudos recentes indicam que cerca de 2 milhões de pessoas permanecem infectadas na América do Sul (PAHO, 2023) e estima-se que cerca de 25 milhões delas residem em áreas consideradas de risco para a infecção (WHO, 2010; PAHO, 2023). A esquistossomose continua a se disseminar e a assumir um novo perfil epidemiológico caracterizado por uma carga parasitária reduzida, padrão que desafia as medidas convencionais de diagnóstico, tratamento e controle (Oliveira *et al.*, 2018; Siqueira *et al.*, 2011; Coura & Amaral, 2004; Katz, 1998).

As condições de vulnerabilidade socioambiental favorecem a persistência do caramujo transmissor de *Schistosoma mansoni*, especialmente em contextos de urbanização desordenada, comuns em municípios que não conseguem garantir acesso adequado ao saneamento básico. Essa situação contribui para uma série de impactos ambientais e sociais negativos (Guimarães; Tavares-Neto, 2006). Como resultado, a esquistossomose, comumente associada a áreas rurais, também se manifesta nas áreas urbanas (Gomes *et al.*, 2016), podendo alcançar níveis hiperendêmicos. Esse fenômeno é observado pelo aumento de casos notificados em estados brasileiros como Alagoas, Minas Gerais, Bahia e Pernambuco (Guimarães *et al.*, 1993; Guimarães; Tavares-Neto, 2006; Nascimento; Oliveira, 2014).

1.3 Hospedeiros intermediários do Gênero *Biomphalaria*

Os caramujos hospedeiros intermediários de água doce pertencem ao filo Mollusca Linnaeus, 1758, classe Gastropoda Cuvier 1797, subclasse Pulmonata Cuvier 1817, ordem Basommatophora Schmidt 1855, família Planorbidae Rafinesque, 1815 e gênero *Biomphalaria* (Preston, 1910) (Malek, 1985; Paraense, 2004; Jarne *et al.*, 2011).

Na América Latina, são reconhecidas 26 espécies do gênero *Biomphalaria*. Entretanto, para espécies fora do Brasil, a taxonomia requer revisões morfomoleculares, sendo recomendada a identificação apenas até o nível de gênero (Jarne *et al.*, 2011; Damborenea *et*

al., 2020). No Brasil, foram descritas onze espécies e uma subespécie dos moluscos límnicos do gênero *Biomphalaria*, determinadas por características morfológicas (Correia; Paraense, 1973) e moleculares (Vidigal *et al.*, 2000 e Caldeira *et al.*, 2016).

As espécies brasileiras do gênero *Biomphalaria* incluem: *Biomphalaria glabrata* (Say, 1818), *Biomphalaria tenagophila* (d'Orbigny, 1835), *Biomphalaria straminea* (Dunker, 1848), *Biomphalaria peregrina* (Orbigny, 1835), *Biomphalaria schrammi* (Crosse, 1864), *Biomphalaria kuhniana* (Clessin, 1883), *Biomphalaria intermedia* Paraense & Deslandes 1962, *Biomphalaria amazonica* Paraense & Deslandes, 1966, *Biomphalaria oligoza* Paraense, 1974, *Biomphalaria occidentalis* Paraense 1981, *Biomphalaria cousini* Paraense, 1966 e *Biomphalaria tenagophila guaiabensis* Paraense, 1984 (Brasil, 2008; Teodoro *et al.*, 2010).

Entre as espécies de *Biomphalaria*, apenas *B. glabrata*, *B. tenagophila* e *B. straminea* são encontradas naturalmente infectadas por *S. mansoni*. Já *B. amazonica*, *B. peregrina* e *B. cousini* são consideradas hospedeiras potenciais com base em infecções experimentais (Paraense; Corrêa, 1973; Teodoro *et al.*, 2010). *Biomphalaria glabrata* é a principal espécie na transmissão da parasitose na região neotropical, devido à sua ampla distribuição geográfica (Figura 4A) e alto grau de susceptibilidade (Paraense, 2008). A distribuição de *B. glabrata* está frequentemente associada à da esquistossomose (Carvalho *et al.*, 2008).

A presença do hospedeiro intermediário suscetível é essencial para a manutenção do ciclo do parasito e influência na distribuição da doença (Barbosa, 1992). Lobato Paraense produziu, em 1970, o primeiro mapa de distribuição das três espécies hospedeiras de *S. mansoni* no Brasil, atualizando-o ao longo dos anos (Paraense, 1972, 1975, 1986, 2001). Em 2008, o Ministério da Saúde redefiniu os dados de distribuição geográfica dos moluscos hospedeiros, destacando a transmissão da parasitose como tema relevante para o Programa de Vigilância e Controle da Esquistossomose (Carvalho *et al.*, 2018). De acordo com Carvalho *et al.* (2024), a distribuição geográfica das três espécies de hospedeiros intermediários de *S. mansoni* vem sendo progressivamente atualizada nos estados brasileiros (Figura 4).

A concha de um adulto de *B. glabrata* (Figura 4A) varia entre 20 e 30 mm de diâmetro e entre 5 e 8 mm de largura, com registros de até 40 mm de diâmetro. Apresenta cerca de seis giros arredondados, que crescem lentamente em diâmetro e são bem visíveis em ambos os lados, com o giro central mais exposto à esquerda. A concha adulta de *B. tenagophila* (Figura 4B) atinge cerca de 35 mm de diâmetro e 11 mm de largura na abertura; entretanto, na maioria das populações, o diâmetro máximo raramente ultrapassa 25 mm. Suas outras características incluem sete a oito giros carenados, mais acentuados no lado esquerdo, que crescem lentamente

em diâmetro e são bem visíveis em ambos os lados. A concha adulta de *B. straminea* (Figura 4C) alcança cerca de 16 mm de diâmetro e 6 mm de largura na abertura. Possui cinco giros arredondados e são bem visíveis em ambos os lados, com o giro central mais exposto à esquerda (Carvalho *et al.*, 2008; Carvalho *et al.*, 2020).

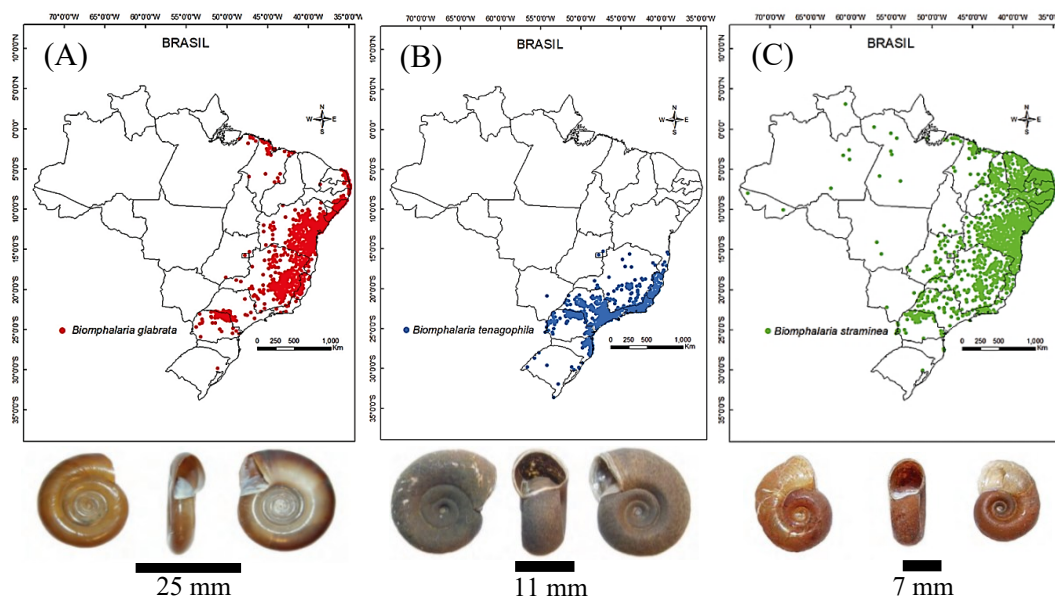


Figura 4. Distribuição espacial das espécies do gênero *Biomphalaria*, hospedeiros intermediários de *Schistosoma mansoni* no Brasil. Os pontos nos mapas representam a distribuição geográfica de (A) *Biomphalaria glabrata* (pontos vermelhos), (B) *Biomphalaria tenagophila* (pontos azuis) e (C) *Biomphalaria straminea* (pontos verdes). As fotos ilustrativas das conchas demonstram a semelhança das conchas entre as espécies, ressaltando a necessidade de identificação correta com base em outras características taxonômicas. Fonte: Carvalho (2024) e Brasil (2008) com modificações.

Embora as características morfológicas da concha sejam um critério taxonômico, raramente é possível determinar a espécie com precisão apenas por esse método. Por isso, recomenda-se a dissecação e identificação dos órgãos internos para uma determinação mais precisa das espécies. Além disso, a identificação por biologia molecular, utilizando a técnica de PCR-RFLP, é recomendada (Vidigal *et al.*, 2000 e Caldeira *et al.*, 2016). Um exemplo dessa complexidade é a anatomia interna de *B. tenagophila*, que é quase idêntica à de *B. glabrata*, diferenciando-se apenas pela ausência da crista renal ou da linha pigmentada que a precede nos espécimes jovens. Biologicamente, essas duas espécies são separadas por um isolamento reprodutivo absoluto (Carvalho *et al.*, 2008).

A respeito dos aspectos biológicos destes moluscos, estes apresentam uma notável capacidade de proliferação. Conforme observado por Paraense (1955) e Barbosa & Olivier (1958), em ambientes onde as populações foram reduzidas drasticamente, a autofecundação permitiu a reconstituição das populações com poucos indivíduos. Um único indivíduo pode

iniciar uma pequena colônia por autofecundação, e seus descendentes subsequentes tendem a proliferar. Apesar dessa capacidade de autofecundação, estes moluscos demonstram preferência na fecundação cruzada, que promove o fluxo gênico e a recombinação genética, fundamentais para a preservação da espécie (Paraense, 1955).

A fecundidade e a fertilidade das espécies *Biomphalaria* foram extensivamente estudadas em condições de laboratório (Perlowagora, 1958; Rey, 1956; Magalhães & De Lucca, 1971; Kawazoe, 1977; Costa *et al.*, 2004). No entanto, os resultados desses estudos variam dependendo das técnicas de criação utilizadas e das condições ambientais específicas. As pesquisas indicam que espécies como *B. glabrata*, *B. tenagophila* e *B. straminea* apresentam alta capacidade reprodutiva, adaptando-se eficientemente a diferentes ambientes e condições de criação.

As espécies de *Biomphalaria* habitam predominantemente águas doces paradas ou com pouca correnteza, tanto em ambientes naturais, como córregos, riachos, lagos e pântanos, quanto em ambientes artificiais, incluindo cisternas, valas de irrigação e açudes. Adaptados a condições com baixo teor de oxigênio ou águas poluídas por matéria orgânica, esses caramujos apresentam capacidade de obter oxigênio da água e do ar. Sua dieta compreende principalmente vegetais, algas e microrganismos encontrados no fundo e nas margens dos corpos d'água. Os recém-eclodidos demonstram preferência por algas unicelulares (Freitas, 1973).

A densidade populacional de *Biomphalaria* varia sazonalmente, influenciada por fatores bióticos e abióticos. Estudos de Barbosa & Barbosa (1994) indicaram que condições climáticas, como chuvas e temperatura, exercem impacto significativo na distribuição e densidade desses caramujos. Em regiões tropicais, as chuvas podem temporariamente reduzir as populações existentes, ao mesmo tempo em que favorecem a dispersão e o surgimento de novos focos (Rey, 1956). Durante a estação seca, a diminuição ou secagem de coleções hídricas pode levar à redução ou até extinção de algumas populações (Barbosa & Olivier, 1958). No entanto, com o retorno das águas, os caramujos têm uma capacidade notável de recuperação, crescendo, se reproduzindo e repovoando rapidamente esses habitats, graças à sua resistência à dessecação em estado de anidrobiose. Estudos específicos demonstraram que *B. glabrata*, durante a anidrobiose, pode reduzir seu volume para 1/6 ou 1/7 do tamanho normal (Brumpt, 1941).

Em contextos de infecção parasitária, observa-se que o desenvolvimento parasitário em *Biomphalaria* pode ser temporariamente interrompido quando o ambiente se torna adverso, retomando seu ciclo normal com o restabelecimento das condições favoráveis (Oliver *et al.*, 1954; Barbosa & Coelho, 1953). Estudos importantes sobre o período de dormência (diapausa)

em *B. glabrata* infectada por *S. mansoni* indicam a possibilidade de retomar o ciclo de transmissão do parasito mesmo na ausência de novas introduções de ovos do parasito nos criadouros. Esse achado representa um aspecto relevante para a epidemiologia da esquistossomose (Barbosa & Olivier, 1958). A avaliação dos caramujos, das áreas e da dispersão é necessária para o controle estratégico da esquistossomose, uma vez que sua transmissão depende de múltiplos fatores.

1.4 Ações de controle e desafios da vigilância na perspectiva *One Health*

1.4.1 Diagnóstico e tratamento dos pacientes

O diagnóstico preciso é primordial para o controle da esquistossomose, especialmente em áreas com morbidade controlada e baixa carga parasitária (WHO, 2012; Gomes *et al.*, 2014). Estudos recentes sugerem que a prevalência da doença esteja subestimada devido à baixa sensibilidade do método de KK em infecções leves (Enk *et al.*, 2008; Siqueira *et al.*, 2015; Siqueira *et al.*, 2016). A precisão diagnóstica é crucial para orientar ações de tratamento adequado, prevenir agravamento da doença e interromper a transmissão, contribuindo para quebrar o ciclo de vida do parasito (Enk *et al.*, 2008; Gomes *et al.*, 2014; Utzinger *et al.*, 2015).

Além do método KK para diagnóstico parasitológico de fezes, uma variedade de técnicas tem sido empregada. Essas incluem sedimentação espontânea, biópsias retal e hepática, xenodiagnóstico, ELISA (*Enzyme-Linked Immunosorbent Assay*), bem como reações periovular e intradérmica (Gryseels *et al.*, 2006; Katz & Peixoto, 2000). Métodos de imagem, como ultrassonografia do abdômen, radiografia do tórax em PA e perfil, endoscopia digestiva alta, ressonância magnética e eco-doppler-cardiografia, também são utilizadas para o diagnóstico clínico (WHO, 2002; Barbosa *et al.*, 2001; Lambertucci, 2010). Na pesquisa, estão sendo avaliados e promovidos métodos moleculares e o Helmintex (Teixeira *et al.*, 2007; Siqueira *et al.*, 2015; Favero *et al.*, 2017; Espírito-Santo *et al.*, 2014; Oliveira & Magalhães *et al.*, 2018), que detecta ovos de *S. mansoni* nas fezes por interação com microesferas. Além disso, o teste *Point-of-Care*, que detecta antígenos catiônicos (POC-CCA) ou anódicos (POC-CAA) na urina ou soro, também está em teste (Brasil, 2014; Oliveira & Magalhães *et al.*, 2018). Contudo, as limitações desses métodos, que ainda estão sendo estudados, aprimorados e avaliados, impedem sua recomendação atual para o PCE.

O teste POC-CCA, importado e também produzido localmente como uma opção diagnóstica, enfrenta desafios significativos no contexto brasileiro (Viana *et al.*, 2019). Apesar de seu sucesso em áreas com alta endemicidade e elevada carga parasitária em outros países,

sua aplicação no Brasil ainda não é recomendada devido à baixa especificidade, como evidenciado por reações cruzadas com outros parasitos (Van Dam *et al.*, 1994; Van Dam *et al.*, 1996; Coelho *et al.*, 2016). Além disso, a falta de clareza na definição dos traços resultantes da baixa reatividade do teste compromete sua eficácia diagnóstica em populações com baixa carga parasitária e endemicidade reduzida para a esquistossomose (Oliveira & Magalhães *et al.*, 2018). É crucial realizar mais estudos para resolver essas questões e aprimorar a confiabilidade do POC-CCA em diferentes contextos epidemiológicos e geográficos.

O controle da esquistossomose por meio do tratamento em massa com PZQ tem demonstrado sucesso em estudos realizados em diversas áreas endêmicas (Amaral *et al.*, 2006; Fenwick *et al.*, 2009; Hofstede *et al.*, 2014). No entanto, é importante destacar, que o PZQ não afeta a viabilidade dos ovos e das formas imaturas do parasito, nem previne a reinfeção do hospedeiro definitivo, o que sublinha a necessidade contínua de estratégias complementares para um controle eficaz da doença. Adicionalmente, existe uma preocupação crescente com a possível emergência de parasitos resistentes ao PZQ, embora casos de resistência ainda sejam raros. A utilização extensiva do medicamento reforça a importância da vigilância e da pesquisa contínua nesta área (Paixão Siqueira *et al.*, 2017; Ribeiro-dos-Santos *et al.*, 2006).

1.4.2 Controle de caramujos e a detecção de infecção por *Schistosoma mansoni*

No Brasil, o combate aos moluscos é uma medida pouco explorada atualmente no controle da endemia (Coelho; Caldeira, 2016; Friani, 2022). Entre as abordagens comuns estão o uso de moluscicidas, drenagem de habitats aquáticos, introdução de predadores, competidores e parasitos (WHO, 2017; Friani *et al.*, 2022). No entanto, essas medidas apresentam limitações e restrições ecológicas, econômicas e legislativas (Fernandez *et al.*, 2008; Adema *et al.*, 2012, McManus *et al.*, 2018). Programas focados na erradicação de espécies de caramujos não resultam em êxito, além de ser uma abordagem difícil de ser sustentada, pois os moluscicidas não tem ação específica contra as espécies, podendo ocasionar um desastre ecológico no ambiente aquático (Fenwick *et al.*, 2006, Friani *et al.*, 2022). No Brasil, o uso de moluscicidas é limitado e recomendado apenas em situações excepcionais (Coelho; Caldeira, 2016). Atualmente, o uso de moluscicidas no país não é mais aconselhado devido seus impactos negativos na diversidade local (Fernandes *et al.*, 2018; Santos *et al.*, 2019; Menezes *et al.*, 2023). Essa decisão reflete a necessidade de adotar abordagens de controle da esquistossomose que sejam eficazes e sustentáveis, preservando o equilíbrio ambiental e promovendo a saúde pública de maneira integrada (Katz *et al.*, 2018; Ministério da Saúde, 2014).

Para o controle eficaz da esquistossomose, é crucial que profissionais de saúde pública e do PCE identifiquem corretamente os moluscos do gênero *Biomphalaria* nas áreas afetadas. Essa identificação possibilita a implementação de medidas como a remoção de plantas aquáticas, que servem de alimento e habitat para os caramujos, e a implementação e/ou melhoria do saneamento básico das águas utilizadas pelas comunidades locais, essenciais para reduzir a transmissão da doença e proteger a saúde pública (WHO, 2020; Ministério da Saúde, 2014).

Para o diagnóstico da infecção por *S. mansoni* em caramujos, o Ministério da Saúde recomenda o uso da fotoestimulação artificial. Esse método consiste em simular condições de luz e calor no ambiente laboratorial para induzir a liberação de cercárias por caramujos infectados. Nos casos em que os caramujos não liberam cercárias durante a fotoestimulação, ainda é aconselhável realizar o esmagamento dos animais entre placas de vidro para confirmar a ausência de esporocistos, as formas larvares intra-molusco (Brasil, 2014).

Por outro lado, o diagnóstico da infecção por *S. mansoni* em caramujos pode ser desafiador por métodos tradicionais, especialmente quando apenas as conchas estão disponíveis, ou quando a infecção é recente e os esporocistos ainda não são detectáveis (Hamburger, 2020). Nestes cenários, recomenda-se o uso de abordagens moleculares para a identificação da infecção, por sua maior sensibilidade na detecção do material genético de *S. mansoni*. Exemplos dessas técnicas incluem PCR convencional, Nested PCR, LS-PCR (PCR de baixa estringência) e, mais recentemente, a técnica de Amplificação Isotérmica Mediada por Loop (LAMP) (Caldeira *et al.*, 2017; Barbosa *et al.*, 2019).

1.4.3 Hospedeiros vertebrados não humanos de *Schistosoma* spp.: animais silvestres

Em adição ao contexto de controle da esquistossomose, é importante abordar as complexidades da saúde animal e a relação entre a esquistossomose e animais silvestres. A capacidade de *S. mansoni* de infectar vertebrados silvestres, particularmente roedores de hábitos aquáticos, é um aspecto ecológico importante na transmissão e manutenção da doença (Leger; Webster, 2017; McManus *et al.*, 2018). Diferentemente das infecções por *S. japonicum* na Ásia (Zou *et al.*, 2020), no Brasil, não se observa uma participação significativa de outros animais não humanos na perpetuação do ciclo de *S. mansoni* na natureza. No entanto, roedores podem desempenhar um papel na manutenção desse parasito, tanto na África quanto nas Américas Central e do Sul (Hewitt e Willingham 2019; Catalano *et al.*, 2018; Miranda *et al.*, 2017; Gentile *et al.*, 2006; Duplantier & Sène, 2000; Rey, 1993; Théron *et al.*, 1992; Kawazoe e Pinto 1983). As espécies de roedores *Nectomys squamipes* e *Holochilus sciureus* são consideradas os

principais reservatórios de *S. mansoni*, no Brasil, pois apresentam suscetibilidade e persistência da infecção (Martinez *et al.*, 2008; Miranda *et al.*, 2017; Miranda *et al.*, 2019; Maldonado-Junior *et al.*, 2006). Entretanto, embora haja vários relatos de infecção natural por *S. mansoni* em animais silvestres, são necessárias pesquisas para confirmar se as espécies de parasitos encontradas em humanos e roedores pertencem à mesma população (King *et al.*, 2015; Leger; Gower *et al.*, 2017; Miranda *et al.*, 2015; Bezerra-Santos *et al.*, 2021).

No contexto brasileiro, há vários relatos de infecção natural por *S. mansoni* em roedores silvestres, porém há uma lacuna significativa em estudos que investigam detalhadamente as espécies de *Schistosoma* coexistentes tanto em roedores quanto em humanos na mesma região. Similarmente às áreas endêmicas da África, a identificação de reservatórios silvestres de *S. mansoni* no Brasil é um aspecto relevante que pode contribuir para a vigilância de focos da doença. Contudo, são necessárias mais pesquisas para compreender completamente o impacto desses reservatórios na epidemiologia local da esquistossomose (Rey *et al.*, 1993; Gentile *et al.*, 2012; Miranda *et al.*, 2017).

Além disso, a ocorrência do parasito foi também registrada em marsupiais, como *Didelphis albiventris* (Kawazoe *et al.*, 1978) e *Didelphis aurita* (Coelho *et al.*, 1979), cujas interações com *S. mansoni* ainda carecem de investigações mais aprofundadas no contexto brasileiro (Bezerra-Santos *et al.*, 2021).

1.4.4 Monitoramento do ambiente

Além da identificação das localidades com ocorrência de moluscos hospedeiros do *S. mansoni*, a caracterização dos criadouros é importante para avaliar o risco de transmissão e definir áreas prioritárias para o controle da esquistossomose. Essa análise tem sido amplamente realizada em estudos que consideram a importância epidemiológica dos criadouros, por meio de protocolos de avaliação rápida que verificam se o ambiente encontra-se impactado.

Levantamentos malacológicos conduzidos por Souza *et al.* (2006, 2008, 2010) e por Moreno & Callisto (2006) evidenciaram a associação entre a presença de moluscos e ambientes degradados ou poluídos. Outro indicador relevante é a detecção de coliformes fecais, diretamente relacionada à ausência de saneamento básico e à contaminação por esgoto.

Nesse sentido, Gomes *et al.* (2018) identificaram mais de 70,0% dos criadouros de uma área endêmica na região Nordeste do Brasil contaminados por coliformes fecais, incluindo *Escherichia coli*. Esses achados reforçam a importância da caracterização ambiental e evidenciam a necessidade de priorizar a melhoria do saneamento básico, bem como o

monitoramento e a gestão adequada dos ambientes de água doce utilizados pela população, com o objetivo de reduzir o risco de transmissão da esquistossomose.

Uma abordagem avançada no monitoramento ambiental da esquistossomose é a análise de DNA ambiental, ou *eDNA* (do inglês *Environmental DNA*). Essa técnica inovadora consiste na coleta de amostras de água do ambiente, seguida da extração do material genético de parasitos e de outros organismos presentes, para posterior análise por PCR. Estudos têm destacado a relevância dessa metodologia na epidemiologia de diversas doenças, proporcionando uma compreensão mais aprofundada dos padrões de transmissão e uma avaliação mais precisa da eficácia das estratégias de controle em áreas endêmicas (Alzaylaee *et al.*, 2020a, 2020b; Kamel *et al.*, 2021).

Contudo, a análise de eDNA para a detecção de *Schistosoma* enfrenta desafios significativos. A sensibilidade pode ser comprometida pela diluição do material genético na água e pela presença de inibidores na reação por PCR, potencialmente resultando em falsos negativos. A padronização dos procedimentos é complexa devido à variabilidade ambiental, exigindo uma avaliação contínua. O custo dos equipamentos e o treinamento técnico são obstáculos adicionais. Além disso, a interpretação dos dados é comprometida pela degradação do DNA e pela necessidade de distinguir eDNA viável de fragmentos não funcionais, demandando uma análise cuidadosa (Alzaylaee *et al.*, 2020a; Kamel *et al.*, 2021). Apesar das limitações, o eDNA continua sendo uma ferramenta promissora para pesquisa epidemiológica da esquistossomose em ambientes aquáticos (Kamel *et al.*, 2021; Sato *et al.*, 2018; Sengupta *et al.*, 2019; Alzaylaee *et al.*, 2020a).

1.4.5 Determinação de áreas de risco: análises espaciais

As análises espaciais têm se consolidado como ferramentas indispensáveis para a identificação e gestão de áreas de risco na saúde pública. Sua aplicação tem se tornado cada vez mais frequente na literatura científica sobre saúde humana, devido à capacidade de reduzir custos operacionais em programas de vigilância e controle (Guimarães *et al.*, 2012; Coelho *et al.*, 2021). Segundo Guimarães (2010), essas ferramentas desempenham um papel crucial na espacialização dos casos e na realização de análises detalhadas, facilitando a identificação das áreas de risco. Dessa forma, é possível que gestores de saúde pública desenvolvam estratégias de controle mais eficazes, concentrando esforços em municípios que necessitam urgentemente de melhorias no saneamento e implementando medidas preventivas nas áreas com maior probabilidade de transmissão da doença (Guimarães, 2010).

No caso da esquistossomose, para uma definição mais precisa dessas áreas, é necessário realizar pesquisas abrangentes que considerem, além dos casos humanos, diversos fatores relacionados aos hospedeiros, ao ambiente e ao parasito. No Brasil, além dos mapas elaborados por Paraense, que retratam a distribuição dos hospedeiros intermediários no país ao longo do século passado (Paraense, 1972, 1975, 1986, 2001), também foram realizadas atualizações nos mapas que mostram a distribuição dos casos humanos ao longo do tempo (Malone *et al.*, 2005; Guimarães *et al.*, 2009; Scholte *et al.*, 2012; Scholte *et al.*, 2014; Brasil, 2019). A atualização constante desses mapas pode contribuir na identificação de mudanças nas áreas endêmicas ao longo do tempo.

A aplicação de geotecnologias para o estudo da esquistossomose tem sido realizada em diversos estados brasileiros. Na Bahia, os trabalhos foram conduzidos por Bavia *et al.* (1996, 1999, 2001); em Minas Gerais, Gomes *et al.* (2023); Coelho *et al.* (2021); Cabello *et al.* (2016); Couto *et al.* (2014); Fonseca *et al.* (2014); Moura *et al.* (2005); Brooker *et al.* (2006); Fonseca *et al.* (2007a, 2007b, 2009); Freitas *et al.* (2006); Gazzinelli *et al.* (2006); Guimarães *et al.* (2006, 2008, 2009, 2010a-b, 2012a-b); Martins (2008), Martins-Bedê *et al.* (2009, 2010); Carvalho *et al.* (2008b, 2010, 2018); e Tibiriça *et al.* (2011). No Nordeste, Paz *et al.* (2020) realizaram estudos para os nove estados, enquanto para Pernambuco foram feitos por Oliveira *et al.* (2020); Barbosa *et al.* (2017); Barbosa *et al.* (2016); Galvão *et al.* (2010) e Paredes *et al.* (2010); Araújo *et al.* (2007) e Barbosa *et al.* (2004). No Pará, a aplicação de geotecnologia foi realizada por Santos *et al.* (2024) e Goveia *et al.* (2019).

Além da importância das análises espaciais na gestão de áreas de risco, é crucial avaliar a autonomia dos municípios endêmicos na utilização dessas ferramentas. Esses municípios devem não apenas ter acesso às análises espaciais, mas também contar com profissionais qualificados para interpretar e aplicar esses dados em suas estratégias de controle, adaptadas às realidades locais. Essa capacitação é necessária para otimizar a gestão das áreas de risco associadas à esquistossomose.

1.4.6 Ações educativas em saúde

A esquistossomose é uma doença complexa influenciada por diversos fatores sociais, econômicos e comportamentais, exigindo abordagens integradas para seu controle (Schall, Massara & Diniz, 2008). Estratégias de educação em saúde são fundamentais nesse processo, porém historicamente subutilizadas no Brasil, especialmente nas áreas endêmicas (Barbosa *et al.*, 1996). A história da educação em saúde no país revela um desenvolvimento gradual desde

os anos 1950, com iniciativas pioneiras focadas na conscientização e na mudança de comportamento para prevenir a transmissão da esquistossomose (Hollanda, 1959).

A década de 1970 marcou um avanço significativo com a criação da Sucam, que promoveu campanhas educativas intensivas nas comunidades afetadas (Barbosa; Pinto; Souza, 1971). Experiências demonstraram que melhorias sanitárias combinadas com educação em saúde foram eficazes na redução da prevalência da esquistossomose (Schall; Struchiner, 1999; Zhou *et al.*, 2013). Nas décadas seguintes, houve maior ênfase na educação em saúde nas escolas, visando envolver alunos, famílias e comunidades de forma contextualizada (Diniz; Braga; Schall, 2003).

A partir dos anos 1980, surgiu um movimento para integrar a educação em saúde de forma mais participativa e contextualizada, promovendo não apenas o conhecimento sobre a doença, mas também fortalecendo a consciência cidadã e a transformação social (Massara & Schall, 2004). Apesar da eficácia reconhecida, as estratégias de educação em saúde enfrentam desafios persistentes, como falta de recursos, necessidade de maior envolvimento comunitário e adaptação às novas realidades sociais (Uchoa *et al.*, 2000; Favre *et al.*, 2021). A capacitação de profissionais de saúde e educadores, bem como a avaliação contínua dos impactos das intervenções, também são importantes para maximizar os benefícios da educação em saúde no controle da esquistossomose e outras doenças negligenciadas (Murta *et al.*, 2022).

1.4.7 Abordagens e recomendações da OMS na perspectiva *One Health*

A abordagem "*One Health*" surgiu como uma resposta multidisciplinar e holística para a conexão entre a saúde humana, saúde dos animais (sejam eles domésticos ou silvestres) e a saúde do meio ambiente (Atlas *et al.*, 2010; Zinsstag *et al.*, 2021). Essa perspectiva transcende diversas disciplinas, englobando conceitos interdisciplinares de saúde pública, medicina clínica, microbiologia, ecologia e geografia, além de incorporar ações de educação em saúde (Atlas *et al.*, 2010). Neste mundo globalizado, a necessidade de abordagens inovadoras para prevenir, tratar e controlar doenças, incluindo a esquistossomose, é mais crucial do que nunca (Patz; Hanh, 2014).

Em 2022, a WHO publicou diretrizes para fortalecer a abordagem *One Health* nos programas nacionais voltados para DTN, em conjunto com a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO), Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP), Organização Mundial da Saúde (WHO) e Organização Mundial da Saúde Animal (WOAH) (FAO *et al.*, 2022; WHO, 2022). Essas orientações também foram incorporadas às

metas de eliminação da esquistossomose. No entanto, sua implementação enfrenta desafios, como exemplificado pela raiva humana: embora a vacinação de cães seja eficaz na prevenção de casos, ainda é necessário investir na capacitação profissional e ampliar as campanhas de vacinação para atingir as metas de eliminação até 2030 (WHO, 2020; WHO, 2023).

Para atingir o controle efetivo e, em última instância, a erradicação da esquistossomose, é importante adotar uma abordagem integrada e multidisciplinar (McManus *et al.*, 2018). Em 2022, a OMS lançou um guia abrangente para o controle e eliminação da esquistossomose, delineando diretrizes para diversas situações epidemiológicas (WHO, 2021; WHO, 2022). Resumidamente, estas recomendações estão fundamentadas em quatro pilares essenciais: (i) Melhoria das condições de saneamento básico, acesso a água tratada e ações de educação em saúde (conhecido como WASH ‘*Water, Sanitation, and Hygiene*’); (ii) Aplicação da quimioterapia preventiva (PC ‘*Preventive Chemotherapy*’) pelo tratamento em massa da população (MDA ‘*Mass Drug Administration*’) com o medicamento PZQ; (iii) Monitoramento de áreas de transmissão e controle dos hospedeiros intermediários; (iv) Testagem para a detecção do parasito, seguida pelo tratamento individual com PZQ dos pacientes diagnosticados (Lo *et al.*, 2022).

Isso inclui fatores associados, ligados ao hospedeiro definitivo humano, como comportamento, uso da água, características genéticas, idade, sexo, suscetibilidade e adesão ao diagnóstico e ao tratamento (Gryseels, *et al.*, 2006).

Além disso, os fatores locais, como as condições de saneamento e o tipo de contato com a água, desempenham um importante papel em áreas endêmicas. Da mesma forma, os fatores relacionados ao hospedeiro intermediário, como a abundância e espécie dos moluscos, são cruciais para a compreensão da transmissão. As variações nos fatores ligados ao parasito, incluindo espécies, genótipo e diversidade, bem como a ecologia parasitária, também desempenham um papel significativo. A interação entre os parasitos, abrangendo a coinfeção, competição e hibridização, também devem ser considerados. A abordar de todos esses elementos multifatoriais podemos favorecer a compreensão abrangente das complexidades da esquistossomose e das disparidades na sua morbidade conforme na Figura 5.

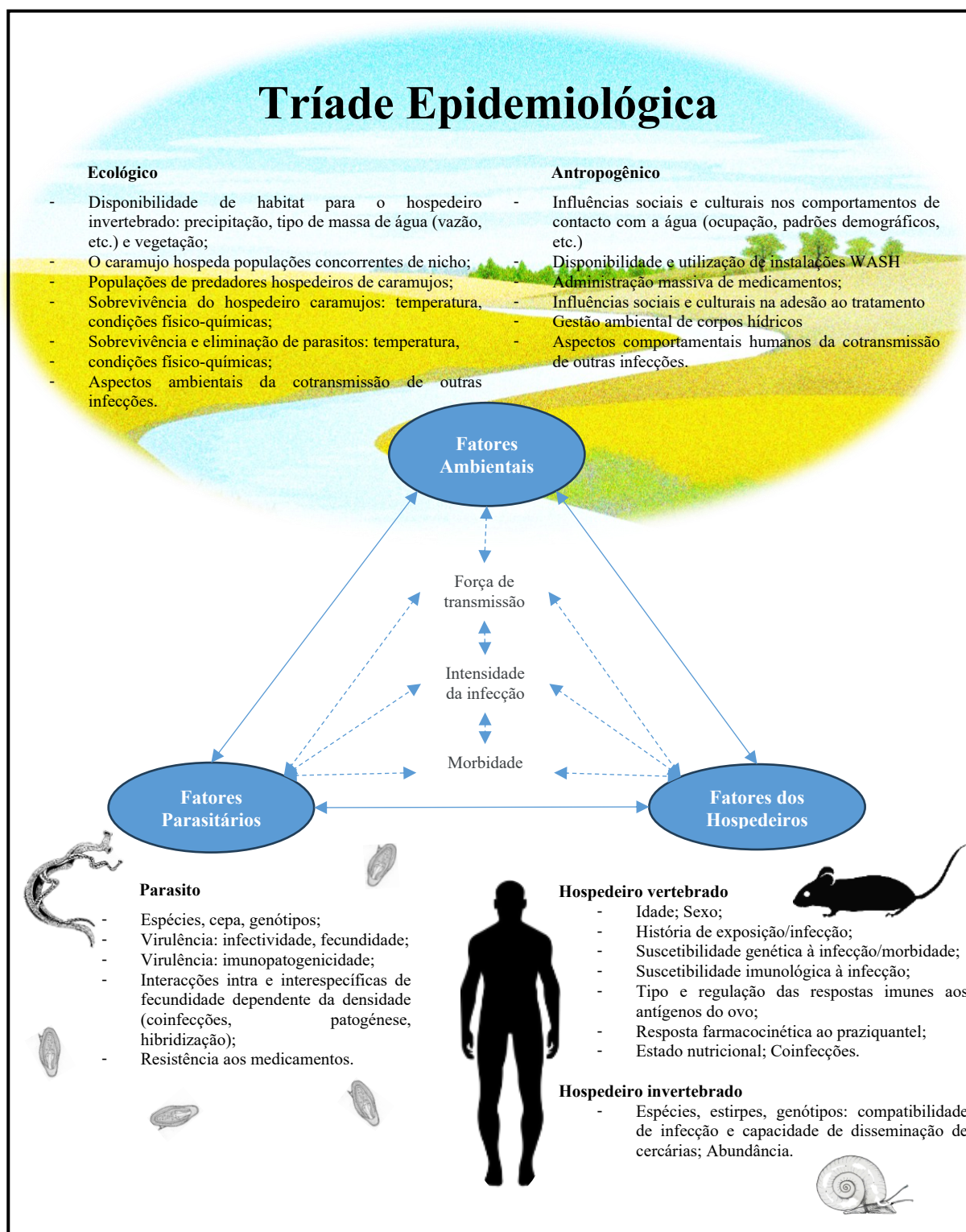


Figura 5. Representação esquemática da tríade epidemiológica da doença, destacando fatores interligados que influenciam a dinâmica da transmissão: elementos ambientais, parasitos e hospedeiros, indicados pelas setas sólidas. A interação entre esses componentes não ocorre de forma isolada, mas sim de maneira integrada e recíproca, formando uma rede complexa de influências mútuas.

Fonte: traduzido e adaptado de Mawa *et al.*, 2021.

Em resumo, a persistência da esquistossomose no Brasil é resultado de uma complexa interação de fatores ambientais, sociais e de saúde pública que continuam a moldar a epidemiologia da doença. Embora haja progresso no controle, a persistência da endemia em áreas específicas e os desafios diagnósticos e monitoramento exigem atenção constante e a melhoria contínua das estratégias para, finalmente, erradicar essa doença debilitante.

Apesar dos programas de controle, a esquistossomose continua a surgir em novas áreas devido à falta de saneamento básico, interrupção e descontinuidade dos programas de controle, expansão territorial dos hospedeiros intermediários, turismo ecológico e rural, migrações e desafios de educação em saúde (Enk *et al.*, 2003; Massara *et al.*, 2008; Kloos *et al.*, 2010; Favre & Massara, 2018). Uma estratégia integrada de controle da esquistossomose, combinando tratamento dos portadores de infecção e/ou quimioterapia preventiva em larga escala, fornecimento de água potável, melhoria do saneamento, higiene, ações de educação em saúde, controle de moluscos e modificação ambiental, pode levar à interrupção da transmissão da endemia (Campbell *et al.*, 2014; Schall, 1995).

1.5 Pesquisas e ações de controle da esquistossomose em municípios de Minas Gerais

Minas Gerais (MG), estado localizado na região Sudeste do Brasil e composto por 853 municípios, apresenta a esquistossomose como um importante problema de saúde pública em parte de seu território. A presença da doença foi registrada em 523 municípios, o que corresponde a 61,3% do total (Drummond *et al.*, 2010; Gomes *et al.*, 2023). No último inquérito nacional, a taxa de positividade para a esquistossomose no estado foi de 3,86% (Katz, 2018). Contudo, ao analisar os dados disponíveis, de 29.689 pessoas testadas, 495 apresentaram resultados positivos, o que resulta em uma taxa de positividade de 1,67% e uma prevalência de 4,8% (intervalo de confiança de 95,0%: 3,8-6,1%).

Desde dezembro de 2005, o PCE abrange 440 municípios, realizando exames periódicos de fezes e tratando casos positivos. Adicionalmente, são implementadas medidas educativas em escolas locais para promover a conscientização sobre prevenção, e programas colaborativos de saneamento são desenvolvidos em parceria com as comunidades (Drummond *et al.*, 2010).

Ao longo das décadas, houve mudanças significativas na dinâmica de transmissão da esquistossomose em MG devido a intervenções terapêuticas sucessivas (Katz, 2008). A partir da década de 80, o controle se baseou principalmente na administração de medicamentos como a oxaminiquina e, posteriormente, o praziquantel, este último mostrando-se eficaz, de baixa toxicidade e custo acessível e está sendo administrado em dose única por via oral (WHO, 1994).

Mais recentemente, tem-se identificado um novo padrão de transmissão da esquistossomose, marcado por surtos agudos atribuídos ao aumento do turismo rural e ecológico, bem como aos fluxos migratórios. Esses fatores têm desafiado as estratégias convencionais de controle da doença (Murta *et al.*, 2016). Estudos alertam para surtos relacionados ao turismo rural na região metropolitana de Belo Horizonte (Enk *et al.*, 2003; Enk *et al.*, 2004) e a ocorrência de transmissão em áreas não endêmicas (Lambertucci *et al.*, 2013), o que implica um desafio adicional ao PCE.

A eficácia das estratégias de controle é evidenciada pela significativa redução na prevalência da esquistossomose em diversos municípios ao longo das décadas. Em Jaboticatubas, na região metropolitana de Belo Horizonte, os primeiros registros dataram de Pellon & Teixeira (1950), com uma prevalência inicial de 35,7%. Estudos subsequentes documentaram altas taxas de infecção: 40,5% (Brener & Mourão, 1956), 33,5% (PECE, 1976), 48,6% (Souza *et al.*, 1988), 15,4% (Cury *et al.*, 1994), 8,6% (Massara *et al.*, 2006) e 13,0% (Massara *et al.*, 2008). Mais recentemente, Santos (2019) registrou uma positividade de 3,4% no exame parasitológico, evidenciando a expressiva redução da prevalência da esquistossomose no município ao longo do tempo.

Apesar dos avanços, a esquistossomose persiste em MG. Em um estudo epidemiológico realizado com o grupo indígena Maxakali nos municípios de Santa Helena de Minas, Bertópolis, Ladainha e Teófilo Otoni, localizados na região nordeste do estado, foram comparadas as taxas de positividade para esquistossomose nos anos de 1972 e 2014. Os resultados revelaram índices de 67,4% e 45,7% para *S. mansoni*, respectivamente. Esses dados ressaltam a urgência de intensificar as medidas de vigilância e atenção às comunidades vulneráveis no combate à esquistossomose (Nacife *et al.*, 2024; Nicolato *et al.*, 2014).

Outro estudo realizado na zona rural do Município de Januária, no norte do estado, revelou inicialmente uma prevalência de 15,0% a 20,0% segundo o PCE a partir da confecção de uma lâmina de KK. Em uma pesquisa conduzida pelo departamento de pós-graduação em Parasitologia da UFMG, Oliveira & Magalhães *et al.*, 2018, a infecção por *S. mansoni* foi inicialmente estimada em 20,4% após o exame de duas lâminas KK de uma única amostra fecal, o que classificou a área como de risco moderado. Posteriormente, com a realização de mais lâminas pelo método de KK e outros métodos parasitológicos, além do aumento do número de amostras fecais analisadas, a prevalência aumentou para 45,9%. Esse aumento representa mais que o dobro da taxa inicialmente detectada e indica que quase metade da população examinada

estava infectada. Isso evidencia as limitações do diagnóstico referencial em áreas com baixa carga parasitária.

Os estudos realizados demonstram que a esquistossomose teve uma redução significativa devido aos programas de controle e melhorias sanitárias. No entanto, a doença ainda persiste como um sério problema de saúde pública, podendo resultar em óbitos, especialmente em comunidades em condição de vulnerabilidade (Gomes *et al.*, 2023). Embora a estratégia de diagnóstico e tratamento tenha contribuído para o controle da morbidade e da mortalidade, o atual perfil epidemiológico requer uma abordagem mais abrangente, com a implementação da perspectiva *One Health* (Díaz *et al.*, 2023). A integração de novas abordagens, como *One Health*, de caráter intersetorial, é fundamental para um combate abrangente e sustentável da doença. A escolha do município de Baldim para pesquisa detalhada se justifica pelo interesse da gestão da vigilância em saúde do município e pelo histórico epidemiológico da doença e intervenções e campanhas anteriores, assim como pelas condições de saneamento do município que influenciam na disseminação da esquistossomose.

1.5.1 Município de Baldim

O município de Baldim, situado na região central do Estado de Minas Gerais e, historicamente endêmico para esquistossomose, como evidenciado pelo estudo pioneiro realizado por Brener & Mourão em 1956 (Figura 6). Este estudo incluiu 458 exames de sedimentação, 132 pacientes (28,8%) foram diagnosticados positivos para esquistossomose. Entre os casos analisados clinicamente, 7,9% apresentaram esplenomegalia. Posteriormente, Katz e Brener retomaram o estudo, acompanhando a evolução de 112 pacientes ao longo de 10 anos em cinco municípios, incluindo Baldim. Entre os pacientes com complicações intestinais identificados inicialmente, sete progrediram para a forma hepatoesplênica, sendo que apenas seis destes desenvolveram complicações graves culminando em hematemese (Katz & Brener, 1966).

Entre 1968 e 1973, o Departamento Nacional de Endemias Rurais (DeNERu) do Ministério da Saúde implementou um projeto piloto para combater a esquistossomose em Baldim. Este projeto englobou um estudo epidemiológico detalhado e ações de educação sanitária. Foram realizadas também pesquisas sobre a ecologia dos transmissores, identificados como moluscos e roedores, e foram adotadas medidas de controle, incluindo a aplicação de moluscicidas. Adicionalmente, foram conduzidos testes experimentais de um novo tratamento

e avaliações da eficácia terapêutica (As referências e o detalhamento desses estudos estão apresentados abaixo).

Em 1968, Katz iniciou um estudo epidemiológico no município e apresentou os primeiros relatos na avaliação de um novo quimioterápico (Hycanthone). Um total de 1.800 habitantes foi examinado pela técnica de sedimentação espontânea, e foi constatada uma prevalência de aproximadamente 50,0%. Em julho do mesmo ano, 760 pacientes foram tratados com dose única de Hycanthone (2,5 mg/kg i.m.). Em abril de 1970, pacientes não curados e alguns pacientes novos foram tratados. Um ano após, cerca de 95,0% dos pacientes tratados permaneciam sem ovos nas fezes e foram considerados curados. Dois anos de acompanhamento demonstraram que 40,0% das crianças tratadas e 9,0% dos adultos novamente estavam eliminando ovos de *S. mansoni* nas fezes. Três anos depois, em 1973, mais de 50,0% de toda a população apresentava-se novamente infectada (Katz, 1980a).

Em 1969, iniciou-se uma investigação malacológica abrangente, contemplando cinco coleções de água no município. Nesse contexto, os pesquisadores identificaram a presença de *B. glabrata* e *B. straminea*, sendo que apenas a primeira espécie estava associada à liberação de cercárias de *S. mansoni*. A coleta sistemática de caramujos foi realizada mensalmente ao longo de três anos, concentrando-se na extensão do córrego que atravessa o centro da cidade, onde se observou o índice mais elevado de infecção, atingindo 15,0%, com teste de fotoestimulação. Como medida de controle, aplicou-se niclosamida nos córregos, em maio, julho e outubro de 1969. Entre maio e dezembro do mesmo ano, registrou-se uma significativa redução de caramujos infectados. Contudo, em 1970, observou-se um aumento nos índices de infecção entre os caramujos coletados (Katz *et al*, 1970; Katz, 1980b).

Um trabalho de educação sanitária realizado pelo grupo de psicologia da UFMG e apresentado relatório em 1971 destacou a importância da participação de cientistas sociais em projetos de saúde pública, especialmente para promover mudanças de atitudes e comportamentos. O estudo, que utilizou entrevistas individuais e dados epidemiológicos, teve como objetivo compreender a esquistossomose, analisando a interação entre humanos, caramujos e o parasito. Além disso, o estudo identificou comportamentos e percepções da população sobre a doença, correlacionando essas variáveis com fatores socioeconômicos e de comunicação. Embora a intervenção tenha se limitado a tratamentos químicos e não tenha incluído um programa educativo ou a participação ativa da comunidade, a pesquisa ressaltou que o controle da esquistossomose exige uma abordagem integrada. Para ser eficaz, é necessário combinar intervenções químicas com educação sanitária, saneamento e tratamento médico,

levando em conta a necessidade de mudanças comportamentais e o impacto das condições de trabalho na reinfecção. A falta de participação ativa da população evidenciou um baixo nível de comprometimento com os objetivos de controle da doença, sublinhando a importância de um engajamento mais profundo para alcançar resultados eficazes (Garcia, 1971)

Durante o período de 1968 a 1971, as taxas de infecção de *B. glabrata* por *S. mansoni* variaram entre 2,1% e 11,9%. Em 1972, como alternativa de controle biológico para *Biomphalaria* e consequentemente para a esquistossomose, foram introduzidos 5.421 exemplares de *Pomacea haustorium* (Prosobranchia, Pilidae) em cinco córregos e duas valas, que eram predominantemente habitados por *B. glabrata* e, em menor proporção, por *B. straminea*. Após a introdução das pomáceas, originárias do ambiente lântico de Sete Lagoas, detectou-se apenas uma vez a presença de 2 exemplares (0,8%) de *B. glabrata* positivas. Houve uma redução na população de planorbídeos e um aumento na densidade de *Pomacea*, atingindo 20,0 e 121,6 exemplares/m² em córregos e valas, respectivamente. Ao longo dos anos, os registros mostraram uma diminuição do total de exemplares de *Biomphalaria* capturados: em 1976, 15,0% (352); em 1977, 16,1% (377); e, em 1978, apenas 3,7% (87), evidenciando a capacidade das pomáceas de se tornarem dominantes e substituírem as populações originais de *B. glabrata* de acordo com Milward-de-Andrade, (1972); Milward-de-Andrade; Carval, (1979); Guimarães, (1983).

No mesmo ano da introdução de *P. haustorium*, foi realizada investigação epizootiologia em hospedeiros vertebrados silvestres. Foram capturados 53 roedores da espécie *Nectomys squamipes squamipes* Brants, 1927 no município. Entre os roedores semiaquáticos coletados, 32,1% estavam naturalmente infectados, eliminando nas fezes, ovos maduros e viáveis de *S. mansoni*. Esses achados sugerem que a esquistossomose no Brasil, antes considerada uma típica zooantroponose (doença primariamente humana que pode ser transmitida a animais), estaria se transformando em uma anfixenose (doença que circula indistintamente entre humanos e animais) especialmente em áreas de média e alta endemicidade. Nesses contextos, roedores de hábitos semiaquáticos poderiam atuar como reservatórios, mantendo um ciclo de transmissão de *S. mansoni* paralelo ao ciclo humano (Antunes, 1971; Antunes *et al.*, 1973).

ESTUDOS SOBRE A ESQUISTOSSOMOSE REALIZADOS NO MUNICÍPIO DE BALDIM

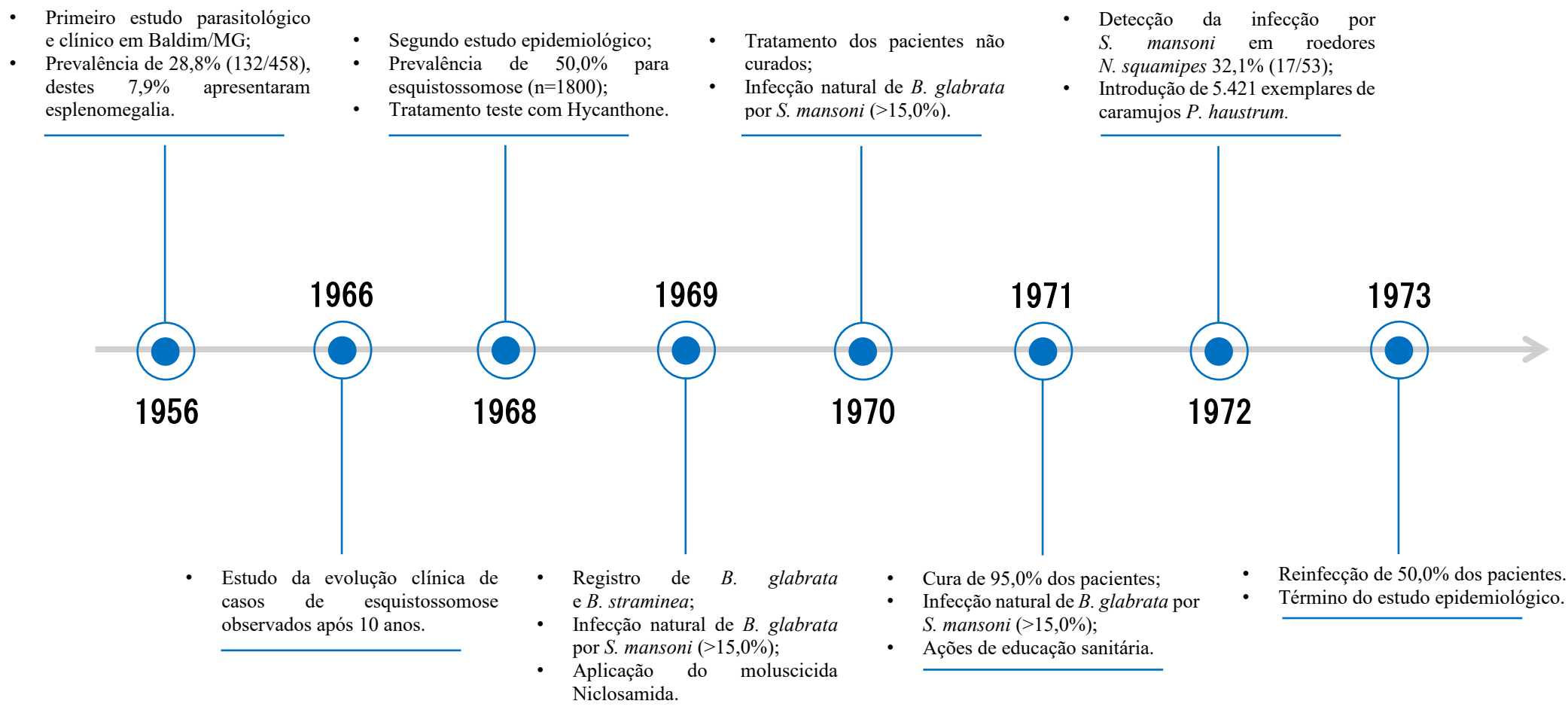


Figura 6. Linha do tempo das pesquisas e intervenções feitas no município de Baldim, Minas Gerais, Brasil, para o controle da esquistossomose entre os anos de 1956 a 1973.

Fonte: autor.

2 JUSTIFICATIVA

De acordo com o SINAN 2022, o município de Baldim ainda é classificado como endêmico para esquistossomose, mesmo após diversas intervenções entre os anos de 1968 a 1973. As medidas implementadas, como tratamento em massa, aplicação de Bayluscide e introdução de *Pomacea* para controle de *Biomphalaria*, resultaram na redução da prevalência e do número de moluscos infectados na região. Embora o perfil epidemiológico atual indique baixa carga parasitária, a equipe ativa do PCE continua diagnosticando e tratando pacientes infectados para controlar a morbidade.

Dados do Programa de Vigilância e Controle da Esquistossomose (DATASUS/SISPCE) entre os anos de 2008 e 2017 mostram que foram realizados 12.266 exames parasitológicos em uma população de 17.266 habitantes de Baldim, com 667 testes positivos para *S. mansoni*, resultando em uma taxa de positividade de 5,4%.

Baldim desenvolve o PCE de forma regular, o que torna necessária a atualização do contexto epidemiológico, utilizando-se de todas as ferramentas e equipamentos disponíveis. Devido à complexidade do mecanismo de transmissão e a diversidade dos fatores condicionantes, o controle da doença depende de várias ações preventivas, incluindo diagnóstico precoce, tratamento oportuno, vigilância e controle de hospedeiros intermediários, além de ações de educação em saúde e melhorias no saneamento ambiental (BRASIL, 2014).

Estudos em comunidades rurais brasileiras indicam que a prevalência da esquistossomose está ligada aos variados níveis de saneamento básico, alta densidade populacional, infestação de hospedeiros intermediários e contato frequente com águas contaminadas. Experiências de controle integrado nas décadas de 80 e 90 falharam devido à falta de consideração de elementos como crenças locais, comportamentos ecológicos e conhecimentos da população (Huang & Maderson 1992; Kloos 1985).

A discrepância entre o conhecimento teórico e a aplicação prática é evidente em diversos estudos, onde a eficácia das mensagens preventivas é limitada em contextos onde evitar o contato com água é impraticável para a subsistência. Estudos ambientais focados nas bacias hidrográficas são complementares para compreender os ciclos dos parasitos e os impactos das atividades humanas no ambiente (Coutinho & Pimont, 1981). A falta de melhorias ambientais paralelas às iniciativas educacionais é um desafio contínuo.

Experiências internacionais indicam que medidas integradas em uma perspectiva *One Health*, são necessários para a sustentabilidade das ações de vigilância em saúde (WHO, 2022; 2017; 2018; 1994). A integração de variáveis epidemiológicas, ambientais e ecológicas sob a perspectiva *One Health* permite uma compreensão mais abrangente da transmissão da esquistossomose, contribuindo para a identificação de áreas de risco e subsidiando estratégias intersetoriais mais eficazes de vigilância, controle e eliminação da doença.

No município de Baldim-MG, este estudo busca explorar fatores históricos, biológicos, sociais, econômicos, políticos e culturais que influenciam a persistência da transmissão. Ao integrar essas dimensões de forma articulada, espera-se aprimorar o entendimento dos padrões ecoepidemiológicos da esquistossomose e subsidiar políticas públicas mais coerentes, sustentáveis e efetivas no enfrentamento da endemia.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Analisar o perfil epidemiológico e os fatores associados à esquistossomose mansoni no município de Baldim, utilizando uma abordagem *One Health* para identificar áreas prioritárias para a vigilância.

3.2 Objetivos específicos

- a) Analisar a distribuição temporal e espacial da esquistossomose no município no período de 2008 a 2017;
- b) Descrever a prevalência da infecção por *S. mansoni* em escolares da rede estadual, utilizando os métodos de diagnóstico (Kato-Katz), e investigar a associação entre os fatores demográficos, socioambientais e os padrões de contato com a água;
- c) Avaliar, em áreas adjacentes aos locais com casos de esquistossomose, a dinâmica das comunidades de moluscos, identificando-os morfológicamente e por biologia molecular, bem como analisar a infecção por *S. mansoni*.
- d) Avaliar a influência do ambiente, caracterizando-o pelo protocolo de avaliação rápida de ambientes e pela análise da água para a detecção de coliformes fecais com o teste Colilert e de *S. mansoni* com a técnica de eDNA;
- e) Capturar pequenos mamíferos silvestres e avaliar possíveis infecções por *S. mansoni* a partir da análise das fezes e pela necropsia dos roedores, em regiões contíguas aos locais com registros de casos de esquistossomose e presença de *Biomphalaria*;
- f) Determinar os fatores epidemiológicos e ambientais associados à ocorrência de casos da esquistossomose e identificar possíveis áreas de risco para a transmissão da doença;
- g) Investigar o nível de compreensão dos escolares sobre a esquistossomose e desenvolver e avaliar um material educativo sobre a doença.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Tipo de estudo

Estudo epidemiológico, observacional, descritivo, analítico, ecológico e transversal, que foi realizado no período de dezembro de 2021 a maio de 2024.

A pesquisa foi conduzida pelas seguintes instituições: Programa de Pós-graduação em Parasitologia (ICB/UFMG); Instituto René Rachou (IRR/FIOCRUZ) e Secretaria de Saúde de Baldim.

4.2 Caracterização da área de estudo

Fundado em 1948, o município de Baldim, Minas Gerais, Brasil (19° 16' 17" S 43° 57' 24" W), teve sua origem a partir de uma ocupação rural situada ao longo da Antiga Estrada Real, que conectava Sabará a Tijuco (atual Diamantina). Na época, a região, conhecida como Paragem do Pau Grosso, servia como ponto de descanso para tropeiros que viajavam pela estrada. Com o tempo, Baldim evoluiu e teve como alicerces a indústria têxtil e a cultura do algodão. Com a construção da estrada de ferro Belo Horizonte-Sete Lagoas e a Rodovia Belo Horizonte-Serro, incrementou-se a atividade agrícola e pecuária, ocupando, também, lugar de destaque na economia do município.

Localizado a 95 km ao norte da capital mineira, Belo Horizonte, Baldim integra a região metropolitana de Belo Horizonte. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022), o município possui uma população estimada de 7.492 habitantes e uma área de 556,266 km². Faz divisa com seis municípios: a leste com Jequitibá, a sudoeste com Funilândia, ao sul com Matozinhos, a sudeste com Jaboticatubas, a nordeste com Santana do Riacho e a noroeste com Santana de Pirapama, conforme a figura 7.

Atualmente, Baldim é composto por 17 localidades principais: Baldim (Centro), São Vicente, Vila Amanda, Vargem Grande, Santa Luzia, Mucambo, Alto da Cunha, Botafogo, Ponte Furada, Gameleira da Palma, Timóteo, João da Costa, Manteiga, Sumidouro, Rótulo, Contagem e Gentio. A economia local baseia-se na agropecuária, na produção de hortifrutigranjeiros e na fabricação de doces.

O município apresenta um regime de chuvas bem distribuídas entre setembro e março, com os maiores índices pluviométricos concentrados no verão, de dezembro à março. Localizado na Serra do Espinhaço e drenado pela Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas, na região do Médio Rio das Velhas, Baldim possui como vegetação predominante o Cerrado, caracterizado por formações herbáceo-lenhosas. Embora existam florestas remanescentes em algumas encostas e matas ciliares ao longo dos cursos d'água, essas áreas estão significativamente degradadas e, em grande parte, convertidas em pastagens.

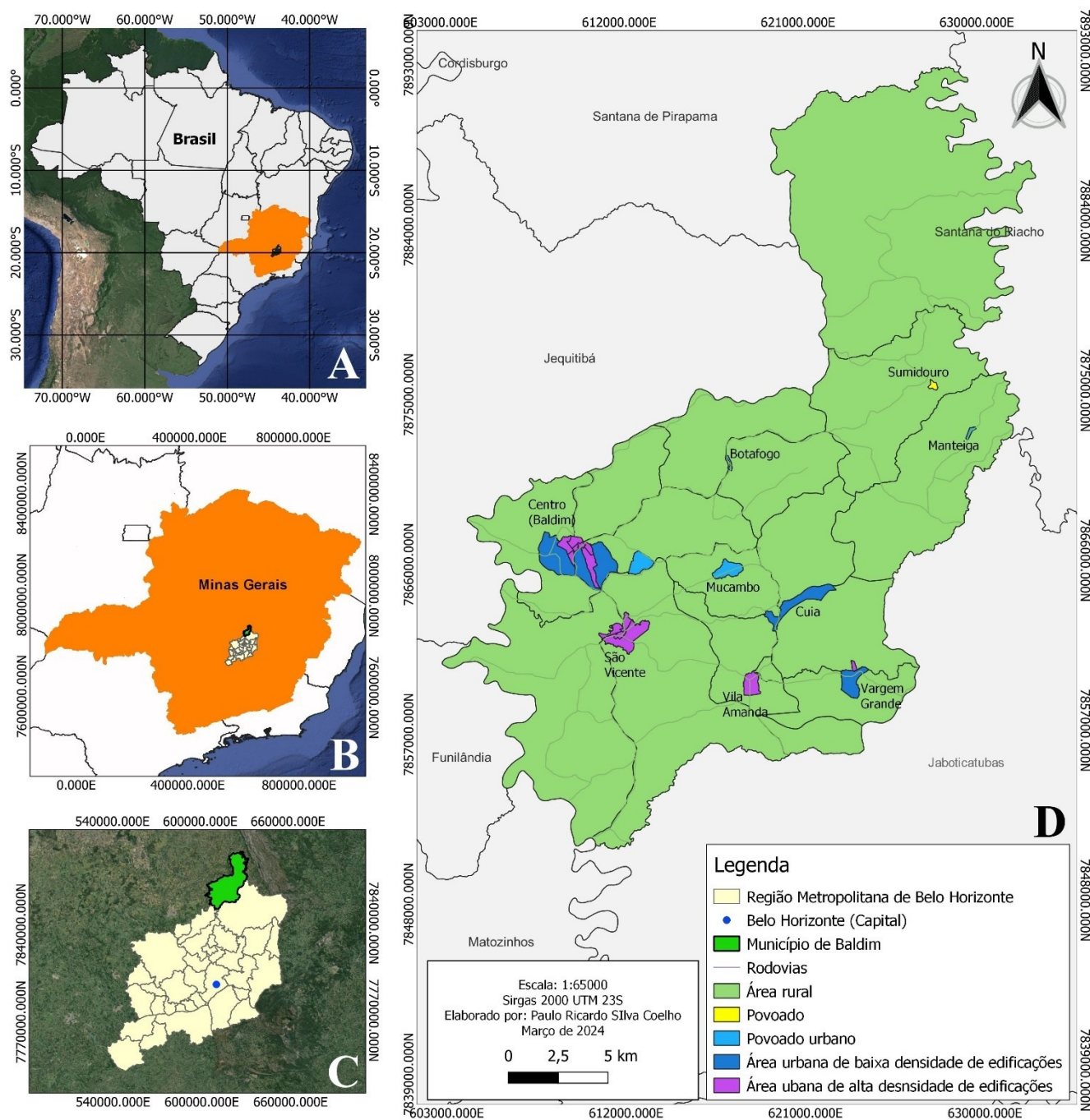


Figura 7. Localização geográfica do município de Baldim (A-D), situado no Estado de Minas Gerais (B) e sua inclusão na Região Metropolitana de Belo Horizonte (C). O mapa apresenta os limites do município, as principais localidades e rodovias, bem como a classificação por área conforme o IBGE, 2022 (D).

4.3 Delineamento da pesquisa

No município de Baldim, a investigação sobre esquistossomose foi estruturada de maneira multidisciplinar, envolvendo diversas etapas estratégicas e colaboração entre diferentes áreas do conhecimento. Inicialmente, foi realizada uma reunião técnica com representantes da Vigilância em Saúde local para estabelecer as diretrizes fundamentais do estudo. Esta reunião contou com a participação de gestores, médicos, enfermeiros, e agentes de endemias e saúde.

Subsequentemente, foi realizada uma visita de reconhecimento territorial para compreender a geografia e as características ambientais específicas da área de estudo. A capacitação da equipe do PCE preparou os profissionais para as atividades do estudo, promovendo uma abordagem integrada que considera a interconexão entre saúde humana, animal e ambiental. A pesquisa foi desenvolvida sob a abordagem *One Health*, abrangendo essas dimensões desde a coleta de dados até a análise e interpretação dos resultados.

A avaliação populacional abrange tanto áreas urbanas quanto rurais. Localidades de pacientes positivos identificados pelo PCE ao longo de nove anos foram georreferenciadas, o que permitiu mapear a distribuição geográfica da doença. Estudantes da rede pública estadual foram submetidos a exames parasitológicos e questionários sociodemográficos para identificar infecções e compreender os fatores que influenciam a prevalência da doença. Questionários foram aplicados para avaliar a compreensão dos alunos sobre esquistossomose e para avaliar o vídeo informativo produzido para o município de Baldim.

No âmbito da saúde animal, foram realizados levantamentos malacológicos para investigar a presença e a distribuição de moluscos, associando a identificação taxonômica à detecção de *S. mansoni* e outros trematódeos. A coleta de pequenos mamíferos silvestres e a análise de amostras de fezes possibilitaram a identificação da fauna local e dos helmintos associados. Os roedores coletados foram submetidos a eutanásia e necropsia para a identificação taxonômica e obtenção dos parasitos associados, com atenção especial para a presença de *S. mansoni*.

Na esfera da saúde ambiental, a qualidade da água foi avaliada utilizando protocolos padronizados, incluindo testes para detecção de contaminação fecal e detecção de material genético de *S. mansoni* por meio de eDNA.

Os resultados foram analisados utilizando técnicas de geoprocessamento e bioestatística, resultando na produção de mapas temáticos que visualizam a distribuição espacial dos casos de esquistossomose e fatores de risco. Estes mapas foram produzidos para identificar áreas prioritárias para vigilância e intervenção que devem ser realizadas pelo município (Figura 8).

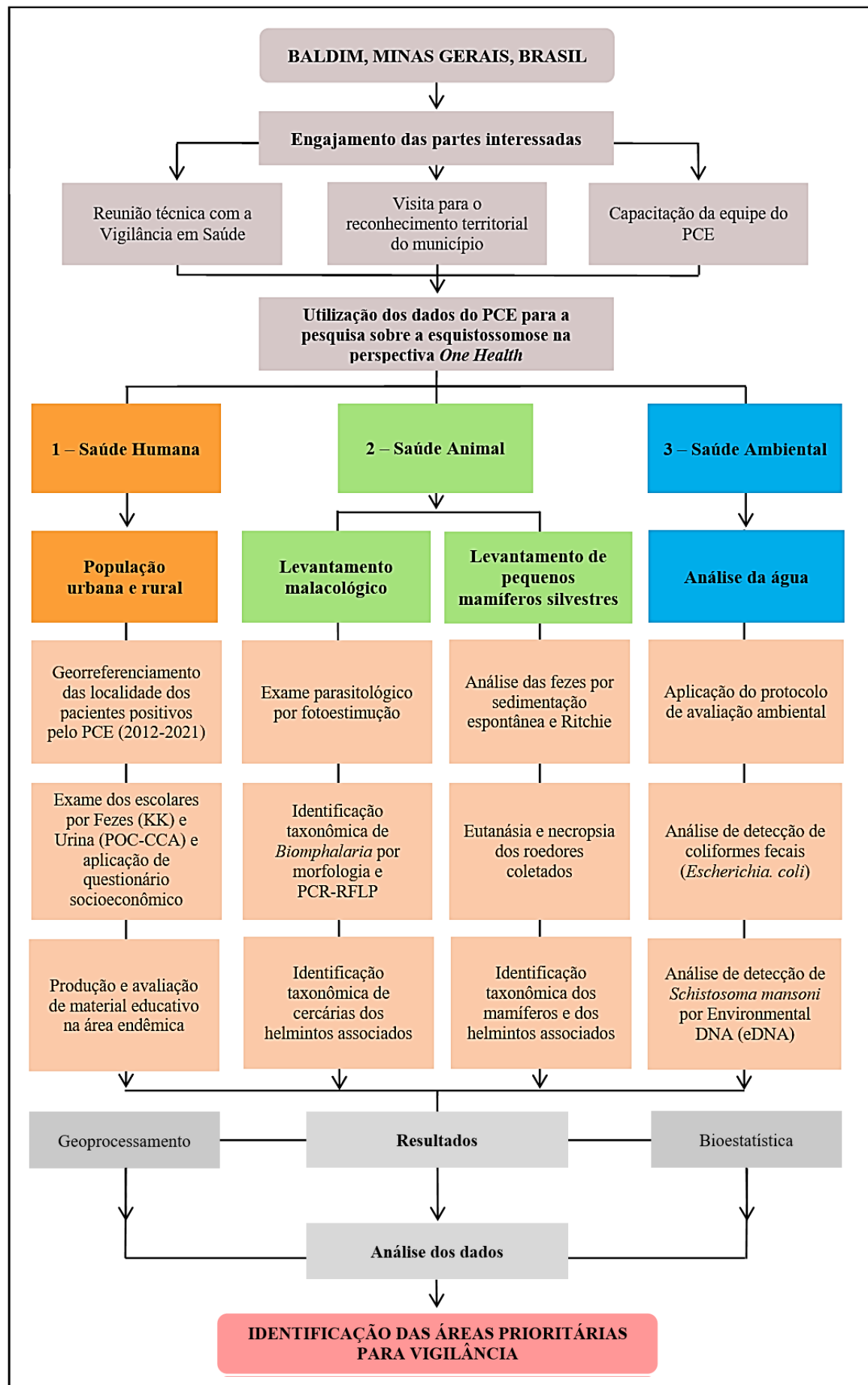


Figura 8. Fluxograma com as etapas do trabalho

4.4 Saúde Humana

4.4.1 Aspectos éticos

O estudo foi realizado em concordância com a resolução nº 196/96 e revogada pela resolução nº 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde (CNS) - Ministério da Saúde, que regulamenta a pesquisa com seres humanos, mediante aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG. Parecer número: 5.955.224, CAAE: 64024222.4.0000.5149 (Anexo I).

O projeto foi realizado com a anuência (Anexo II) e parceria da Prefeitura de Baldim, que deu suporte para o desenvolvimento da pesquisa e todos os procedimentos foram supervisionados por profissionais capacitados. Todos os casos de esquistossomose e geohelmintoses diagnosticados pela equipe do projeto foram encaminhados para tratamento.

Antes do início da pesquisa os responsáveis pelas crianças e/ou adolescentes, foram convidados para uma reunião na escola, para receber esclarecimentos sobre os objetivos, benefícios e os procedimentos da pesquisa. Uma vez esclarecidos e concordando com os termos do estudo, assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) para inclusão na pesquisa (Anexos III e IV).

4.4.2 Espacialização dos casos positivos diagnosticados pelo PCE

Entre 2008 e 2016, as atividades do PCE em Baldim, que incluíram busca ativa e voluntária, possibilitaram uma avaliação detalhada da periodicidade e abrangência do programa. Os dados utilizados foram extraídos dos registros do PCE e do DATASUS/SINAN, e a população de estudo abrangeu todos os casos positivos para esquistossomose de residentes no município durante esse período.

4.4.3 Exames laboratoriais dos escolares de Baldim

4.4.3.1 Amostragem e população do estudo: critérios de elegibilidade

Os exames foram feitos em alunos matriculados no Ensino Fundamental II e Ensino Médio das Escolas Estaduais José Ribeiro da Silva, situada no centro de Baldim, e Oscar Artur Guimarães localizada no distrito de São Vicente (Apêndice I). O estudo seguiu a abordagem metodológica recomendada por Favre *et al.* (2021), Pellon e Teixeira (1950) e Martins (1949), que propõem a utilização de escolares como indicadores para estratégias de controle em áreas endêmicas. O objetivo foi identificar indivíduos positivos em uma comunidade com baixa transmissão, visando a otimização de custos e tempo. Para isso, foram estrategicamente

selecionadas essas duas escolas estaduais, que oferecem o ensino médio público para todo o município, permitindo a inclusão de um número maior de alunos de diferentes localidades.

Para definir o tamanho da amostra para a frequência em uma população, foram utilizados os seguintes parâmetros: o intervalo de confiança de 99,99%, a taxa de positividade de 5,4%, correspondente aos anos de 2008 a 2017, e o número total de alunos matriculados nas duas escolas no ano de 2023 (n=801). Neste estudo, o exame parasitológico foi disponibilizado a todos os alunos matriculados do Ensino Fundamental II e Ensino Médio nas duas escolas estaduais. Inicialmente, estimou-se que o número mínimo de participantes necessário seria de 212 indivíduos. Contudo, levando em conta possíveis perdas durante o estudo, decidiu-se aumentar a amostra em 20,0%, totalizando assim 264 participantes.

Nas escolas, cada aluno recebeu dois recipientes, rotulados com nome completo e número de registro, para a coleta de fezes e urina. Participaram da pesquisa, alunos que consentiram/assentiram os termos da pesquisa, até o momento da coleta dos materiais biológicos. Foram excluídas do tratamento adolescentes gestantes ou em fase de lactação, acima de 18 anos de idade, assim como, a exclusão dos escolares com necessidades especiais que apresentaram dificuldades para entendimento dos termos da pesquisa.

4.4.4 Questionário de avaliações demográficas, sanitárias e de contato com a água.

O questionário foi aplicado individualmente em sala de aula e permitiu obter informações demográficas e sanitárias na localidade do estudo, bem como caracterizar os padrões de contato com a água (Figura 9).

As informações sobre o contato com águas foram obtidas a partir de cada aluno. Os seguintes padrões foram considerados: motivo do contato, atividade doméstica, pesca, lavagem de roupa, lazer e banho. Também foram observadas a presença de rede de esgotos e de fossas nas residências e a utilização de banheiros pelos moradores. Foram utilizados questionários adaptados e validados em outros projetos sobre esquistossomose no estado de Minas Gerais (Financiado pelo edital DECIT-2012 e 2019), com modificações (Anexo V). Todas as localidades dos domicílios dos escolares foram georreferenciadas.



Figura 9. Apresentação do projeto, aplicação do TALE, TCLE, questionário socioeconômico e distribuição dos potes de coleta de fezes e urina na Escola Estadual José Ribeiro da Silva, no município de Baldim, Minas Gerais, Brasil. Fonte: arquivo pessoal.

4.4.5 Métodos diagnósticos

4.4.5.1 Exame parasitológico – Método de Kato-Katz

Para este estudo, foi utilizada a técnica de Kato-Katz (Katz *et al.*, 1972), uma vez que é amplamente adotada pelos Programas de Controle de Esquistossomose para o diagnóstico da doença, sendo recomendado tanto pela OMS quanto pelo MS. Este exame de fezes se destaca devido à sua alta especificidade diagnóstica, custo operacional acessível e adaptabilidade em cenários com infraestrutura laboratorial limitada (Turner *et al.*, 2017). O KK possibilita a contagem de ovos de *S. mansoni* por grama de fezes (OPG) (Quadro 1) (Gomes, Domingues e Barbosa, 2017). A intensidade da infecção por *S. mansoni* é classificada em três categorias: leve (até 99 OPG), moderada (de 100 a 399 OPG) e intensa (a partir de 400 OPG) (WHO, 2011). Além disso, o KK permite a identificação de ovos de helmintos intestinais, especialmente de ancilostomídeos, *Ascaris lumbricoides*, *Enterobius vermicularis* e de *Trichuris trichiura*.

A partir dessa única técnica, foram preparadas seis lâminas de microscopia ótica para cada paciente utilizando uma amostra de fezes. Todas as lâminas foram confeccionadas com o kit HELM TEST – Bio Manguinhos que é um teste qualitativo-quantitativo para a detecção parasitológica de verminoses intestinais. O número de ovos encontrados foi multiplicado pelo fator de conversão 24 (considerando que cada orifício contém 41,7 mg, resultando em um total de 1000,8 mg), o que nos forneceu a contagem de ovos por grama (OPG) de fezes. O resultado para os outros helmintos foi qualitativo. A leitura das lâminas foi realizada por dois

microscopistas treinados, e os resultados foram confirmados por um terceiro profissional, que reavaliou 10,0% das lâminas.

O procedimento abrangeu várias etapas, começando pela preparação da amostra fecal com sua colocação sobre papel absorvente. Em seguida, a amostra é submetida à compressão da tela de náilon (malhas de 200 micra²), permitindo a passagem tanto dos ovos de helmintos quanto dos pequenos detritos. Posteriormente, coletou-se uma porção filtrada das fezes, que é cuidadosamente depositada na placa quantificadora, dotado de orifício de 6 mm de diâmetro (41,7 mg), posicionada sobre uma lâmina de vidro. Essa etapa é seguida pela aplicação de uma lamínula de papel celofane, previamente embebida na solução diafanizadora (solução aquosa com 50,0% de glicerina contendo 0,15 % verde malaquita). Após a evaporação, a glicerina toma o lugar da água presente nas fezes, clarificando o esfregaço e permitindo a visualização dos ovos ao exame microscópico (figura 10).



Figura 10. Componentes do kit HELM TEST – Bio Manguinhos. Autor: Próprio autor.

4.4.5.2 Análise Estatística

Os dados coletados e os resultados dos testes foram codificados e inseridos com dupla verificação no Laboratório de Helminologia Intestinal (LHI), pertencente ao Departamento de Parasitologia do ICB/UFMG, utilizando o software Excel (Microsoft Office 2013). Após a inserção, os arquivos foram revisados para identificar e corrigir possíveis divergências. A análise dos dados foi realizada com o auxílio dos softwares Open Epi (versão 3.01) e *STATA* (versão 12.0, Stata Corporation, College Station, TX, EUA).

Para as variáveis demográficas (idade, residência, gênero, escola), foram conduzidas análises descritivas que incluíram proporções e medidas de resumo como médias, desvios padrão, medianas e quartis.

A prevalência de esquistossomose foi calculada com base no número de casos positivos identificados pelo teste de referência (Kato-Katz).

Para as variáveis contínuas, foi realizado o teste de normalidade de Shapiro-Wilk. Comparações das médias foram feitas utilizando o teste t de Student e ANOVA, enquanto comparações das medianas foram efetuadas com os testes de Mann-Whitney e Kruskal-Wallis.

4.5 Saúde Animal

4.5.1 Aspectos éticos

O levantamento malacológico foi aprovado no Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade (SISBIO) do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio, com o número 12989-2.

A captura¹ e a coleta² dos pequenos mamíferos foram realizadas mediante Licença Permanente emitida pelo Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade (SISBIO), do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio (nº 12989-2, anexo VI).

4.5.2 Levantamento malacológico

No inquérito malacológico, foram realizadas seis campanhas de coleta. No levantamento inicial, foram investigados 27 pontos, destes, 10 foram selecionados para monitoramento em campanhas subsequentes. Embora o foco principal tenha sido os

¹ Captura - ato de apreender animais, imobilizar ou conter temporariamente sem causar danos significativos.

² Coleta - aquisição de espécimes destinados à eutanásia, procedimentos de necropsia e acervos científicos, com propósitos de pesquisa científica.

hospedeiros intermediários de *S. mansoni*, a abordagem *One Health* direcionou a avaliação para diferentes moluscos límnicos e os trematódeos associados.

Para a captura dos moluscos límnicos, utilizou-se uma metodologia adaptada de Olivier e Schneiderman (1956) e Coelho *et al.* (2024). As coletas foram conduzidas por uma equipe fixa composta por três pessoas, com um esforço amostral de 20 minutos por ponto, totalizando uma hora de coleta por ponto. Foi empregada uma concha metálica perfurada, conforme as orientações do Ministério da Saúde para a coleta de planorbídeos e por Coelho *et al.* (2024) (ver Figura 11). Os locais amostrados foram georreferenciados com o auxílio de um dispositivo GNSS (*Global Navigation Satellite System* - Garmin GPSMap 64s).

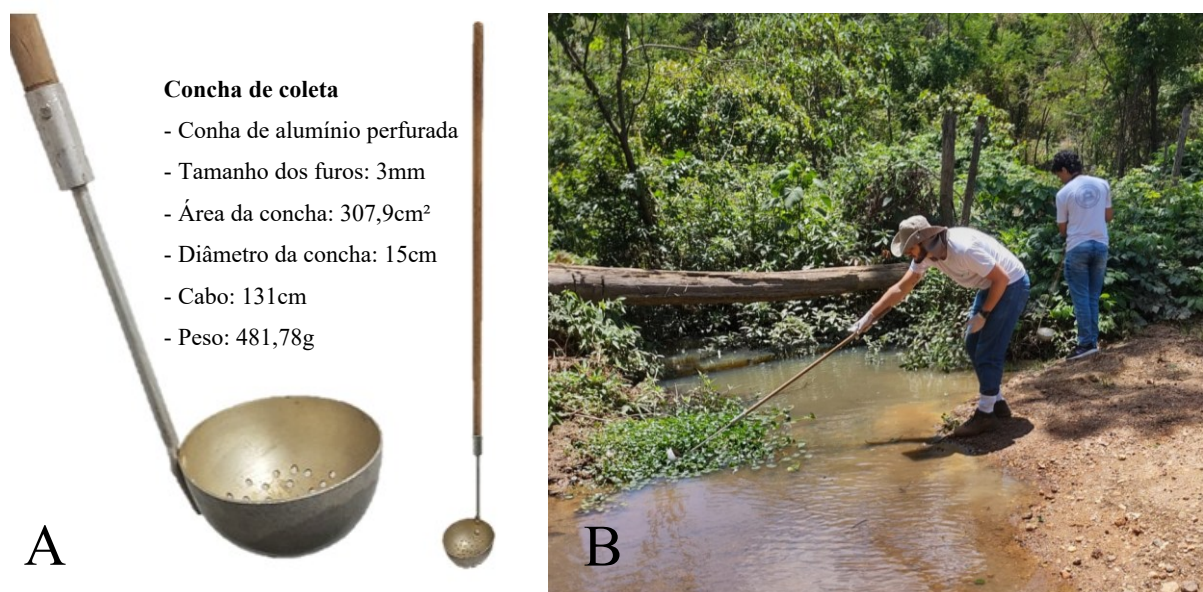


Figura 11. (A) Equipamento de coleta de moluscos límnicos recomendado pelo Ministério da Saúde. Fonte: Coelho *et al.*, 2024. (B) Registro em Baldim do levantamento malacológico na localidade de São Vicente, área frequentemente utilizada pela população para lavagem de carro e banho. Fonte: Arquivo pessoal.

Além da concha metálica, foram utilizadas pinças, sacos plásticos, e para manter a temperatura adequada, caixa térmica e gelox. Os moluscos foram acondicionados em sacos plásticos sem água, com exceção do gênero *Omalonyx*. Foram adicionadas nos sacos plásticos plantas aquáticas e/ou vegetais úmidos provenientes dos cursos d'água. Durante o trabalho de campo, os moluscos foram organizados de acordo com o ponto de coleta. No Laboratório de Helmintoses Intestinais do Instituto de Ciências Biológicas da UFMG (LHI/ICB/UFMG), os espécimes foram separados, quantificados e identificados.

No laboratório, os moluscos foram organizados conforme o ponto de coleta para garantir a rastreabilidade dos dados. Os espécimes foram colocados em vasilhas com água desclorada e alimentados com alface (*Lactuca sativa*).

A identificação dos moluscos foi realizada utilizando análise detalhada das características morfológicas e anatômicas para alcançar o maior nível possível de precisão taxonômica. Esse processo permitiu a classificação dos moluscos em nível de espécie ou gênero, conforme o caso. Após a identificação, os moluscos foram quantificados para fornecer informações sobre o índice das espécies em cada ponto de coleta.

As atividades de campo foram conduzidas pela equipe do Laboratório de Helmintoses Intestinais da UFMG, com o apoio dos técnicos da Secretaria de Saúde de Baldim, que forneceram suporte humano e logístico. Antes do início das atividades de campo, foram realizados mapeamentos das bacias hidrográficas, visando otimizar a distribuição das coletas no município. Vale ressaltar que entre os critérios utilizados para a escolha dos locais de coleta malacológica, destacou-se a utilização desses ambientes pela comunidade, seja para lazer, atividades laborais ou o uso da água para fins residenciais. É importante observar que o levantamento apresentou um viés metodológico, dado que a distribuição da esquistossomose está intimamente associada a ambientes próximos às comunidades ou amplamente utilizados pela população em suas atividades cotidianas..

Além da identificação e quantificação, parte dos moluscos foi destinada a coleções científicas. Esses espécimes foram cuidadosamente preservados e armazenados em condições apropriadas para garantir sua conservação a longo prazo. O depósito desses moluscos em coleções científicas contribui para o acervo nacional e fornece uma base para futuras pesquisas e estudos.

4.5.3 Identificação taxonômica por morfologia e biologia molecular dos moluscos

Para a identificação dos moluscos foram utilizados os dados morfológicos que seguiram os critérios conquiliológicos e pela identificação específica do gênero *Biomphalaria*, conforme realizado pela referência no Grupo de Pesquisa em Helminologia e Malacologia Médica do IRR/FIOCRUZ. O procedimento teve início com a identificação da morfologia das conchas, sistema reprodutivo e crista renal dos moluscos (Deslandes, 1951; Paraense, 1975) (Figura 12) e para biologia molecular foi utilizado o método PCR-RFLP (Reação em Cadeia da Polimerase e análise do polimorfismo de fragmentos de restrição) com a enzima *DdeI*. Os protocolos e os perfis obtidos foram comparados aos estabelecidos por Vidigal *et al.* (2000) e Caldeira *et al.* (2016).



Figura 12. *Biomphalaria glabrata* proveniente do município de Baldim, Minas Gerais, Brasil. Fonte: arquivo pessoal.

O estudo teve início com a extração do DNA, que posteriormente foi submetido a uma PCR para amplificar a região ITS (espaçadora transcrita interna) do rDNA (DNA ribossomal) (Primer ETTS1 5'-TGCTTAAGTTCAGCGGGT-3'; ETTS2 5'-TAACAAGGTTTCCGTAGGTGAA-3'). Os iniciadores descritos por Kane e Rollinson (1994) foram utilizados, juntamente com as seguintes condições: 1x tampão de PCR (Invitrogen, EUA), 1,5 mM de MgCl₂ (Invitrogen, EUA), 0,2 mM de cada dNTP (Invitrogen, EUA), 0,2 µM de cada iniciador, 2 U de Taq Platinum DNA Polimerase (Invitrogen, EUA) e 2 µl de DNA. O protocolo de amplificação consistiu em desnaturação inicial a 95 °C por 3 min, seguida por 32 ciclos de desnaturação a 95 °C por 45 s, anelamento a 54 °C por 1 min e extensão a 72 °C por 2 min. Finalizou-se com uma extensão final a 72 °C por 5 min.

Posteriormente, os produtos amplificados foram submetidos à eletroforese em gel de poliacrilamida 6,0% e corados com prata. As amostras que apresentaram um fragmento amplificado com o tamanho esperado (~1.300 pb) foram então submetidas à etapa de restrição com a enzima Dde I (Promega, EUA). Dez microlitros do produto amplificado, acrescidos de 0,3 µl da enzima e 1 µl do respectivo tampão, foram incubados por 3,5 h a 37 °C, seguidos de 20 min a 80° C para desnaturação da enzima. Por fim, os perfis de restrição gerados a partir da ação da enzima Dde I no fragmento amplificado da região ITS do rDNA foram visualizados em géis de poliacrilamida 6,0%, corados com prata, e comparados a perfis anteriores (Caldeira *et al.*, 2016).

Para além da identificação de *Biomphalaria*, foi realizada a identificação de outros moluscos, foram utilizadas características morfológicas que seguiram os critérios conquiliológicos e dissecação dos órgãos para a identificação específica das espécies utilizando

as referências Paraense, 1975; UETA, 1976; Simone, 2006; Paraense, 1986. A espécie de *Pomacea maculata* foi identificada por morfologia e biologia molecular pelo laboratório de Malacologia do IOC/FIOCRUZ. Para *Idiopyrgus souleyetianus* foi realizada a identificação por morfologia e por sequenciamento (Salvador; Bichuette, 2024). Após a identificação taxonômica os moluscos foram depositados e armazenados nas seguintes coleções: Coleção do Instituto de Ciências Biológicas ICB/UFMG; Coleção de Malacologia Médica (Fiocruz/CMM), Coleção de Moluscos do Instituto Oswaldo Cruz (Fiocruz/CMIOC), Coleção Malacológica da Universidade Estadual do Rio de Janeiro (UERJ) e a Coleção de Moluscos do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MZUSP).

4.5.4 Avaliação de infecção por trematódeos

Na avaliação da infecção por larvas de helmintos de todos os moluscos coletados, o método utilizado foi de Kuntz (1946) adaptado por Jannotti-Passos *et al.* (2008), que consiste em colocar individualmente os moluscos em recipientes com água desclorada expostos à fotoestimulação artificial e a temperatura entre 28 e 30 °C, com a utilização de lâmpadas de 60W incandescentes por um período de 2 horas. Em seguida, a água foi examinada com auxílio de microscópio estereoscópico (20X;40X) para a verificação de larvas de trematódeos. Posteriormente, os moluscos foram expostos ao escuro durante a noite, para a identificação de possível emergência de formas larvais, que apresentam hábitos noturnos. As cercárias emergidas dos moluscos naturalmente infectados foram coletadas com auxílio de micropipeta para a montagem de preparações não permanentes, com corantes vitais (solução aquosa de vermelho neutro e sulfato azul do Nilo a 0,05%) entre lâmina e lamínula. A identificação das cercárias foi baseada em critérios morfológicos de acordo com Pinto & Melo (2013).

Após análise inicial, os moluscos negativos foram mantidos em aquários devidamente rotulados pelo ponto de coleta, e uma vez a cada sete dias durante 30 dias, foram reavaliados quanto à infecção. Após a última análise e a negatificação da infecção de todos os moluscos, uma parte foi esmagada entre placas de vidro para busca de possíveis esporocistos e/ou metacercárias (Fernandez *et al.*, 2008).

4.5.5 Captura e coleta de Pequenos Mamíferos

As armadilhas foram instaladas durante os meses de abril no período de chuva e em setembro de 2023 no período de seca. Foram utilizadas armadilhas específicas projetadas para a coleta de mamíferos de pequeno porte, as quais consistem em gaiolas de 42 X 20 X 20 cm com isca. Para isso, foram estabelecidas sete parcelas de amostragem, das nove localidades que foram encontrados caramujos do gênero *Biomphalaria*, em área com fragmentos de vegetação. As coletas foram realizadas em colaboração com o Laboratório de Ecologia e Conservação do Departamento de Biologia Geral (ICB/UFMG).

Cada parcela incluiu cinco estações de coleta, com uma distância mínima de 5 metros entre elas, totalizando 10 armadilhas por parcela, totalizando assim um conjunto de 70 armadilhas (Figura 13). Os roedores foram capturados, utilizando como critério a ocorrência de infecção em *Nectomys squamipes* por *S. mansonii* no município de Baldim (Antunes, 1971).

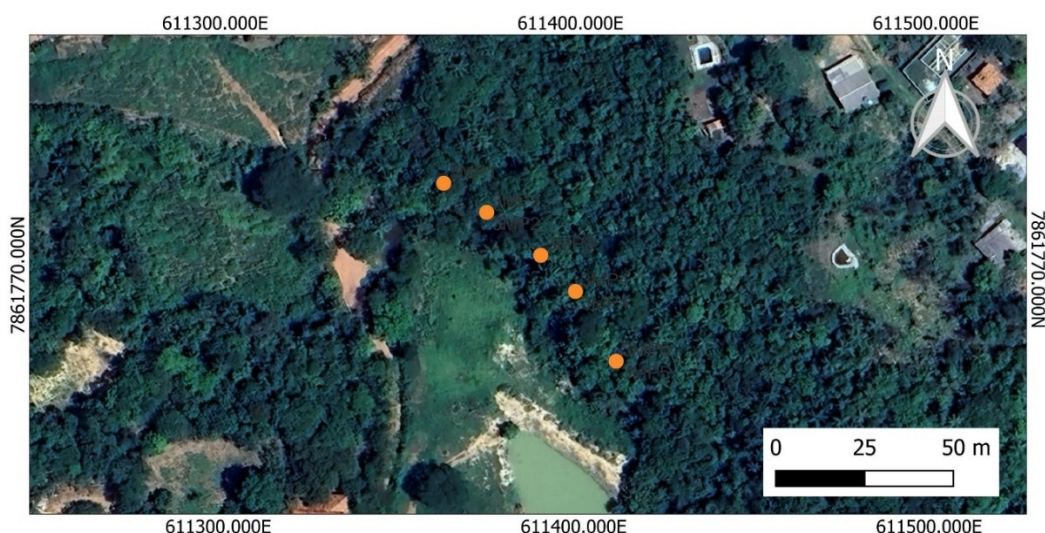


Figura 13. Distribuição das armadilhas para captura de pequenos mamíferos na Parcela 3, São Vicente, Baldim, Minas Gerais, Brasil. A imagem mostra uma parcela composta por 5 pontos, em cada ponto (estação) foram instaladas duas armadilhas, totalizando 10 armadilhas por parcela.

As armadilhas foram colocadas no chão próximo ao curso d'água (Figura 14) para captura de espécies de comportamentos semiaquáticos. Cada parcela foi percorrida uma vez por dia, logo pela manhã entre 8:00 e 12:00 horas. A isca utilizada foi uma mistura de sardinha, farelo de amendoim, banana verde, essência de baunilha e farelo de aveia e separadamente também foram utilizados pedaços de abacaxi. As armadilhas foram iscadas no primeiro dia e trocadas a cada dois dias ou quando necessário. Durante cada campanha de captura as armadilhas ficaram abertas e iscadas por cinco noites consecutivas. Foram realizadas duas campanhas para amostrar o período seco e chuvoso (abril e setembro de 2023).



Figura 14. Armadilha para captura de pequenos mamíferos. Captura de *Nectomys squamipes* no município de Baldim, Minas Gerais, Brasil, em abril de 2023. Fonte: arquivo pessoal.

Durante o processo, também foram capturados marsupiais, os quais, posteriormente, foram soltos. Antes da soltura, os animais foram marcados com anilhas numeradas fixadas nas orelhas (Figura 15), permitindo a identificação em eventuais recapturas. A eutanásia dos roedores foi realizada, com exceção das fêmeas prenhas, que foram identificadas por meio de palpação abdominal.



Figura 15. Anilha numerada presa à orelha (indicado pelo círculo vermelho) de *Didelphis albiventris* em abril de 2023. Fonte: arquivo pessoal.

As armadilhas foram periodicamente verificadas e, ao serem encontrados roedores, esses foram levados ao laboratório para confirmação da espécie e realização das necropsias. Após a captura, os pequenos mamíferos foram cuidadosamente transferidos para sacos de pano identificados e transportados para a sala de procedimentos. Inicialmente, cada animal foi pesado, sendo que o peso do saco de pano já havia sido previamente determinado para calcular o peso real do animal. Após a pesagem, e uma vez contidos, os animais foram submetidos à sedação por meio de injeção intraperitoneal, seguindo o protocolo anestésico estabelecido: 10 mg/kg de cloridrato de xilazina 2,0% em combinação com 100 mg/kg de cloridrato de ketamina.

Os roedores capturados e coletados foram devidamente sedados e passaram pelo procedimento de coleta de sangue realizado no plexo retro orbital. O sangue obtido foi utilizado na confecção de esfregaços e soro. Em seguida, foram registradas informações de sexo, peso, condição reprodutiva, local de captura e identificação específica dos animais.

Após a eutanásia ($>2\times$ a dose de anestesia), procedeu-se à necropsia e à individualização dos órgãos com o objetivo de recuperar os helmintos porventura existentes. Este processo ocorreu no Laboratório de Helminthoses Intestinais. A identificação específica dos pequenos mamíferos capturados e coletados foi conduzida em conjunto com o Laboratório de Ecologia e Conservação, que integra o Departamento de Biologia Geral do ICB-UFMG.

4.5.6 Necropsias dos animais eutanasiados

O procedimento de necropsia compreendeu a abertura da cavidade abdominal e inspeção visual minuciosa em busca de helmintos ou qualquer anomalia que pudesse indicar parasitismo, tanto na superfície dos órgãos quanto nas cavidades abdominal e torácica. Após a inspeção inicial, as vísceras foram cuidadosamente retiradas do cadáver e individualmente dispostas em placas de Petri para avaliação detalhada, conforme descrito por Silva (1995).

Após a análise da superfície dos órgãos em busca de parasitos e lesões associadas, procedeu-se à abertura da traqueia, dos vasos pulmonares, dos brônquios, do coração e do fígado, com o auxílio de um microscópio estereoscópico, para facilitar a detecção de possíveis helmintos.

Os órgãos do sistema gastrointestinal, incluindo o intestino delgado, intestino grosso e estômago, foram separados de forma a evitar a contaminação das diferentes partes. Posteriormente, realizou-se abertura com tesoura para análise do conteúdo. Após a abertura, a mucosa desses órgãos foi raspada com uma tesoura, para remover parasitos que estivessem encistados ou aderidos. O conteúdo de cada órgão do sistema digestivo foi então lavado em tamis e transferido para recipiente, e, em seguida, cuidadosamente disposto em placas de Petri

para coleta dos helmintos, com auxílio de um microscópio estereoscópico, pinça e estilete, conforme relatado por Travassos (1950).

Para identificar os ovos dos helmintos recuperados, coletou fezes presentes na gaiola e também diretamente do intestino dos animais necropsiados (Figura 16). Após a coleta, utilizou-se o método de centrífugo-sedimentação com formalina-éter, onde, em um frasco, 2 gramas de fezes foram misturadas com 10 ml de água. Este conteúdo foi filtrado em gaze dobrada duas vezes em tubo Falcon de 15 ml. Foram adicionados ao filtrado 2 ml de formol a 10,0% e 3 ml de acetato de etila, que foi agitado vigorosamente e submetido a centrifugação a 500x por 1 minuto. O sobrenadante foi descartado, e 2 ml do sedimento foi mantido para avaliação ao microscópio, conforme a técnica de De Carli (2011).



Figura 16. Coleta de fezes dos pequenos mamíferos silvestres capturados em Baldim, Minas Gerais, Brasil. Fonte: arquivo pessoal.

4.5.7 Digestão do fígado

Para a recuperação e quantificação dos ovos de helmintos retidos nos diferentes tecidos dos animais infectados, empregou-se a técnica de digestão do fígado, conforme descrita por Cheever (1968). Os pulmões, o fígado, o baço e os intestinos (delgado e grosso) foram removidos, acondicionados em coletores universais, fragmentados. Os fígados foram submetidos a digestão individual em uma solução de hidróxido de potássio (KOH a 5,0%, a 37°C) por até quatro horas. O material resultante da digestão tecidual de cada animal foi centrifugado a 1000g por cinco minutos, com o sobrenadante descartado. O sedimento, contendo porventura os ovos, foi submetido a cinco lavagens com solução fisiológica. Após as

lavagens, o sedimento final foi suspenso em 5 ml de solução fisiológica com 10,0% de formaldeído e armazenado a 4°C até a leitura.

A identificação dos helmintos até o nível de família e gênero foi realizada utilizando as chaves de identificação propostas por Yamaguti (1959; 1961), Travassos *et al.* (1969), Vicente *et al.* (1997) e Anderson *et al.* (2009), bem como artigos que fornecem descrições específicas para cada família, gênero ou espécie.

4.6 Saúde Ambiental

4.6.1 Protocolo de avaliação rápida de ambientes límnicos

Com o objetivo de investigar a influência da diversidade de habitats aquáticos na ocorrência e distribuição de caramujos planorbídeos, hospedeiros intermediários de *S. mansoni*, foi aplicado um protocolo de avaliação rápida de ambientes límnicos. A caracterização dos locais de coleta seguiu o protocolo de diversidade de habitats proposto pela *Environmental Protection Agency* (EPA, 1987), com adaptações conforme Callisto *et al.* (2002), Brito *et al.* (2011) e Coelho *et al.* (2021).

Para melhor representar os habitats ocupados por moluscos límnicos, foram modificados os parâmetros 8 e 10 do protocolo, incorporando elementos descritos por Paraense (1972), conforme detalhado no Quadro 3.

A partir de adaptação do trabalho de Callisto *et al.* (2002), definimos três níveis de preservação: pontuações entre 0 e 15 indicam trechos impactados, entre 16 e 25 indicam trechos alterados, e pontuações superiores a 26 representam trechos naturais.

Quadro 2. Protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats para bacias hidrográficas

Cidade/Localização:			
Ponto:	Data da coleta:	Tempo (situação do dia):	
Coordenadas:			
Responsável:			
Tipo de Ambiente: Córrego () Rio() Lago() Lagoa() Cachoeira() Outros ()			
Parâmetro	Pontuação		
	4 Pontos	2 Pontos	0 ponto
1. Tipo de ocupação das margens do corpo d'água (principal atividade)	Vegetação natural ()	Campo de pastagem, agricultura, monocultura, reflorestamento ()	Residencial, comercial e/ou industrial ()
2. Erosão próxima e/ ou nas margens do rio e assoreamento em seu leito	Ausente ()	Moderada ()	Acentuada ()
3. Alterações antrópicas	Ausentes ()	Alterações de origem doméstica (esgoto, lixo) ()	Alterações de origem industrial urbana ()
4. Cobertura vegetal no leito	Parcial ()	Total ()	Ausente ()
5. Odor da água	Nenhum ()	Algas e/ou esgoto ()	Óleo/ Industrial ()
6. Oleosidade da água	Ausente ()	Moderada ()	Abundante ()
7. Cor da água	Transparente ()	Turva/ cor de chá forte ()	Opaca ou colorida ()
8. Presença de plantas aquáticas	Abundante ()	Moderada ()	Ausente ()
9. Tipo de fundo	Pedras/ cascalho ()	Lama/ areia ()	Cimento/ canalizado ()
10. Diversidade de habitat	Estável para manutenção de comunidades aquáticas ()	Disponibilidade insuficiente ()	Ausência de habitats ()

Fonte: modificado do protocolo da Agência de Proteção Ambiental de Ohio, EUA (EPA, 1987; Callisto *et al.*, 2002; Brito *et al.*, 2011 e Coelho *et al.*, 2021).

4.6.2 Coleta de água para análise microbiológica

Para a análise microbiológica da água, adotou-se como critério a presença de moluscos nos pontos de coleta. Para esta finalidade, foram utilizados frascos estéreis dos Kits do Colilert®, cada um com capacidade para 100 ml de água para cada ponto de coleta. Na porção superficial da coluna d'água para priorizar a obtenção de amostras com a menor quantidade possível de sedimento. Para uma identificação adequada, cada frasco de coleta foi devidamente numerado de acordo com o ponto correspondente. Além disso, todas as amostras foram refrigeradas utilizando caixas de isopor com gelo, com o intuito de evitar variações bruscas de temperatura que poderiam afetar os resultados.

Vale ressaltar que a coleta de água foi conduzida com a participação ativa dos técnicos do setor de endemias, profissionais que executam procedimentos semelhantes em diferentes

localidades do município. Esse esforço conjunto assegura a qualidade e consistência dos dados coletados.

Foram analisadas 12 amostras de água, sendo 10 coletadas em áreas onde os caramujos *Biomphalaria* estavam presentes. Após a realização das coletas, os materiais foram encaminhados para o laboratório de Helmintoses Intestinais (ICB/UFGM). Além das amostras do campo foram adicionadas amostras como controle positivo e negativo. Em ambos foram utilizadas água mineral, e para o controle positivo foram adicionados 500 miligramas de fezes humanas.

Os coletores foram abertos para a adição do meio nutricional do kit Colilert® (IDEXX Laboratories Inc., Westbrook, Maine, USA), gentilmente cedidos pela Fundação Ezequiel Dias (FUNED). Em seguida os frascos foram selados com parafilme e acondicionados em estufa por 24 horas a $36^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$, conforme a recomendação do fabricante.

O kit é usado para a detecção simultânea de coliformes totais e *E. coli* em água para consumo e esgoto. A tecnologia patenteada apresenta dois indicadores nutricionais cromogênicos, orto-nitrofenil- β -D-galactopiranosídeo (ONPG) e 4-metilumbeliferil- β -D-glucuronídeo (MUG). A leitura do teste ocorre pela metabolização desses carboidratos à medida que os coliformes totais e *E. coli* crescem no meio de cultura do Colilert®. O coliforme usa a enzima β -galactosidase para metabolizar o ONPG e modifica o meio de cultura de incolor para amarelo. *E. coli* usa a enzima β -glucuronidase para metabolizar MUG e criar fluorescência. Como a maioria dos não coliformes não possui essas enzimas, eles são incapazes de crescer. Os poucos não coliformes que possuem essas enzimas são seletivamente suprimidos pela matriz especificamente formulada no Colilert® (Kampfer *et al.*, 2008, Fricker *et al.*, 1997).

Para a identificação de *E. coli* foi necessária a utilização de uma lâmpada de luz ultravioleta de 365 nm conforme Feng *et al.* (2002).

4.6.3 Análise de eDNA

Para a análise de eDNA, foram coletados 50 ml de água, utilizando tubos Falcon estéreis, em dez pontos distintos que apresentaram a presença de moluscos. No laboratório, além das amostras obtidas em campo, foram incluídos dois controles positivos. Utilizou-se água mineral para evitar qualquer reação cruzada; no primeiro controle, foi adicionada uma cercária, e no segundo controle, dez cercárias. Para garantir a degradação das cercárias e a adequada extração do DNA, os tubos Falcon foram submetidos a uma centrifugação por 5 minutos.

Para a preparação da água destinada à extração de DNA, o processo iniciou-se com a pesagem da amostra de água. Em seguida, a seringa LuerLock de 60 ml foi conectada ao sistema

de filtração, assegurando que um filtro de náilon com porosidade de 3 micrômetros estivesse corretamente posicionado. Após a remoção do êmbolo da seringa, a água foi introduzida na seringa e a solução foi aspirada através do filtro utilizando o aparelho Promega Vac-Man. Durante essa etapa, foram tomados os cuidados necessários para evitar o rasgamento do filtro. Após a conclusão da aspiração, a sucção do Promega Vac-Man foi desligada e os resíduos acumulados foram descartados. O aparelho de filtração foi cuidadosamente desparafusado e o filtro foi removido, sendo manipulado apenas pela extremidade inferior para prevenir qualquer contaminação. O filtro foi então armazenado a 4°C até o momento de seu uso subsequente. Para o armazenamento, o filtro foi dobrado de modo que a superfície que entrou em contato com a amostra ficasse voltada para dentro, enrolado com precisão e colocado no tubo Lysing Matrix E.

A parte referente a amplificação do DNA de *S. mansoni* Reação em Cadeia da Polimerase quantitativa multiparalela em tempo real (qPCR) foi realizada em colaboração com o pesquisador Rojelio Mejia, MD - Laboratory of Human Parasitology, National School of Tropical Medicine, Baylor College of Medicine, Texas, EUA seguindo a metodologia conforme recomendado por Cools *et al.* (2020); Mejia *et al.* (2020) e Mejia *et al.* (2024).

4.7 Distribuição e análises espaciais

Os mapas elaborados para a distribuição e as análises espaciais (distribuição direcional, Kernel e krigagem) foram construídos com base em variáveis ambientais detectadas in loco, como o levantamento malacológico, a análise microbiológica, a caracterização dos ambientes e o eDNA, e por sensoriamento remoto, como a distribuição dos alunos diagnosticados e dos pacientes registrados pelo PCE (2008–2017), os limites municipais e os setores censitários (IBGE). Essa base de dados foi organizada utilizando o software QGIS, versão 3.32.0, um Sistema de Informação Geográfica (SIG) modular que opera na plataforma Windows. O QGIS permite a visualização e o compartilhamento de informações de diversas formas, facilitando a tomada de decisões (QGIS Development Team, 2024; www.qgis.org).

4.7.1 Distribuição direcional (elipses)

Utilizou-se a ferramenta de estatística espacial Distribuição Direcional (Yuill, 1971; ESRI, 2021a,d) para criar uma Elipse de Desvio Padrão, com o objetivo de sintetizar as características das feições geográficas, tais como tendência central, dispersão e padrões direcionais da distribuição dos casos de esquistossomose. A análise considerou o ponto de cada comunidade e utilizou desvios-padrão para ajustar o tamanho das elipses, além de ponderar os

números de casos. As elipses destacaram as áreas com maior concentração de eventos e forneceram informações sobre a assimetria e a distribuição dos dados em relação à distância padrão. O eixo maior da elipse indicou a direção da dispersão máxima dos pontos, enquanto o eixo menor, perpendicular ao anterior, indicou a dispersão mínima. Ressalta-se que a elipse precisa de pelo menos quatro pontos para ser calculada.

4.7.2 Estimativa de densidade de kernel (EDK)

Para analisar a distribuição dos casos prováveis de esquistossomose provenientes do PCE, foi obtido o número de pacientes por localidade na área de estudo. Utilizou-se a ferramenta de análise espacial Densidade Kernel (ESRI, 2021b) para estimar a magnitude e ajustar a distribuição e a abundância dos casos sobre uma superfície suavizada, permitindo a identificação de áreas quentes (hotspots) de ocorrência da esquistossomose no período de 2008 a 2017.

O raio de busca da EDK foi ajustado para 3 km. Para cada comunidade, foi atribuído como peso o número de casos humanos no período avaliado, utilizado o método Planar para calcular distâncias entre pontos, ajustada a resolução espacial para 300 metros. Foi usado Densidade como o parâmetro do valor da célula de saída, para representar o valor por unidade de área para cada célula, ou seja, unidades ou pixels que representam número de casos de esquistossomose em aproximadamente 10 hectares (90 mil m²). Os mapas foram elaborados com valores das densidades categorizados.

Esta estimativa é um dos procedimentos que identifica a concentração de casos de um determinado evento (Carvalho; Souza-Santos, 2005). É um método estatístico que gera uma superfície de densidade para a identificação visual da concentração de eventos que indica de alguma forma a aglomeração em uma distribuição espacial (BRASIL, 2006).

O método de estimação de densidades por um núcleo (Kernel) é uma técnica não paramétrica para estimação de curvas de densidades no qual cada observação é ponderada pela distância em relação a um valor central, o núcleo. Como é obtido pela representação do nível de agrupamentos de um determinado evento, permite extrair informações importantes sobre as distribuições dos dados sobre o evento estudado e sobre as relações entre estes eventos (BRASIL, 2006).

4.7.3 Krigagem

A ferramenta de análise geoestatística Krigging (ESRI, 2021c) foi utilizada como método de interpolação de dados para gerar uma distribuição geral e mais precisa do modelo

de risco de esquistossomose, e para estimar o risco em áreas com poucos dados. Esta técnica tem como premissa básica a noção de dependência espacial, em que os dados espacialmente próximos tendem a ser mais similares do que aqueles espacialmente distantes. Utilizou-se o método ordinário, com peso dos dados definido por semivariograma, utilizando a otimização do modelo via a técnica de *cross validation type* fornecido pelo próprio software. A anisotropia foi negativa. O resultado da Krigagem foi expresso na escala de risco, conforme o resultado do modelo: 1 (menor risco) a 10 (maior risco).

4.7.3.1 Álgebra de mapas

O modelo de risco espacial para esquistossomose foi construído a partir da soma dos pesos atribuídos às variáveis relacionadas à ocorrência da doença. As variáveis e seus respectivos pesos foram definidos da seguinte forma: O número de casos humanos (PCE) foi categorizado em quatro pesos: 0 (ausência de casos), 1 (até 5 casos), 2 (até 70 casos) e 3 (até 160 casos). O teste parasitológico KK, o teste de eDNA e o teste de presença de *E. coli* foram categorizados em peso 0 (teste negativo) e peso 1 (teste positivo). O número de espécimes de *Biomphalaria* foi categorizado em três pesos: 0 (ausência), 1 (até 100 espécimes) e 2 (acima de 100 espécimes). A qualidade ambiental foi categorizada em peso 0 (natural), 1 (levemente impactado) e 2 (altamente impactado).

Com base nessa categorização, o risco mínimo possível seria 0 (zero), e o risco máximo, 10 (dez), para uma determinada comunidade. A metodologia empregada segue a proposta de Coelho., *et al* (2020).

4.8 Ações educativas em saúde

4.8.1 Engajamento das partes interessadas: treinamento do PCE em Baldim.

Em janeiro de 2022, durante a pandemia de COVID, foi estabelecido contato com a Secretaria de Saúde de Baldim para conduzir um estudo epidemiológico sobre esquistossomose no município. Antes de iniciar a pesquisa, atendendo às necessidades do Setor de Vigilância em Saúde, responsável pelo PCE foram realizadas duas ações preparatórias: a validação dos serviços prestados em 2021 e 2022 e a capacitação dos agentes de saúde para identificar ovos de diferentes espécies de helmintos intestinais e os ovos de *S. mansoni*.

O fluxo operacional do PCE em Baldim inclui a leitura das lâminas de KK por agentes de saúde, geralmente treinados em Sete Lagoas, seguido pela validação na mesma cidade. Contudo, essas amostras são utilizadas exclusivamente para o diagnóstico de esquistossomose. Diante disso, foi realizada uma nova análise das lâminas produzidas e uma capacitação

adicional para a agente de saúde responsável pela leitura, com o objetivo de identificar tanto casos de esquistossomose quanto verminoses intestinais.

Cabe destacar que Baldim é um dos poucos municípios com um PCE ativo dedicado ao diagnóstico contínuo da esquistossomose. Com o objetivo de avaliar a qualidade dos serviços prestados pelo PCE local, as lâminas produzidas em 2021 foram reavaliadas em 2022, e as de 2022, em 2023, pelo Laboratório de Helmintoses Intestinais da UFMG. Foram reexaminadas 545 lâminas de KK de 2021 e 309 lâminas de 2022, cada uma correspondente a um paciente e com resultados iniciais negativos.

Reconhecendo a importância de aprimorar a capacitação dos profissionais encarregados da confecção e leitura das lâminas, foram ofertados dois treinamentos específicos para a agente de saúde responsável pelo PCE, com foco no diagnóstico de esquistossomose e geohelmintoses.

4.8.2 Produção e avaliação de material educativo

4.8.2.1 Produção do vídeo

Para alcançar os alunos e passar a informação sobre a esquistossomose foi produzido um vídeo intitulado "A Esquistossomose no Município de Baldim", o material produzido no período de outubro de 2022 a junho de 2023, utilizamos imagens e vídeos fornecidos por professores do Departamento de Parasitologia (ICB/UFMG), e entrevistas concedidas por profissionais da área da saúde e moradores de Baldim, bem como, imagens de domínio público da internet de diferentes fontes. A maior parte das filmagens foi realizada por nossa equipe técnica.

Para a filmagem, utilizamos a câmera Nikon D610, Lente AF-S Nikkor 24-85mm f/3.5-4.5G ED, microfone de lapela Boya BY-WM5 e na fase de edição, utilizamos o software Adobe Premiere Pro 6.0. 2006. O vídeo foi apresentado nas escolas em junho de 2023 para os alunos do Ensino Médio (Figura 17).

4.8.2.2 Escolares Participantes da Pesquisa e Aplicação dos Questionários

Assim como os exames parasitológicos, a avaliação do vídeo foi realizada com os alunos das E. E. José Ribeiro da Silva e E. E. Oscar Artur Guimarães. No entanto, o material foi avaliado apenas com alunos do Ensino Médio (1ª a 3ª série), devido à logística do projeto e à disponibilidade das escolas. O conhecimento dos escolares, sobre a esquistossomose, foi avaliado em dois momentos, antes e após a apresentação do material educativo produzido para este estudo (Figura 18).

O conhecimento prévio foi avaliado por meio de questionário semiestruturado (Anexo VII), previamente testado e validado em área endêmica. As perguntas referem-se aos seguintes aspectos: transmissão, diagnóstico, tratamento e abordagem do tema em sala de aula. As questões se baseiam em estudos anteriores e em observações de campo (Schall & Diniz, 2001; Massara & Schall 2004; Massara *et al.*, 2004; Favre *et al.*, 2015).

Em seguida foi apresentado o vídeo (figuras 17 e 18) e a reaplicação do questionário (Anexo VII), acrescido com questões relacionadas ao material produzido (Anexo VIII). Na definição e seleção do material utilizado com os alunos foram levados em consideração a adequação à faixa etária e a realidade epidemiológica do local.



Figura 17. Apresentação do vídeo educativo na Escola Estadual José Ribeiro da Silva, Baldim, junho/2023. Fonte: arquivo pessoal.



Figura 18. Aplicação dos questionários e apresentação do vídeo educativo na Escola Estadual Oscar Artur Guimarães, São Vicente, junho/2023 pelo Pesquisador Cristiano Lara Massara e aluno de doutorado Paulo Ricardo Silva Coelho. Fonte: arquivo pessoal.

5 RESULTADOS

5.1 Saúde Humana

5.1.1 Caracterização dos escolares do estudo transversal

Participaram deste estudo 216 escolares, destes 118 pertenciam à Escola Estadual José Ribeiro da Silva. A distribuição entre os gêneros foi equilibrada, com 57 alunos do gênero masculino (48,3%) e 61 do gênero feminino (51,7%). A faixa etária variou entre 11 e 17 anos, com média de 13,47 anos (desvio padrão $\pm 1,41$) e mediana de 13 anos. Na Escola Estadual Oscar Artur Guimarães, participaram 98 alunos, mantendo-se distribuição de gênero semelhante: 45 masculinos (46,0%) e 53 femininos (54,0%). A idade dos alunos variou entre 10 e 17 anos, com média de 13,96 anos (desvio padrão $\pm 1,96$) e mediana de 13 anos. Ao analisar os dados combinados das duas escolas, foi observado que 71,8% (n=155) dos participantes frequentavam o turno matutino e 63,3% (n=145) pertenciam ao ensino fundamental. Quanto à localização residencial, 80% (n=173) da amostra total residiam em áreas urbanas (pertencentes à Baldim (Centro), São Vicente, Vila Amanda e Vargem Grande) (Tabela 1 e Figura 19).

Tabela 1. Caracterização dos escolares na faixa etária de 11 a 17 anos, amostrados na avaliação das Escolas José Ribeiro da Silva e Oscar Artur Guimarães, Baldim, Minas Gerais, em junho de 2023.

Variáveis		N	Total (%) N=216
Gênero			
Masculino		102	(47,2%)
Feminino		114	(52,8%)
Faixa etária			
10		2	(0,9%)
11		31	(14,3%)
12		38	(17,5)
13		35	(16,2%)
14		34	(15,7%)
15		21	(9,7%)
16		25	(11,5%)
17		30	(13,8%)
Turno			
Manhã		155	(71,8%)
Tarde		61	(28,2%)
Turma			
Ensino Fundamental	6º ano	46	(21,2%)
	7º ano	38	(17,5%)
	8º ano	28	(13,0%)
	9º ano	33	(15,2%)
Ensino Médio	1º ano	24	(11,0%)
	2º ano	35	(16,2%)
	3º ano	12	(5,5%)
Zona			
Urbano		173	(80,0%)
Rural		43	(20,0%)

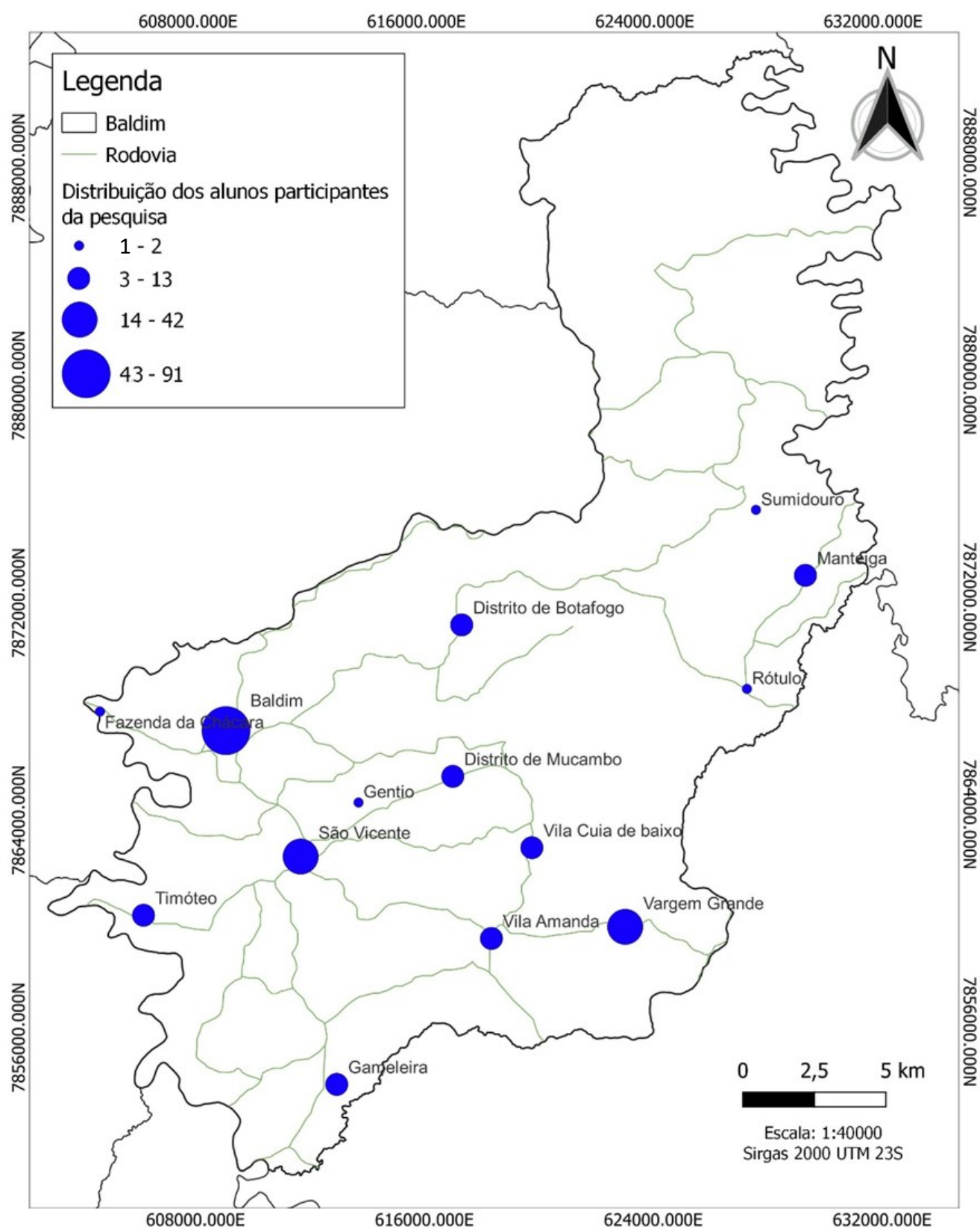


Figura 19. Distribuição dos alunos participantes da pesquisa, por localidade, no município de Baldim -MG (2023).

5.1.2 Questionário de avaliação demográfica e sanitária

Este estudo abordou uma variedade de aspectos relacionados ao ambiente doméstico e à qualidade da água utilizada pelos alunos. Um dos pontos analisados foi a escolaridade dos genitores, que revelou que 35,0% das mães têm ensino médio completo, seguido por ensino fundamental incompleto (15,7%) e superior completo (11,6%). Entre os pais, os resultados mostram uma distribuição semelhante, com 35% tendo concluído ensino médio, seguido por ensino fundamental incompleto (27,3%) e superior completo (5,0%).

No contexto da origem da água utilizada em casa, verificou-se que a maior parte das residências recebem água da Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA) (58,0%), seguida por mina/poço artesiano (33,4%).

Quanto à água destinada ao consumo, a fonte mais comum utilizada é a água filtrada (47,0%), seguida pelo fornecimento direto da COPASA (25,3%) e do poço artesiano (16,0%). Ao considerar outras fontes de água utilizadas nas residências, 28,0% dos lares dependem exclusivamente de mina/poço artesiano.

A presença de infraestrutura sanitária adequada também foi avaliada. Verificou-se que quase todas as casas têm caixa d'água (98,6%) e 90,3% tem banheiro privado com água e descarga. Quanto ao destino do esgoto, a maioria das residências têm esgoto ligado via pública canalizada (59,5%) sem tratamento.

Por fim, as atividades realizadas em corpos d'água, como córregos, lagoas e rios, foram analisadas, revelando que o principal motivo de contato é lavar moto/carro/bicicleta (27,7%) e nadar (24,0%). Essas práticas cotidianas são ilustradas nas imagens 20 e 21: na imagem 20, observa-se um grupo de crianças nadando em um córrego, refletindo o uso recreativo mencionado pelos entrevistados. Já na imagem 21, um morador aparece lavando seu carro diretamente no leito do córrego, prática que representa a principal forma de contato identificada no questionário. Mais detalhes sobre os questionários de avaliações demográficas, sanitárias e de contato com a água estão disponíveis na tabela 2.



Figura 20. Ambiente em São Vicente, Baldim, Minas Gerais, Brasil, destacando a área destinada à lavagem de veículos, localizada na região identificada nesta pesquisa como Ponto 3 . Fonte: arquivo pessoal.



Figura 21. Ambiente em São Vicente, Baldim, Minas Gerais, Brasil, evidenciando uma área onde crianças realizam atividades recreativas, lavagem de animais e práticas religiosas. O espaço, localizado na região indicada como Ponto 3 nas coletas realizadas nesta pesquisa, demonstra a diversidade de usos para lazer e convivência comunitária. Fonte: arquivo pessoal.

Tabela 2. Resultados do questionário de avaliações demográficas, sanitárias e de contato com a água.

Variáveis	Categoria	N (%)
Escolaridade da Mãe (n=146)	Analfabeto	1 (0,6%)
	Fundamental incompleto	23 (15,7%)
	Fundamental completo	12 (8,2%)
	Médio incompleto	18 (12,3%)
	Médio completo	51 (35,0%)
	Superior incompleto	8 (5,4%)
	Superior completo	17 (11,6%)
	Pós-graduado	6 (4,0%)
	Não sei/não lembro	5 (3,4%)
	Não se aplica	5 (3,4%)
Escolaridade do Pai (N=139)	Analfabeto	3 (2,1%)
	Fundamental incompleto	38 (27,3%)
	Fundamental completo	7 (5,0%)
	Médio incompleto	13 (9,3%)
	Médio completo	48 (35,0%)
	Superior incompleto	4 (2,8%)
	Superior completo	7 (5,0%)
	Pós-graduado	10 (7,0%)
	Não sei/não lembro	3 (2,0%)
	Não se aplica	6 (4,3%)
Origem da água utilizada em casa (N=147)	Mina/Poço artesiano	49 (33, 4%)
	Torneira pública	6 (4,0%)
	COPASA	86 (58,6%)
	Não sei/não lembro	4 (2,7%)
	Cisterna	2 (1,3%)
A água para beber é (N=158)	Filtrada	74 (47,0%)
	Direto da Mina/Poço	25 (16,0%)
	Direto da COPASA	40 (25,3%)
	Não sei/não lembro	2 (1,2%)
	Cisterna	1 (0,6%)
	Direto da torneira	1 (0,6%)
	Mineral	15 (9,4%)
Existe outra fonte de água utilizada em sua casa (N=145)	Vala de horta	1 (0,6%)
	Córrego	3 (2,0%)
	Lago	1 (0,6%)
	Poço artesiano	12 (8,2%)
	Açude	1 (0,6%)
	Rio	1 (0,6%)
	Mina	2 (1,3%)
	Não utilizo outras fontes de água	108 (74,4%)
	Não sei/não lembro	15 (10,3%)
Motivo de contato com a água em córregos, lagoas e rios (N=180)	Cisterna	1 (0,6%)
	Lavar roupa	3 (1,6%)
	Lavar vasilha	1 (0,5%)
	Tomar banho/higiene pessoal	2 (1,1%)
	Nadar (lazer)	43 (24,0%)
	Pescar	27 (15,0%)
	Atravessar córrego	12 (6,6%)
	Trabalho na lavoura	5 (2,7%)
	Regar horta	1 (0,5%)
	Lavar moto/carro/bicicleta	50 (27,7%)
	Batismo	3 (1,6%)
	Não utilizo outras fontes de água	33 (18,3%)
A casa tem caixa d'água (N=145)	Sim	143 (98,6%)
	Não	2 (1,3%)
Tipo de instalação sanitária (N=145)	Privada com água e descarga	131 (90,3%)
	Privada com fossa seca	10 (6,8%)
	Sem privada, com assento no chão	2 (1,3%)
Destino do esgoto (N=146)	Via pública canalizada	87 (59,5%)
	Rio ou córrego	6 (4,1%)
	Fossa séptica	43 (29,4%)
	Mato	3 (2,0%)
	Vala negra	2 (1,3%)
	Não sabem	5 (3,4%)

5.1.3 Caracterização do perfil parasitológico

No estudo, utilizando o método diagnóstico de KK com seis lâminas, foram identificadas infecções por *S. mansoni* e outros helmintos em alunos da Escola José Ribeiro da Silva e da Escola Estadual Oscar Artur Guimarães. Participaram do exame parasitológico 229 alunos, no entanto, somente 216 foram elegíveis para participar da pesquisa devido à faixa etária máxima de 17 anos. Na Escola José Ribeiro da Silva, apenas um aluno foi positivo para enterobiose, representando 0,85% da amostra. Na Escola Estadual Oscar Arthur Guimarães, identificamos sete casos positivos para helmintíases. Entre essas infecções, registramos seis casos de esquistossomose, representando 6,12% da amostra, e um caso de enterobiose, totalizando 1,02% (Figura 22). A Tabela 3 apresenta o percentual de positividade por parasito, gênero e faixa etária, acompanhado dos intervalos de confiança de 95,0%.

Tabela 3. Percentual de positividade dos escolares com *Schistosoma mansoni* e *Enterobius vermicularis*, por sexo e faixa etária, matriculados nas Escolas Estaduais José Ribeiro da Silva (EEJR) e Oscar Artur Guimarães (EEOA), município de Baldim, Minas Gerais, em junho de 2023.

Parasitos	EEJR		EEOA			N(+)	Prevalência (IC95%)
	Adolescentes 13 a 17 anos	Masculino	Adolescentes 11 a 17 anos	Masculino	Feminino		
<i>S. mansoni</i>	0	0	6	3	3	6	2,78% (0.59%,4.97%)
<i>E.vermicularis</i>	1	1	1	1	0	2	0.92% (0.44%,1.41%)

*Percentual de positividade (IC95% Exato de Fisher)

Os resultados obtidos foram organizados e avaliados de acordo com o número de lâminas numeradas. A detecção de casos positivos ocorreu exclusivamente a partir da terceira lâmina de KK. Constatou-se que dois pacientes foram identificados na terceira lâmina, um paciente na quarta lâmina, dois paciente na quinta lâmina e um paciente na sexta lâmina. Dos seis pacientes positivos, três foram detectados em mais de uma lâmina, no entanto, todos apresentaram baixa carga parasitária (OPG <100 ovos). Entre os dois escolares diagnosticados com infecção por *E. vermicularis*, ambos apresentaram vermes nas fezes (Figura 23), indicando uma alta carga parasitária. Essa foi a única verminose detectada nos alunos da E. E. José Ribeiro da Silva.

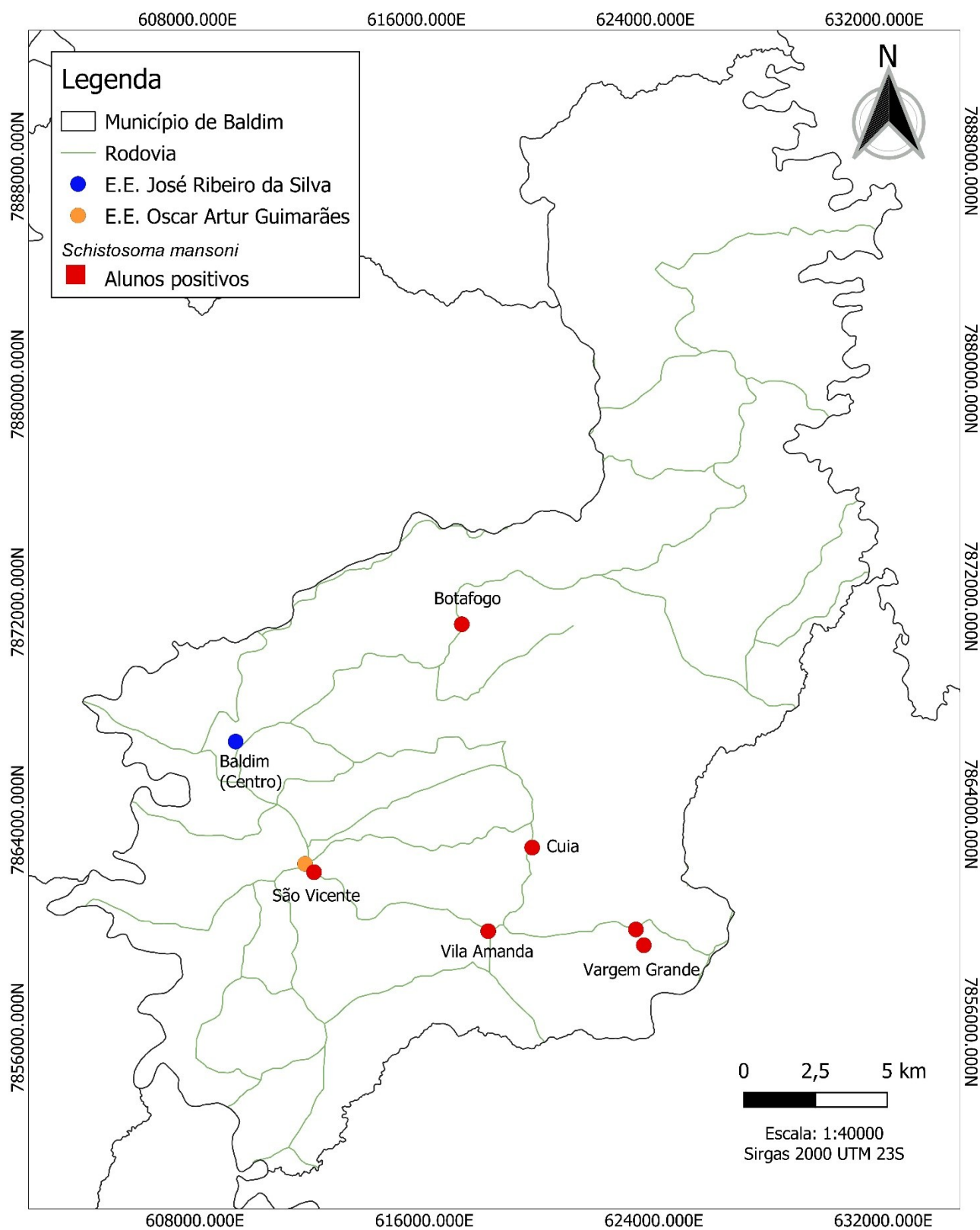


Figura 22. Distribuição das residências de alunos diagnosticados com infecção por *Schistosoma mansoni* no município de Baldim, Minas Gerais.

No questionário de avaliação demográfica, sanitária e de contato com a água, dos seis alunos positivos para *S. mansoni*, todos relataram possuir caixa d'água abastecida por mina ou poço artesiano, embora dois também utilizassem a represa como fonte de água complementar em suas residências. Quanto às condições sanitárias, todos declararam ter instalações adequadas, com privada e descarga, conectadas a fossas sépticas. Embora todos tenham mencionado contato frequente com rios e córregos, apenas dois indicaram o uso dessas águas para atividades de lazer, como nadar e pescar.

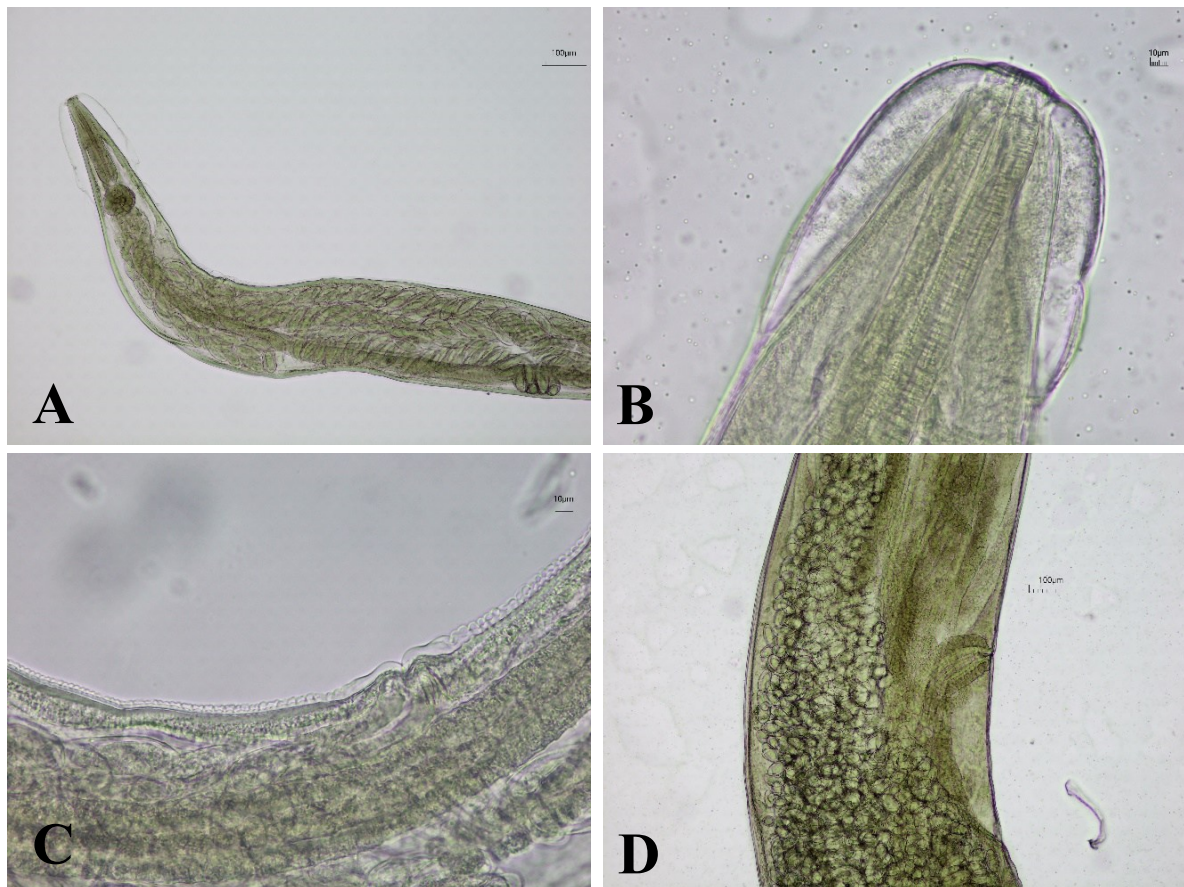


Figura 23. Imagens de *Enterobius vermicularis* obtidas a partir das amostras de fezes fornecidas pelos alunos das Escolas trabalhadas em Baldim. A – Fêmea adulta do verme; B – Parte anterior do verme adulto, evidenciando as estruturas cefálicas; C e D – Poro genital do parasito, visualizado em dois ângulos diferentes em fêmeas adultas.

5.1.4 Dados do PCE

A Figura 24 apresenta a série temporal das atividades do PCE, incluindo a população trabalhada, a população examinada e os casos positivos no período analisado. Esses dados possibilitaram a atualização do perfil epidemiológico da esquistossomose e subsidiaram a definição das localidades prioritárias para o estudo.

A distribuição espacial dos casos positivos por localidade foi realizada (Figura 25) e os dados resultantes foram empregados nas análises espaciais subsequentes.

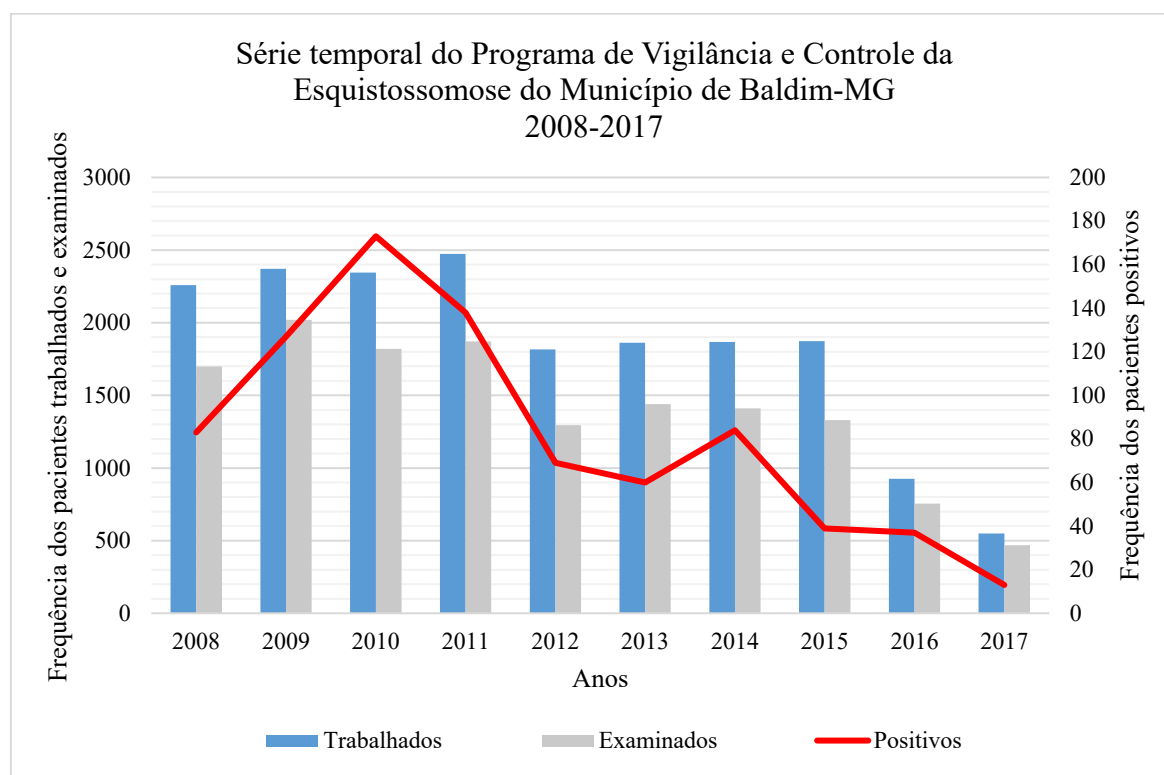


Figura 24. Número de casos registrados pelo Programa de Vigilância e Controle da Esquistossomose (SISPCE) no município de Baldim, entre 2008 e 2017. Acesso em setembro de 2024.

(<http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/defthtm.exe?sinan/pce/cnv/pcemg.def>).

Na análise da distribuição espacial dos dados fornecidos pelo PCE para o período de 2008 a 2017, foram identificadas 55 localidades no município de Baldim. Com base nesses dados, foi possível mapear a distribuição da residência de 665 pacientes diagnosticados com esquistossomose.

No entanto, foi detectada uma inconsistência nos dados referentes ao ano de 2010. Enquanto o PCE do município registrou apenas 3 pacientes para este ano, os dados do DATASUS/SINAN mostraram um total de 173 pacientes. Esta divergência destaca a necessidade urgente de uma revisão minuciosa e da correção dos registros para assegurar a precisão e a consistência das informações epidemiológicas.

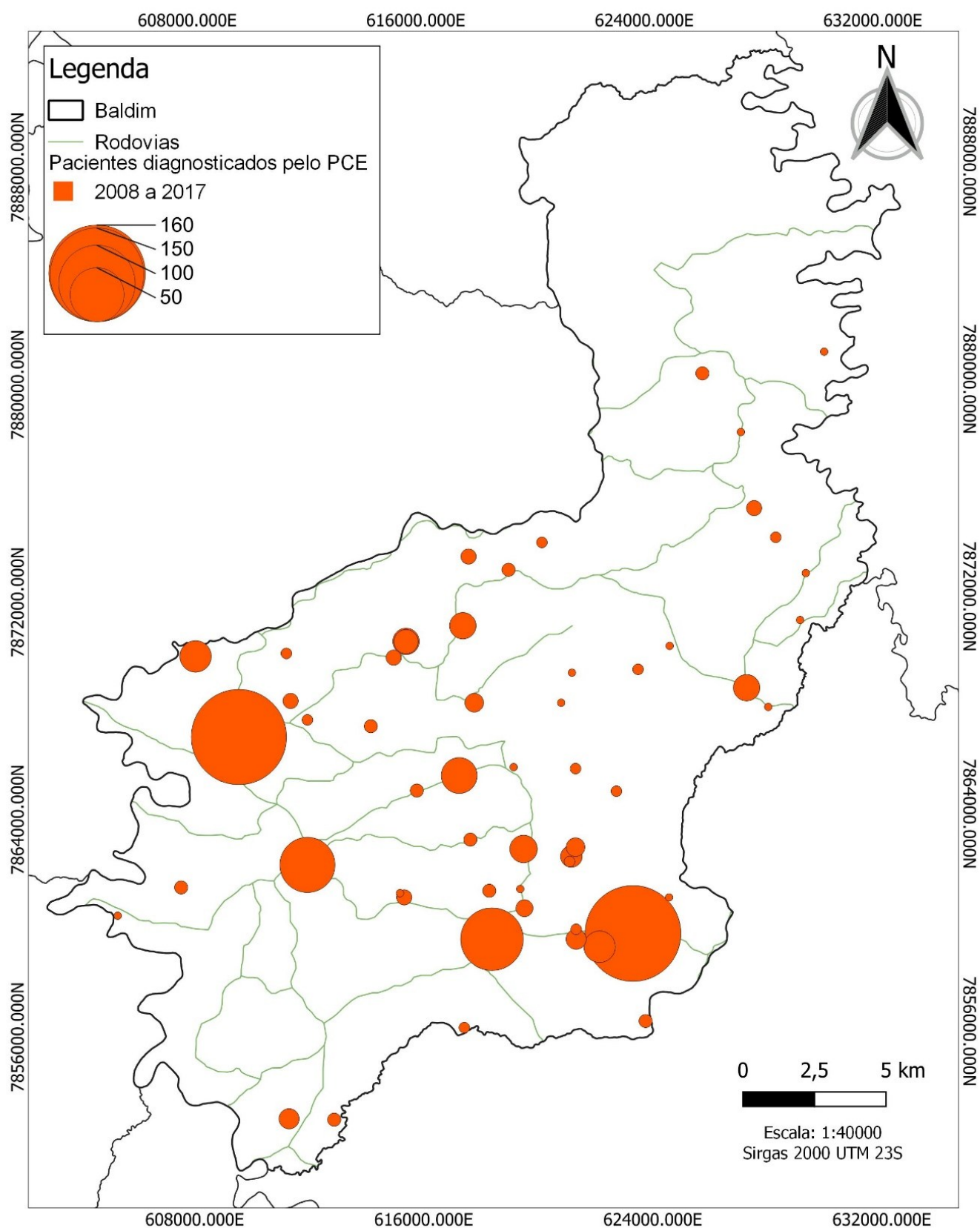


Figura 25. Distribuição de casos de esquistossomose do município de Baldim, Minas Gerais, notificados pelo Programa de Vigilância e Controle da Esquistossomose do período de 2008 a 2017.

5.2 Saúde Animal

5.2.1 Malacologia

No estudo, foram analisados 27 pontos amostrais com o objetivo de identificar áreas de uso coletivo pela população, como locais destinados ao lazer, atividades domésticas e laborais. Esses pontos foram indicados tanto por agentes de saúde quanto pela própria comunidade, considerando sua relevância em relação à distribuição de pacientes infectados nos últimos anos.

Os resultados das campanhas de coleta realizadas entre junho de 2022 e agosto de 2023 evidenciaram uma variação na presença de *Biomphalaria* e outros moluscos ao longo das estações do ano. Destaca-se que, nos meses de inverno (junho e agosto de 2022, e agosto de 2023), houve uma maior ocorrência de moluscos de gênero *Biomphalaria*, representando mais de 50,0% das amostras coletadas. No entanto, durante o período de verão (dezembro de 2022), observou-se uma redução significativa na detecção geral dos moluscos, possivelmente devido à ocorrência de chuvas significativas (Tabela 4).

Tabela 4. Resultados das campanhas de coleta realizadas em Baldim, Minas Gerais, Brasil, entre junho de 2022 e agosto de 2023, mostrando a distribuição e proporção nas seis coletas de *Biomphalaria* e outros moluscos em diferentes estações do ano.

Campanhas	Período das coletas e estações	<i>Biomphalaria</i>	Outros moluscos	Total
1	Junho de 2022 – Inverno	228 (46,9%)	258 (53,0%)	486
2	Agosto de 2022 – Inverno	368 (52,0%)	339 (48,0%)	707
3	Outubro de 2022 – Primavera	180 (46,0%)	211 (54,0%)	391
4	Dezembro de 2022 – Verão	13 (76,4%)	4 (23,5%)	17
5	Março de 2023 – Outono	42 (37,8%)	69 (62,1%)	111
6	Agosto de 2023 - Inverno	226 (61,9%)	139 (38,0%)	365
Total	-	1.057	1.020	2.077

Com o resultado, constatou-se a presença de moluscos em 10 localidades, distribuídas nas comunidades Centro (Baldim), São Vicente, Vila Amanda e Vargem Grande. Nestes pontos, foram realizadas seis campanhas subsequentes para a quantificação e identificação das espécies presentes no município. Destes, nove revelaram a ocorrência de planorbídeos do gênero *Biomphalaria* (Tabela 5).

Entre os 1.057 planorbídeos coletados, foram identificadas cinco espécies de *Biomphalaria*: *B. glabrata*, *B. tenagophila*, *B. straminea*, *B. occidentalis* e *B. kuhniana* (Figura 26). É importante ressaltar que este estudo registrou, pela primeira vez, a presença de *B. tenagophila*, *B. occidentalis* e *B. kuhniana* no município (Tabela 5 e Figura 26). A quantidade e a distribuição dos moluscos do gênero *Biomphalaria* podem ser observados na Tabela 5.

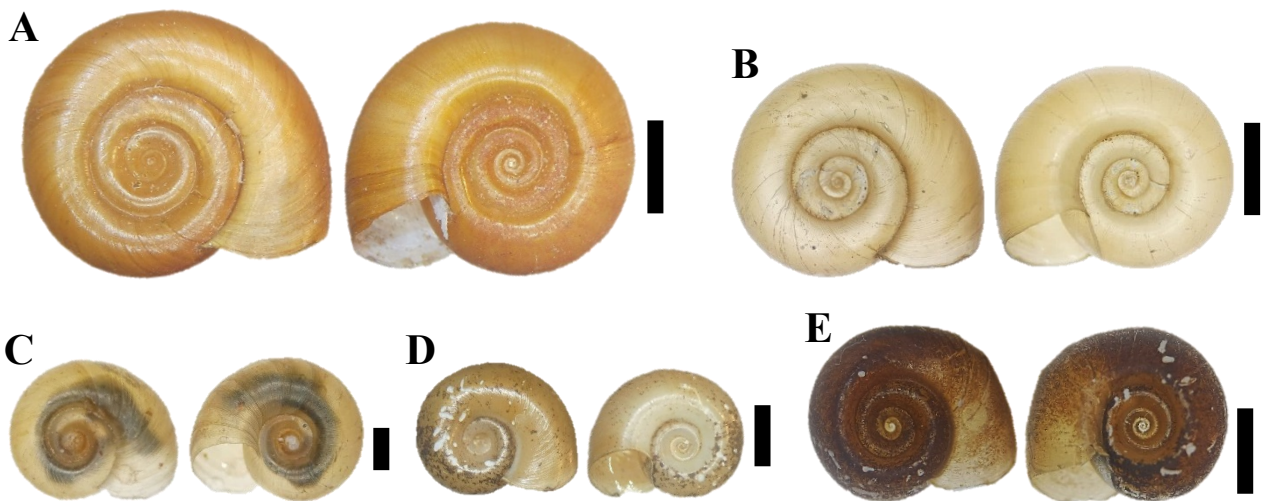


Figura 26. Conchas das espécies de moluscos límnicos encontrados no Município de Baldim, Minas Gerais, Brasil: A. *Biomphalaria glabrata* B. *Biomphalaria tenagophila*; C. *Biomphalaria straminea*; D. *Biomphalaria kuhniana* e E. *Biomphalaria occidentalis*. Escala: A-B e E. 4mm; C e D. 2mm.

Biomphalaria glabrata esteve presente em todos os pontos com ocorrência do gênero (9/27). Destaca-se particularmente a localidade de São Vicente, especificamente nos pontos 3 e 4, que apresentaram a maior abundância e riqueza de espécies. Esses locais são frequentemente utilizados pela população para recreação, lavagem de carros, fornecimento de água para animais domésticos e para cerimônias religiosas de batismo (Figura 27). Na avaliação por fotoestimulação para detecção de possíveis infecções por trematódeos, não foram observadas infecções por *S. mansoni*.

Tabela 5. Moluscos do gênero *Biomphalaria* coletados por ponto e localidade no município de Baldim em junho, agosto, outubro, dezembro de 2022, março e agosto de 2023.

Localidades	Pontos de coleta	<i>Biomphalaria glabrata</i> (Say, 1818)	<i>Biomphalaria straminea</i> (Dunker, 1848)	<i>Biomphalaria tenagophila</i> (d' Orbigny, 1835)	<i>Biomphalaria occidentalis</i> Paraense 1981	<i>Biomphalaria kuhniana</i> (Clessin, 1883)	Total
Vargem Grande	1	X	X				44
Vila Amanda	2	X					1
São Vicente	3	X	X	X		X	50
	4	X	X		X		529
Centro	5	X					2
	6	X	X				57
	7	X				X	38
	8	X					20
	9	X	X			X	316
Total	-	-	-	-	-	-	1057

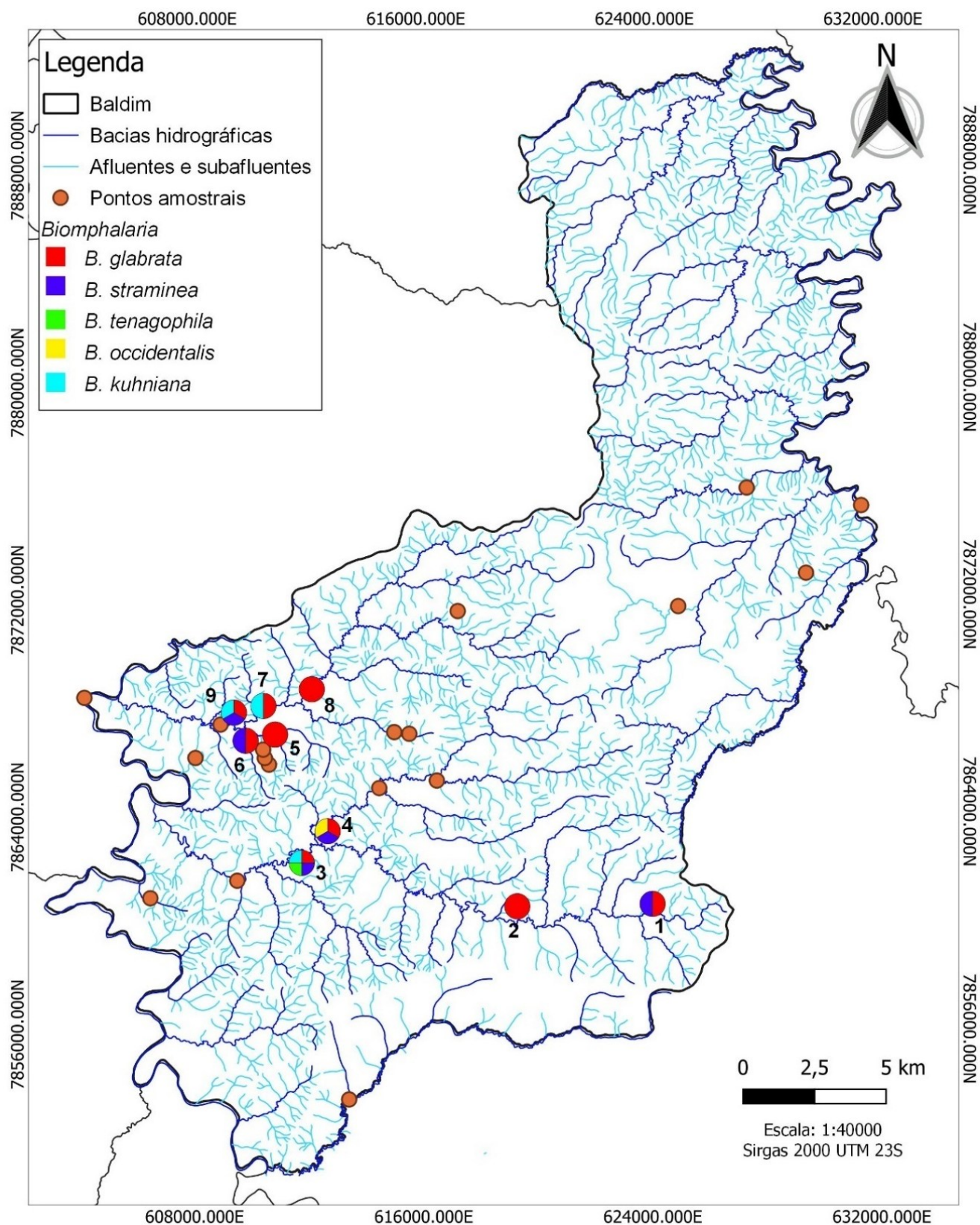


Figura 27. Distribuição dos ambientes amostrados e dos espécimes do gênero *Biomphalaria* nos habitats límnicos do município de Baldim, Minas Gerais, Brasil. Os dados foram coletados nos meses de junho, agosto, outubro e dezembro de 2022, e também em março e agosto de 2023. Elaborado pelo autor.

Durante o estudo foram coletados 2085 moluscos límnicos, dentre eles: *Biomphalaria* sp. (50,7%; n=1057); *Stenophysa marmorata* (25,4%; n=530); *Melanoides tuberculata* (13,5%; n=161); *Pseudosuccinea columella* (7,7%; n=98); *Gundlachia ticaga* (4,5%; n=94); *Corbicula largillierti* (3,5%; n=73); *Pomacea maculata* (1,7%; n=36); *Drepanotrema anatinum* (1,5%; n=22); *Idiopyrgus souleyetianus* (0,4%; n=9); *Drepanotrema cimex* (0,1; n=3) *Omalonyx matheroni* (0,09%; n=2).

Entre as cercárias identificadas, destacam-se os tipos Equinostoma, Monostoma, Xifidiocercária, Estringiocercária, Parapleurolofocerca e Gimnocéfala. Destes trematódeos, a cercária do tipo Echinostoma foi encontrada em 13 exemplares de *Biomphalaria* spp., enquanto o tipo Monostoma e Gimnocéfala foram encontrados em apenas um exemplar, em indivíduos diferentes, de *Biomphalaria straminea*. Já do tipo Estringeocercária emergiu de um exemplar de *Drepanotrema anatinum*; Xifidiocercária de 9 exemplares de *Pomacea maculata*; e por fim, Parapleurolofocerca que emergiu de um exemplar de *Idiopyrgus souleyetianus* (Figura 28), o que resultou na publicação de um artigo científico (Coelho *et al.*, 2024). A porcentagem da positividade foi de 1,2% (25/2075) de todos os moluscos analisados, excluindo a espécie *Omalonyx matheroni* por serem gastrópodes pulmonados anfíbios.



Figura 28. Cercárias eliminadas por moluscos coletados no município de Baldim/MG: Estringiocercária (A) por *Drepanotrema anatinum*, Xifidiocercária (B) por *Pomacea maculata*, Parapleurolofocerca (C) por *Idiopyrgus souleyetianus* e Gimnocéfala (D), Equinostoma (E) e Monostoma (F) eliminados por moluscos do gênero *Biomphalaria*. Fonte: arquivo pessoal. Escala: 100 μ m.

5.2.2 Coleta dos pequenos mamíferos e análise parasitológica

Foram capturados 58 animais correspondentes a duas espécies de pequenos mamíferos: o rato d'água (n=24) *Nectomys squamipes* (Brants, 1827) (Rodentia: Cricetidae) (Figura 29) e o gambá (n=21) *Didelphis albiventris* Lund, 1840 (Didelphimorphia: Didelphidae). Deste número total ocorreram 21 recapturas (17 *D. albiventris* e 4 *N. squamipes* prenhas) e 3 fugas (1 *D. albiventris* e 2 *N. squamipes*). O período de maior sucesso nas coletas foi durante a estação chuvosa para ambas as espécies.

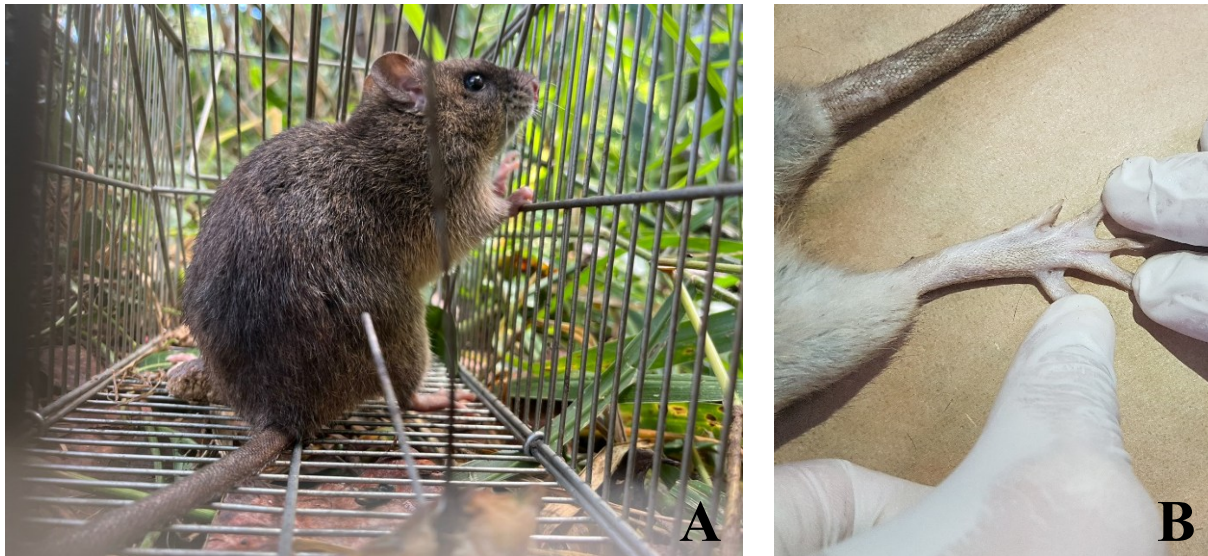


Figura 29. *Nectomys squamipes* (A), coletado no município de Baldim, Minas Gerais, Brasil. (B) Característica distintiva: a presença de membranas interdigitais nas patas, que desempenham um papel crucial na natação. Fonte: arquivo pessoal.

Nos pontos onde os caramujos foram coletados (1-6 e 8), foram também instaladas armadilhas que foram designadas como parcelas de 1 a 7, respectivamente (Figura 30). As coletas dos roedores foram mais frequentes nas parcelas 2 e 5, localizadas em áreas com vegetação alta que cobriam os córregos onde as armadilhas foram instaladas; nessas duas parcelas, as duas espécies foram predominantes (Tabela 6). Embora a parcela 5 seja uma área central da cidade, caracterizada por evidentes pontos de esgoto e indícios de influência antrópica no ambiente, foi observada a presença de *N. squamipes* que geralmente ocupam ambientes mais preservados.

Tabela 6. Espécies de pequenos mamíferos silvestres registradas em Baldim (MG), excluídas recapturas e fugas, entre abril e setembro de 2023.

Espécies	Parcela 1	Parcela 2	Parcela 3	Parcela 4	Parcela 5	Parcela 6	Parcela 7	Total
<i>Nectomys squamipes</i>	0	7	0	4	4	1	2	18
<i>Didelphis albiventris</i>	3	3	3	1	4	2	0	16
Total	3	10	3	5	8	3	2	34

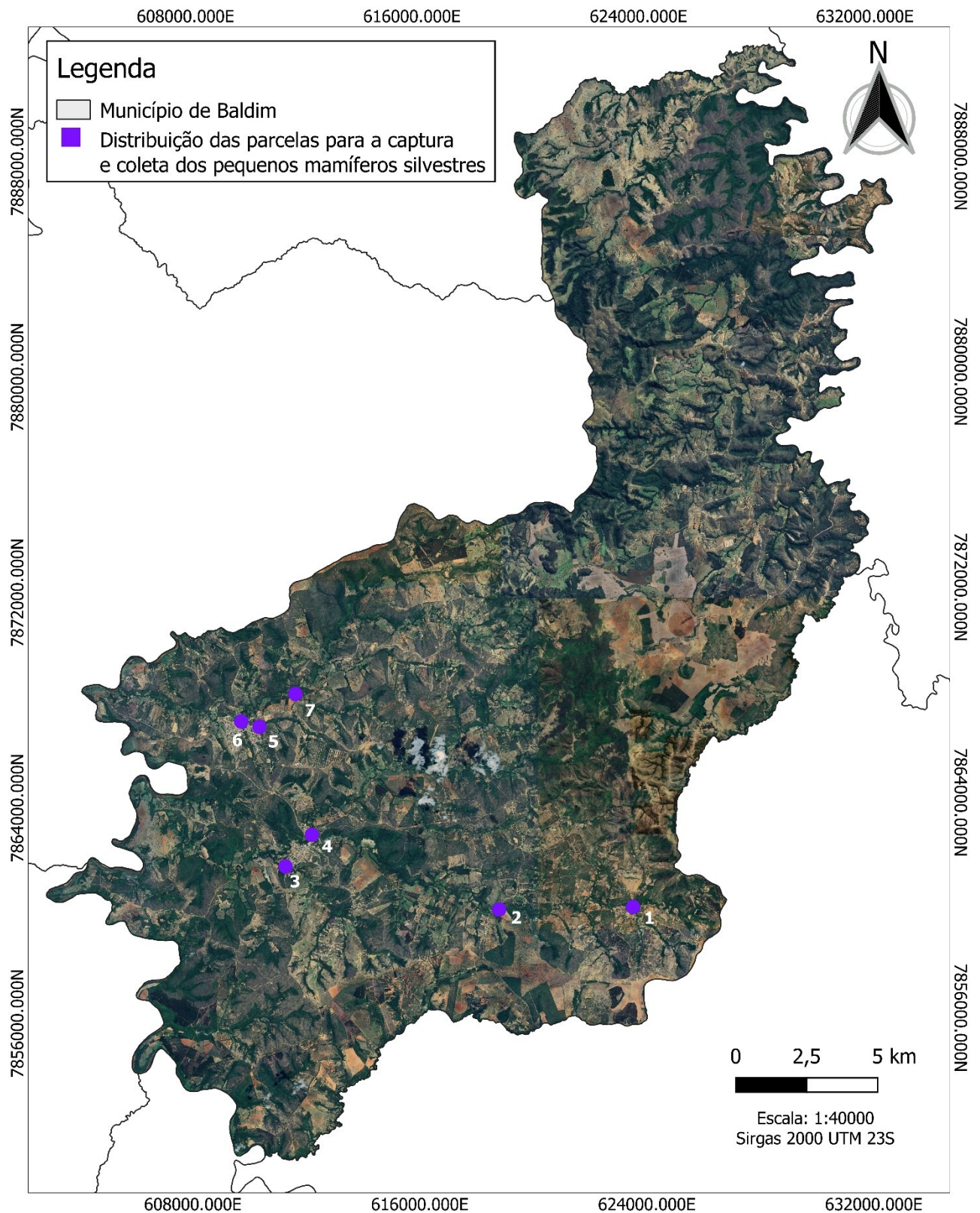


Figura 30. Distribuição dos ambientes amostrados e variáveis ambientais: Caracterização dos habitats por meio de um protocolo de avaliação rápida, análise de DNA ambiental (eDNA) do parasito *Schistosoma mansoni* e detecção de coliformes fecais (*Escherichia coli*) nos ambientes límnicos do município de Baldim, Minas Gerais, Brasil. Os dados foram coletados em agosto de 2023. Elaborado pelo autor.

Foram capturados 34 pequenos mamíferos, 18 pertenciam à espécie *N. squamipes* (10 na primeira campanha e 8 na segunda campanha), destas 2 estavam prenhas e foram recapturadas durante as coletas. Destes 16 indivíduos foram posteriormente submetidos à eutanásia (10 machos e 6 fêmeas). Todo o material coletado foi devidamente processado para avaliação de possíveis infecções por helmintos e, em seguida, as carcaças foram encaminhadas e depositadas na coleção de mamíferos do Centro de Coleções Taxonômicas da UFMG. (Apêndice II)

De acordo com a pesquisa, 93,7% (15/16) dos hospedeiros foram encontrados infectados com pelo menos uma espécie de helminto. A comunidade de helmintos consistiu em três espécies de nematoides *Syphacia* sp., *Trichofreitasia* sp., *Vianella* sp., dois trematódeos *Echinostoma paraensei*, *Amphimerus* sp. e um cestódeo *Hymenolepis* sp.. Os parasitos que apresentaram maior abundância foram: *Syphacia* sp., *Viannella* sp. e *Trichofreitasia* sp., respectivamente. Em relação aos índices de diversidade, observou-se que a comunidade parasitária apresentou alta diversidade ($H = 1,04$) e baixa dominância ($D = 0,39$). Em esfregaços sanguíneos, foram observadas microfilárias em apenas um espécime, que apresentou vermes adultos na cavidade abdominal, do grupo Onchocercidae (Figuras 31 a 35).

Embora estas infecções parasitárias tenham sido comuns entre os animais, não foram observadas alterações hepáticas ou intestinais (granulomas) em decorrência dessas infecções e nenhum ovo de *S. mansoni* foi identificado no processo de digestão hepática.

Tabela 7. Infecções por helmintos em *Nectomys squamipes*: Quantidade de helmintos por roedor e sítio de infecção em necropsias realizadas em abril e setembro de 2023 no município de Baldim, Minas Gerais.

Hospedeiros	Campanha	Identificação	Nematodeos				Trematodeos		Cestoda	Sítio de infecção	Total de Helmintos detectados por hospedeiro
			<i>Syphacia</i> sp.	<i>Trichostrongylus axei</i>	<i>Viannella</i> sp.	Onchocercidae	<i>Echinostoma paraensei</i>	<i>Amphimerus</i> sp.	<i>Hymenolepis</i> sp.		
<i>Nectomys squamipes</i>	1º	1	9	9	0	0	0	0	0	ID	18
		2	0	2	0	0	0	0	0	IG	2
		3	0	11	0	0	0	0	0	ID/IG	12
			0	0	0	0	0	1	0	ID	
		4	0	9	0	0	0	0	0	ID/IG	24
			0	0	4	0	8	0	0	ID	
			3	0	0	0	0	0	0	IG	
		5	0	16	7	0	0	0	0	ID	23
		6	0	1	6	0	0	0	0	ID	7
		7	0	39	0	0	0	0	0	ID/IG	85
			0	0	46	0	0	0	0	ID	
		8	0	0	0	0	0	0	1	IG	1
		9	0	23	0	0	0	0	0	ET/ID	23
		10	0	1	391	0	0	0	0	ID	393
			1	0	0	+	0	0	0	IG	
	2º	11	5	2	0	0	0	0	0	IG	7
		12	633	0	0	0	0	0	0	IG	653
			0	20	0	0	0	0	0	ID	
		13	0	37	27	0	0	0	0	ID	129
			65	0	0	0	0	0	0	ID/IG	
		14	0	5	2	0	0	0	0	ID	7
		15	34	0	0	0	0	0	0	IG	111
			0	60	17	0	0	0	0	ID	
Total		-	750	235	500	0	8	1	1	-	1.495

Legenda: ID: Intestino Delgado; IG: Intestino Grosso e ET: Estômago.

+ : material não quantificado.

A análise das fezes de 13 *Didelphis albiventris* revelou, por meio do exame de sedimentação espontânea, a presença de helmintos dos grupos Diplostomidae, Ascaridida e Strongylidae, com a identificação restrita à detecção dos ovos. Não foi detectada infecção por *S. mansoni* em nenhum dos pequenos animais silvestres estudados.

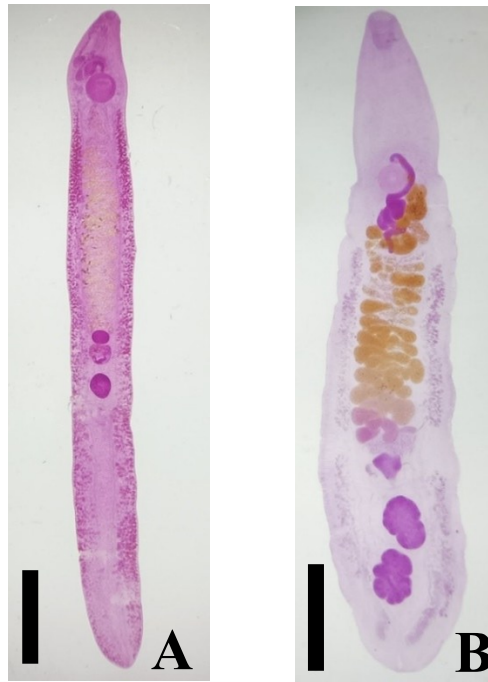


Figura 31. (A) *Equinostoma paraensei* e (B) *Amphimerus* sp. Trematodeos adultos obtidos na necropsia de *Nectomys squamipes*. Escalas: 1 mm. Fonte: arquivo pessoal.

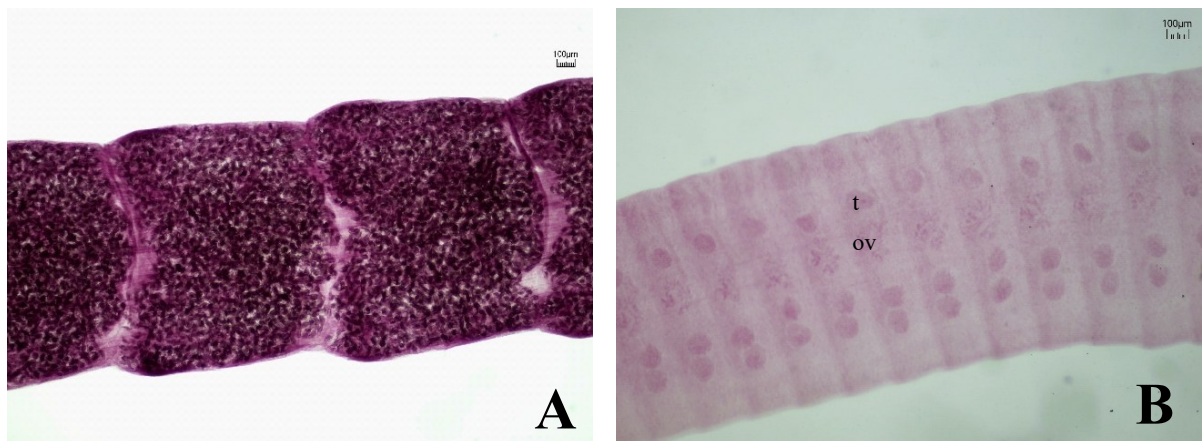


Figura 32. Espécime adulto de *Hymenolepis* sp. (A) Proglote grávida com ovos no interior; e (B) Proglotes maduras mostrando testículos (t) e ovário (ov). Fonte: arquivo pessoal.



Figura 33. Espécime adulto de *Syphacia* sp. A: Imagem anterior do verme adulto; B: Setas indicando o poro genital; C: Ovo. Microscopia de luz. Fonte: arquivo pessoal.



Figura 34. Espécime adulto de *Trichofretasia* sp. A: Imagem do verme adulto macho; B: Parte anterior; C: Parte posterior da fêmea D: Parte posterior do Macho. Microscopia de luz. Fonte: arquivo pessoal.

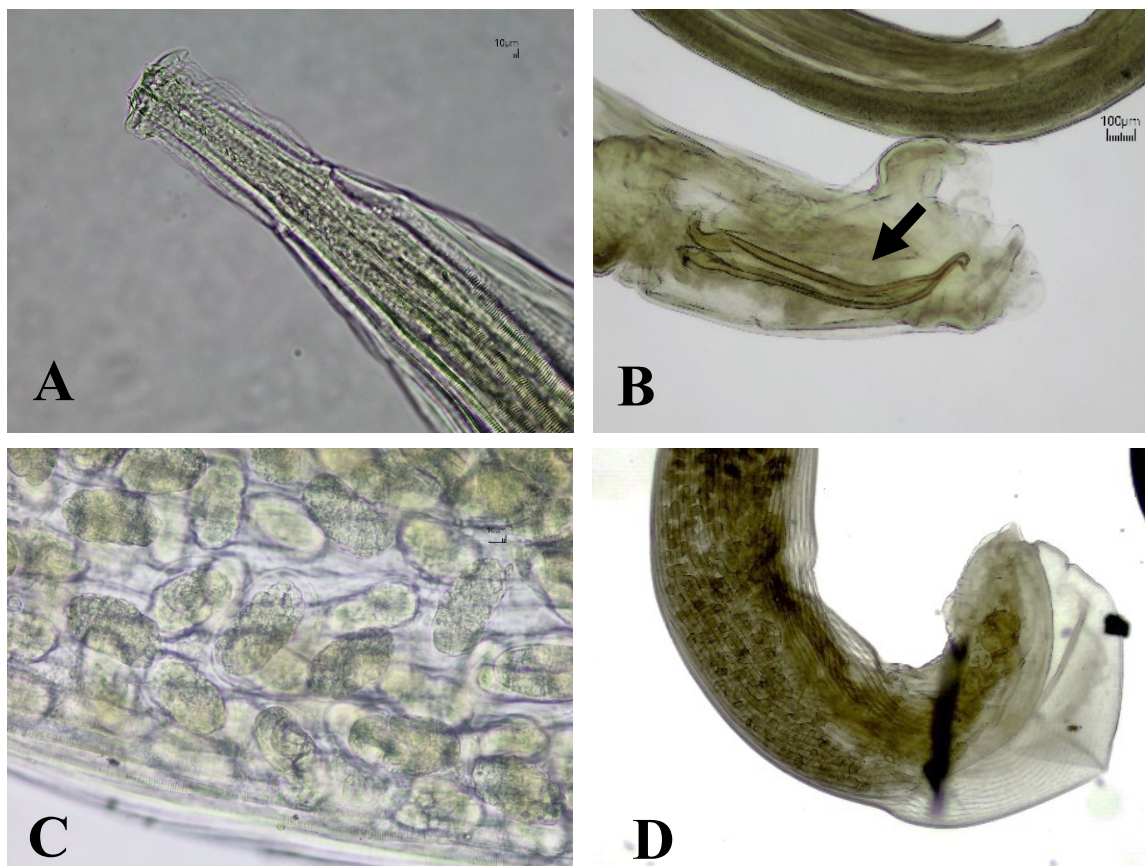


Figura 35. Espécime adulto de *Viannella* Travassos, 1918. A: Imagem anterior do verme adulto, B: Parte posterior do macho, setas indicando o espículo. C: Ovos no tegumento de uma fêmea; D: Parte posterior da fêmea. Fonte: arquivo pessoal.

5.3 Saúde Ambiental

5.3.2 Caracterização dos ambientes aquáticos

Na caracterização dos ambientes aquáticos, foram analisadas 27 localidades, constatando-se a predominância de locais com alto grau de impacto, totalizando 21 ocorrências, seguidos por ambientes com leve impacto, que somaram 6 ocorrências. Não foram identificados ambientes com trechos naturais neste estudo. A avaliação revelou que a maioria dos locais examinados está sujeita a pressões ambientais significativas, como poluição e degradação da vegetação marginal. Os pontos classificados como altamente impactados estão frequentemente associados a áreas mais urbanizadas ou agrícolas, onde a qualidade da água e a biodiversidade estão comprometidas. A Figura 36 apresenta graficamente a pontuação dos pontos de amostragem. Os pontos 1 a 10 correspondem às localidades onde foram realizadas coletas malacológicas e a coleta de roedores (pontos 1 a 6 e 8).

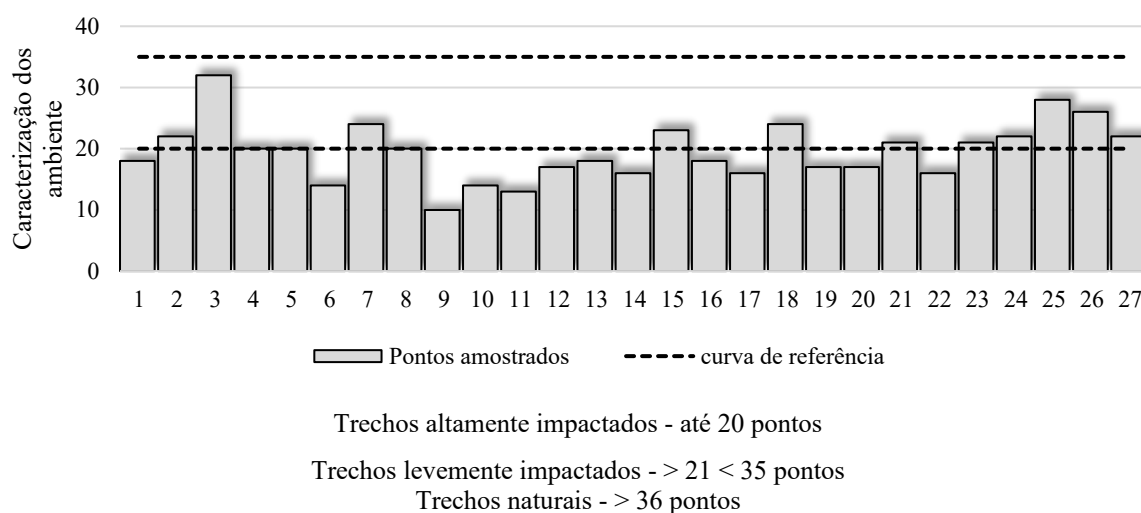


Figura 36. Aplicação do protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats. Pontuação de classificação dos ambientes visitados. Modificado do EPA, 1987; Callisto *et al.*, 2002, Brito *et al.*, 2011 e Coelho *et al.*, 2020.

A partir dos valores obtidos, observou-se que todos os valores-*p* estão acima do nível de significância de 0,05, indicando que não há evidências suficientes para rejeitar a hipótese nula, que sugere a inexistência de uma associação significativa entre o impacto ambiental e a presença de *Biomphalaria*.

Dos 10 pontos com moluscos (Figura 37), todos são utilizados por pessoas e/ou animais. Desses, quatro pontos têm uso recreativo (Pontos 3, 4, 8 e 10) e cinco são destinados a atividades domésticas (Pontos 3, 4, 5, 7 e 8). Entre os ambientes com moluscos, apenas o Ponto 9 apresentou evidências claras de eliminação de esgoto. Os Pontos 4 e 9 se destacaram pelo elevado número de moluscos do gênero *Biomphalaria*.



Figura 37. Imagens dos dez pontos de amostragem durante o mês de agosto de 2022 no município de Baldim, Minas Gerais, Brasil. Os Pontos 1, 2, 3 e 4 são de fácil acesso e frequentemente utilizados pela população para travessias, atividades de lazer e tarefas laborais. Os demais pontos são áreas mais restritas, com acesso limitado a um número menor de pessoas, em razão da proximidade de residências. Fonte: arquivo pessoal.

5.3.1 Detecção de coliformes fecais

Em todos os pontos estudados, foi constatada a presença de coliformes totais e *E. coli*, indicando contaminação ambiental por esgoto e/ou fezes de mamíferos (Figura 38). É crucial mencionar que o Ponto 10 não foi considerado na análise devido à ausência de *Biomphalaria*, apesar dos levantamentos realizados nesta área durante as seis campanhas detectar a presença de fezes bovina na água.



Figura 38. Análise da água com Kit Colilert, para a detecção (A) de coliforme totais em iluminação comum e (B) *Escherichia coli* com exposição das amostras a luz ultravioleta de 365 nm. Fonte: arquivo pessoal.

5.3.3 DNA Ambiental (*eDNA*)

As 9 amostras provenientes de Baldim, organizadas conforme os pontos de coleta malacologica, foram submetidas a análises para detecção de *eDNA*. Destas, apenas uma amostra (1/9) foi classificada como positiva para *S. mansoni*, pois atingiu os parâmetros de fluorescência estabelecidos.

5.3.4 Distribuição espacial das variáveis ambientais analisadas

Na figura 39, observa-se a distribuição das variáveis ambientais, evidenciando uma maior concentração de áreas altamente impactadas nas localidades mais urbanizadas, como o Centro, São Vicente e Gentio, além de Vargem Grande e Gameleira, que se destacam de forma mais isolada. Nas duas principais bacias hidrográficas situadas na região central do município, com o curso hídrico montante localizado a leste e o jusante a oeste, os ambientes apresentam um menor nível de impacto ao se aproximarem do Rio das Velhas.

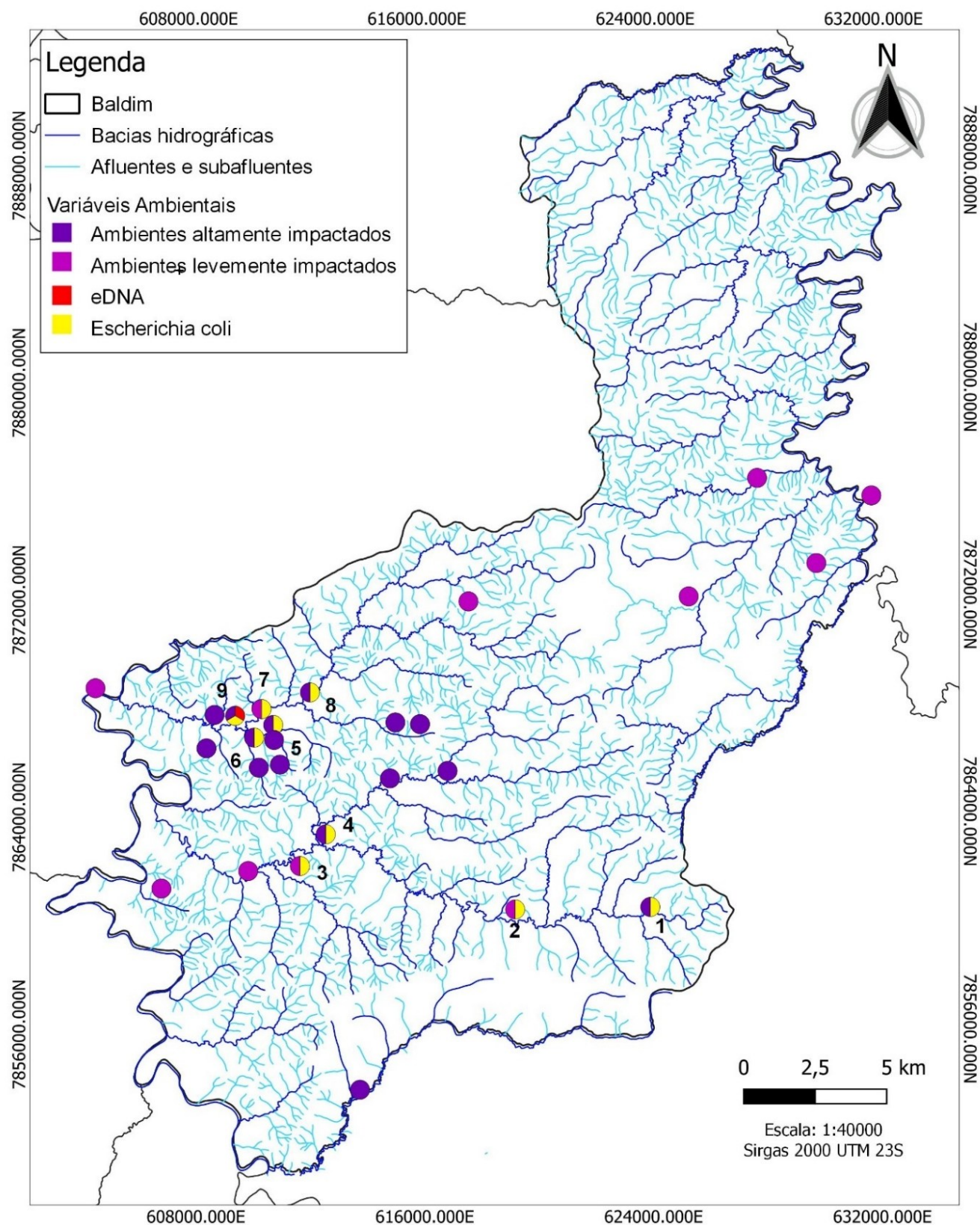


Figura 39. Distribuição dos ambientes amostrados e das variáveis ambientais: Caracterização dos habitats por meio do protocolo de avaliação rápida, análise de DNA ambiental (eDNA) do parasito *Schistosoma mansoni* e detecção de coliformes fecais (*Escherichia coli*) nos ambientes límnicos do município de Baldim, Minas Gerais, Brasil. Os dados foram coletados em agosto de 2023. Elaborado pelo autor.

5.4 Análises espaciais

A técnica de densidade de Kernel permitiu identificar áreas com maior concentração de casos de esquistossomose no município. As regiões com alta densidade (hot spots) são representadas pelas áreas mais quentes (vermelho), enquanto as de menor densidade aparecem em tons frios (verde). No primeiro quinquênio (2008–2012), os hot spots estavam concentrados nas áreas urbanas — especialmente no Centro, Vargem Grande, São Vicente e Vila Amanda. No segundo quinquênio (2013–2017), observou-se uma leve expansão para as zonas rurais e um aumento nas regiões oeste, norte e sul do município, resultando em uma redução da intensidade dos hot spots (Figura 40).

A elipse de distribuição direcional indicou a orientação predominante da disseminação dos casos ao longo do tempo, revelando deslocamentos dos centróides nas áreas urbana e rural. Na zona urbana, os centróides variaram entre o Centro (2008), Vila Amanda (2009), Capão da Cuia (2011) e Mucambo (2016); enquanto nas áreas rurais estiveram em Gentio (2012), Pintada (2013 e 2017), Barra da Taboquinha (2014) e Gurita (2015). O ano de 2010 foi excluído dessa análise por ausência de dados suficientes. No período de 2008 a 2012, houve um leve aumento na amplitude das elipses urbanas, seguido por uma diminuição entre 2013 e 2017. Como não foram observadas grandes diferenças entre os quinquênios, os dados foram agrupados para a representação final (Figura 40).

Durante os dez anos analisados, foram realizados 13.637 exames parasitológicos, com 823 resultados positivos para *S. mansoni*, correspondendo a uma taxa de positividade de 7,1%. Houve redução no número de exames e na população avaliada em 2016. Os anos de 2010 e 2015 apresentaram, respectivamente, as maiores (9,5%) e menores (2,9%) taxas de positividade. Dentre os diagnosticados, 165 indivíduos não iniciaram o tratamento por recusa, ausência ou contraindicação médica.

Complementando essas análises, a Figura 41 apresenta a disposição geográfica das principais variáveis utilizadas na construção do mapa de risco: pacientes registrados pelo PCE, alunos positivos para esquistossomose, presença de *Biomphalaria*, resultados de eDNA, caracterização ambiental e detecção de *E. coli*. Essa representação integrada permite uma visão abrangente da sobreposição entre fatores ambientais, biológicos e epidemiológicos relacionados à transmissão da esquistossomose no município. A partir dessa base, foi elaborado o mapa de krigagem, que estima as áreas de maior risco para a doença.

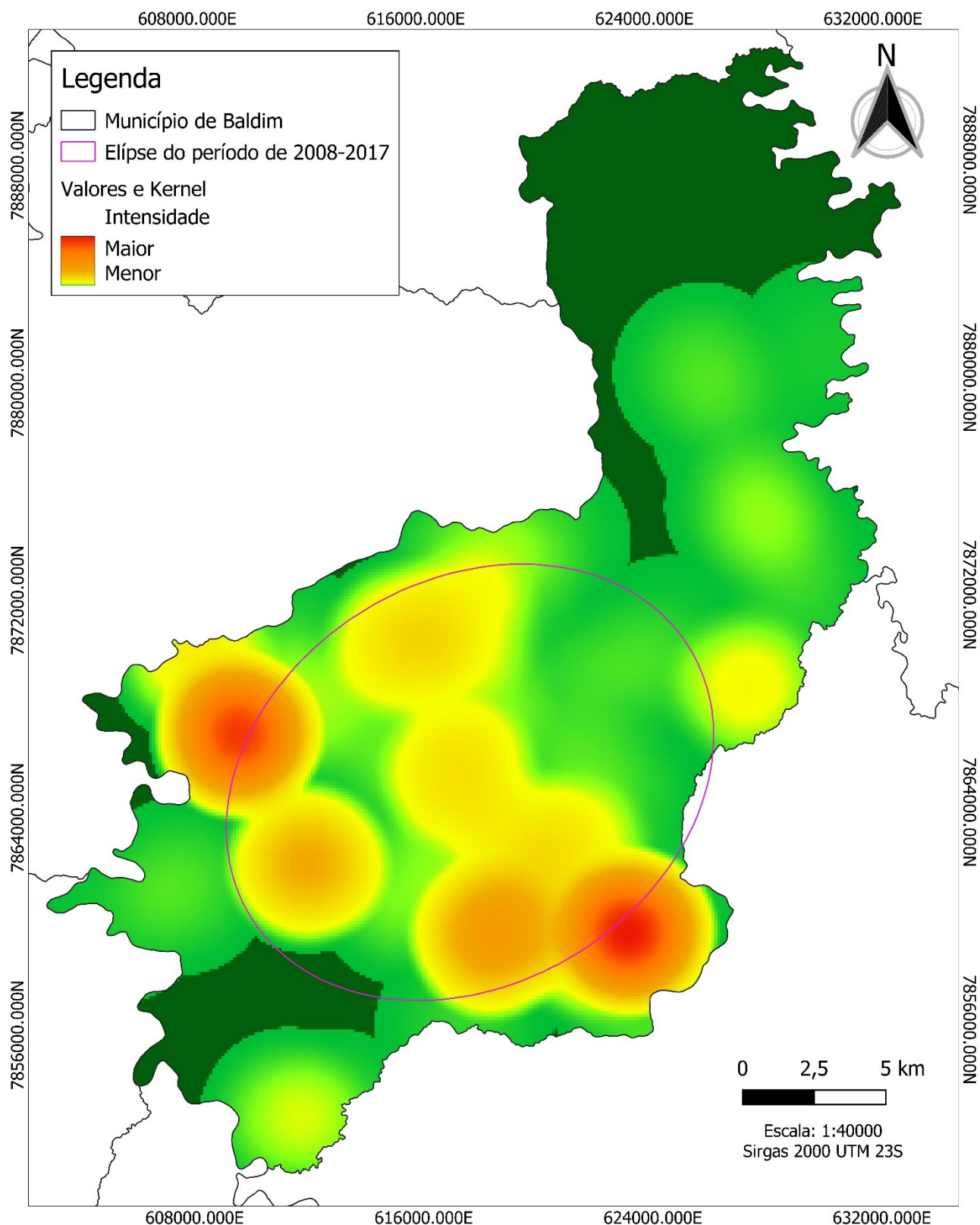


Figura 40. Mapas da densidade de Kernel relacionados aos pacientes diagnosticados com esquistossomose pelo Programa de Vigilância e Controle da Esquistossomose do Município Baldim, Minas Gerais, Brasil, período de 2008 a 2017. Fonte: Elaborado pelo autor.

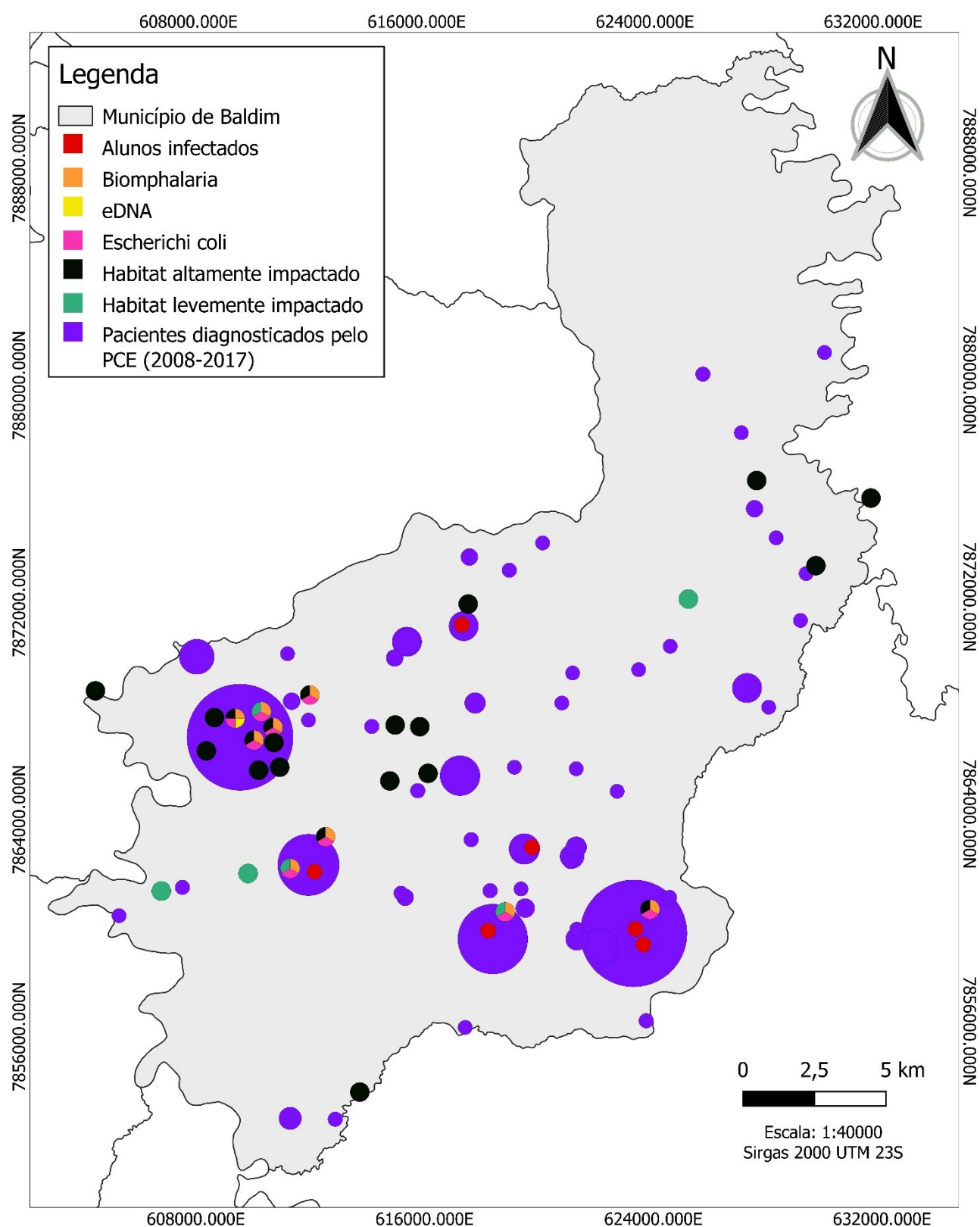


Figura 41. Distribuição das variáveis de saúde humana, animal e ambiental utilizadas na elaboração do mapa de risco para esquistossomose no município de Baldim, Minas Gerais, Brasil. Dados coletados em agosto de 2023. Elaboração do autor.

Com base nesses dados e na atribuição de pesos às variáveis, foi elaborado um mapa de krigagem para uma representação mais precisa do risco associado a cada área. Os pesos arbitrários totais atribuídos aos pontos de amostragem por comunidade resultaram em um mapeamento de risco que revelou áreas semelhantes às identificadas pela técnica de densidade de Kernel e pela análise de elipse, que considerou apenas os pacientes diagnosticados pelo PCE. (ver figura 40).

A análise de krigagem indicou que as localidades do Centro (peso 8), Vargem Grande (peso 8) e Vila Amanda (peso 7) apresentaram maior risco para a ocorrência e transmissão de esquistossomose. A localidade de São Vicente foi classificada com risco intermediário (peso 5). Em contraste, as regiões de Botafogo, Gameleira, Mucambo, Cuia e outras áreas ao norte do município apresentaram menor risco de infecção, com a região norte exibindo risco particularmente baixo (valor <1).

As estimativas de risco foram mais precisas nas proximidades dos pontos de amostragem e menos confiáveis em áreas com menor densidade de pontos, como observado na região norte do município (Figura 42).

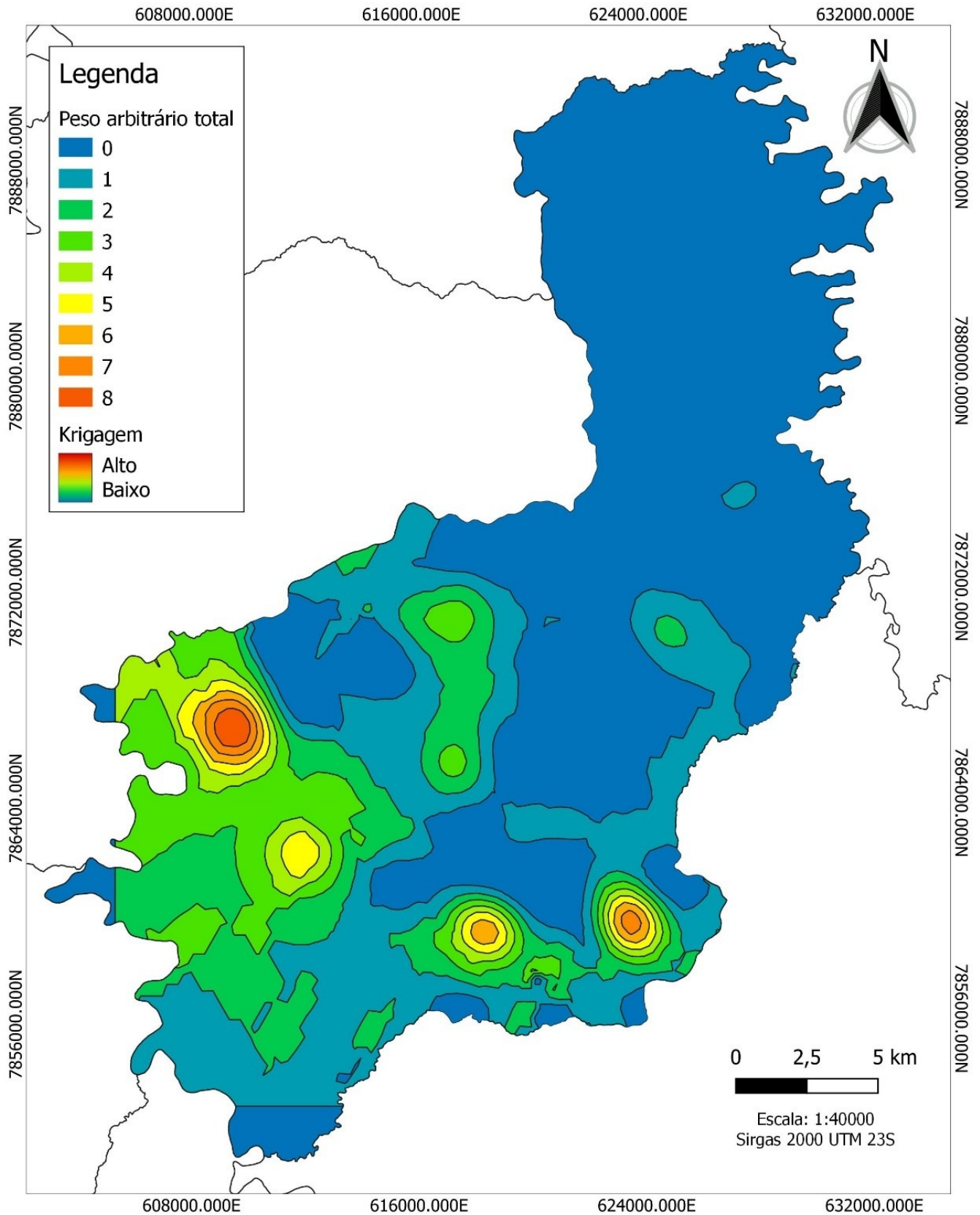


Figura 42. Mapa de risco para transmissão da esquistossomose, estimado por krigagem com peso arbitrário total de dados epidemiológicos humanos, ambientais, e de hospedeiro intermediário no Município de Baldim, Minas Gerais, Brasil. O risco relativo é indicado por um mapa colorido graduado, com áreas vermelhas correspondendo a alto risco e áreas azul-escuras com risco baixo de infecção. Fonte: Elaborado pelo autor.

5.5 Ações Educativas em Saúde

5.5.1 Engajamento das partes interessadas: Avaliação do serviço do PCE em Baldim.

Conforme solicitado pela Coordenação de Vigilância em Saúde, foram reavaliadas as lâminas produzidas do PCE em busca de verminoses intestinais e esquistossomose do período de 2021 e 2022. Dentre as 545 lâminas de KK do ano de 2021, cada uma correspondente a um paciente e inicialmente com resultados negativos, foram identificados 9 casos (1,6%) com alguma infecção. Destes, quatro lâminas apresentaram ovos de *S. mansoni* com baixa carga parasitária (1-2 ovos por lâmina), três lâminas continham ovos de ancilostomídeos, e duas lâminas apresentavam ovos de *Taenia sp.* (ver Anexo X).

Os nove pacientes diagnosticados com parasitos foram prontamente encaminhados para tratamento, conforme as diretrizes do Ministério da Saúde (MS), com um controle de cura realizado três meses após o início do tratamento. No exame de acompanhamento subsequente, um paciente previamente diagnosticado com ovos de *Taenia sp.* foi novamente diagnosticado com a mesma infecção e apresentou co-infecção por *S. mansoni* (ver Figura 43). O ovo foi obtido por técnica de sedimentação espontânea, utilizando material coletado do paciente de Baldim e empregado no treinamento da agente de saúde.

Reconhecendo a importância da capacitação contínua, foram realizados dois treinamentos específicos para a agente de saúde responsável pela leitura das lâminas do PCE, com foco no diagnóstico de esquistossomose e geohelmintoses (Apêndice III). Após a reavaliação das 309 lâminas produzidas em 2022, não foram encontrados resultados positivos, sugerindo uma melhoria no desempenho da agente de saúde após os treinamentos.



Figura 43. Ovo de *Schistosoma mansoni* obtido no material cedido pelo paciente do PCE/Baldim durante o controle pós-tratamento. Este material foi utilizado no treinamento destinado à Agente de Saúde na técnica de sedimentação espontânea com centrifugação (aumento de 40x). Fonte: Fotografia cedida por Dharlilton Soares Gomes.

5.5.2 Ação Educativa Em Saúde

Neste estudo, foi avaliado o conhecimento dos alunos do Ensino Médio das Escolas Estaduais José Ribeiro da Silva e Oscar Arthur Guimarães sobre a esquistossomose antes e depois da apresentação de vídeo sobre a doença. O vídeo incluiu a participação de personalidades locais, profissionais da saúde, políticos e moradores do município, com o propósito de contextualizar a importância do tema e aproximar o conteúdo da realidade dos estudantes (Figura 44).

A versão final do vídeo tem duração de 7 minutos e 24 segundos e está disponível *online* nos seguintes links:

<http://xistose.com/videos/esquistossomose-em-baldim;>

http://xistose.com/ckeditor_assets/attachments/46/EsquistossomoseBaldim.mp4;

Quadro 3 - Ficha técnica da produção audiovisual "A esquistossomose no município de Baldim". Detalhes técnicos e colaboradores envolvidos na produção do vídeo.

Título	A esquistossomose no município de Baldim
Duração	7'24'
Produção	Paulo Ricardo Silva Coelho; Cristiano Lara Massara; Henrique Castanheira; Deborah Aparecida Negrão-Corrêa; Gustavo Batista de Menezes; Stefan Michael Geiger
Roteiro e direção	Paulo Ricardo Silva Coelho; Cristiano Lara Massara; Henrique Castanheira
Assessoria de conteúdos	Stefan Michael Geiger, Cristiano Lara Massara, Deborah Aparecida Negrão-Corrêa;
Imagens adicionais	Henrique Castanheira; Gustavo Batista de Menezes; Pixabay; Xistose.com; G1
Edição	Henrique Castanheira
Apresentador	Paulo Ricardo Silva Coelho

Após a intervenção, houve um aumento notável no conhecimento sobre a transmissão da esquistossomose, com 95,7% dos participantes agora cientes de como a doença é transmitida, em comparação com 58,2% no pré-teste. Além disso, a identificação correta do caramujo como hospedeiro intermediário do parasito causador da doença aumentou de 54,2% para 98,0%. Também observamos uma melhoria na compreensão dos ambientes propícios à presença do caramujo, com a proporção de participantes reconhecendo a água doce como habitat adequado aumentando de 78,1% para 94,4%.

Outro destaque foi o aumento na conscientização sobre a disponibilidade de exames para detecção da esquistossomose, passando de 81,5% para 95,4%. Da mesma forma, a percepção da existência de tratamento para a doença aumentou de 70,8% para 94,0%.

Observou-se que 31,0% dos participantes relataram ter observado caramujos em ambientes específicos, apresentados no vídeo. Quanto à possibilidade de reinfeção após o tratamento, 68,0% dos participantes estavam cientes dessa eventualidade. A prática de batismo em rios ou córregos foi uma experiência relatada por 2,4% dos participantes. Além disso, 21,5% dos alunos afirmaram conhecer alguém que foi batizado em rios ou córregos na região de Baldim.



Figura 44. Entrevistas realizadas com profissionais da saúde e moradores do município de Baldim, Minas Gerais, Brasil, utilizadas na produção de um vídeo educativo sobre esquistossomose. O vídeo oferece informações históricas e detalhadas sobre a doença e suas formas de infecção. Aborda as condições que favorecem sua transmissão no município e descreve o funcionamento do programa local de controle. Além disso, visa criar uma identidade local ao incluir personagens conhecidos da comunidade, facilitando o reconhecimento e a identificação pelos alunos da região. Fonte: arquivo pessoal.

A produção do vídeo teve como objetivo conscientizar os alunos a respeito da esquistossomose para que tivesse maior adesão na realização do exame parasitológico. No entanto, apenas 23,5% (71/301) dos alunos matriculados no ensino médio das duas escolas estaduais aceitaram participar da pesquisa, o que demonstrou uma baixa adesão. Do total de

alunos que realizaram o exame de fezes, o mesmo grupo compôs 32,8% (71/216), o que não corresponde nem à metade do número total.

Tabela 8. Dados dos questionários da ação educativa em saúde, pesquisa sobre esquistossomose e avaliação do vídeo.

Variáveis	Categoria	Pré-teste	Pós-teste
Você já ouviu falar sobre a Xistose na cidade?	Sim	260 (84,4%)	285 (93,1%)
	Não	48 (15,5%)	21 (6,8%)
Você sabe como a xistose é transmitida?	Sim	177 (58,2%)	292 (95,7%)
	Não	78 (25,6%)	3 (0,9%)
	Não lembro	49 (16,1%)	10 (3,2%)
Qual bicho pode transmitir a xistose?	Mosquito	18 (5,9%)	2 (0,6%)
	Barbeiro	9 (2,9%)	0
	Caramujo	166 (54,2%)	302 (98,0%)
	Não lembro	111 (36,2%)	4 (1,2%)
	Carne suína	1 (0,3%)	0
	Bactéria	1 (0,3%)	0
Onde esse bicho que transmite a xistose vive?	Ar	4 (1,3%)	2 (0,6%)
	Água doce	240 (78,1%)	291 (94,4%)
	Terra	12 (4,0%)	7 (2,2%)
	Mar	0	4 (1,2%)
	Não lembro	51 (16,6%)	4 (1,2%)
Tem algum exame que é feito para saber se a pessoa tem xistose?	Sim	247 (81,5%)	292 (95,4%)
	Não	13 (4,2%)	3 (0,9%)
	Não lembro	43 (14,1%)	11 (3,5%)
Se sim, qual material utilizado deve ser examinado?	Sangue	36 (11,7%)	13 (4,2%)
	Urina	16 (5,2%)	9 (2,9%)
	Fezes	128 (41,6%)	266 (86,6%)
	Não sei	123 (40,0%)	19 (6,1%)
	Nenhum	4 (1,3%)	0
Existe tratamento para a xistose?	Sim	216 (70,8%)	281 (94,0%)
	Não	6 (1,9%)	3 (1,0%)
	Não lembro	83 (27,2%)	15 (5,0%)
Você já estudou sobre a esquistossomose (xistose) em sala de aula?	Sim	118 (38,5%)	152 (51,3%)
	Não	90 (29,4%)	66 (22,2%)
	Não sei	98 (32,0%)	78 (26,3%)
Você já observou caramujos nesses ambientes	Sim	-	95 (31,0%)
	Não	-	164 (54,0%)
	Não lembro/Não sei	-	46 (15,0%)
A pessoa infectada, depois de se tratar, pode se infectar novamente?	Sim	-	191 (68,0%)
	Não	-	8 (2,8%)
	Não lembro	-	82 (29,1%)
Você foi batizado em rios ou córregos no município de Baldim?	Sim	-	2 (2,4%)
	Não	-	68 (82,0%)
	Não lembro	-	12 (14,6%)
Você conhece alguém que foi batizado em rios ou córregos em Baldim?	Sim	-	11 (21,5%)
	Não	-	28 (55,0%)
	Não lembro	-	12 (23,5%)

Dos seis alunos positivos para *S. mansoni*, apenas quatro responderam aos questionários do pré e pós-teste. Um deles relatou que seus pais ou irmãos já haviam contraído a doença. No pré-teste, nenhum aluno respondeu de forma satisfatória sobre o que era a esquistossomose (Xistose). Apenas um aluno mencionou a relação entre a água e o caramujo, mas identificou erroneamente a esquistossomose como uma doença bacteriana. Três alunos nunca tinham

ouvido falar que a doença ocorria no município. Todos já sabiam que existe tratamento e que a transmissão se dá pela água, e dois indicaram que é necessário evitar águas contaminadas. No pós-teste, todos identificaram corretamente o caramujo como hospedeiro intermediário e compreenderam que o exame oferecido pelo município é o exame de fezes.

Desses mesmos quatro alunos positivos, em resposta ao questionário sobre a avaliação do vídeo, todos descreveram de forma satisfatória os sinais clínicos da doença, a forma de infecção e identificaram corretamente os locais de coleta dos caramujos. Um desses alunos já havia encontrado caramujos nessas localidades, no entanto nenhum dos alunos frequentam estas áreas. Em resposta à pergunta: "Se você pudesse mudar algo em sua cidade para evitar que as pessoas contraíssem esquistossomose, o que você faria?", dois alunos responderam: "Seria necessário implementar saneamento básico e conscientizar as pessoas" e o outro aluno respondeu "Instalaria tratamento de esgoto".

Após as ações educativas, a E. E. José Ribeiro da Silva convidou a equipe para participar da Mostra Cultural realizada em novembro de 2023. Durante o evento, os estudantes demonstraram talento ao criar e expor pinturas, maquetes e apresentações sobre a esquistossomose. A equipe, composta por membros da UFMG e da Fiocruz, colaborou na elaboração e exposição de conteúdos semelhantes. Essa diversidade de expressões artísticas e científicas enriqueceu significativamente o ambiente da mostra, proporcionando uma reflexão abrangente e sensível sobre o tema (Figura 45).

A mesma turma de alunos do Ensino Médio, acompanhada pela Professora, que apresentou o tema sobre a esquistossomose na Mostra Cultura da Escola Estadual José Ribeiro da Silva e inspirados na produção do vídeo sobre esquistossomose produziu um vídeo intitulado "A Necessidade de Mais Terezas Batistas". Este trabalho explora a temática da desigualdade social e os problemas políticos que afetam diretamente o direito à saúde pública, resultando em desinformação e alienação da população. A produção destaca informações relevantes sobre vacinação e surtos de varíola, contribuindo para a conscientização da comunidade. Este vídeo foi submetido à 12ª Olimpíada Brasileira de Saúde e Meio Ambiente, promovida pela Fundação Oswaldo Cruz, e recebeu o prêmio na categoria Ensino Médio, na modalidade de Produção Audiovisual da Regional Minas-Sul, em outubro de 2024.



Figura 45. Mostra Cultural realizada na E.E. José Ribeiro da Silva, em Baldim, Minas Gerais, com a participação de alunos e docentes, além de representantes da UFMG e da Fiocruz, em novembro de 2023. O evento, aberto à comunidade, incluiu também a visita dos alunos da E.E. Oscar Artur Guimarães. A imagem documenta as atividades do evento, destacando o desempenho dos alunos, que envolveu a pintura do ciclo de *Schistosoma mansoni* nas paredes da escola. Fonte: arquivo pessoal.

RESUMO DOS PRINCIPAIS RESULTADOS

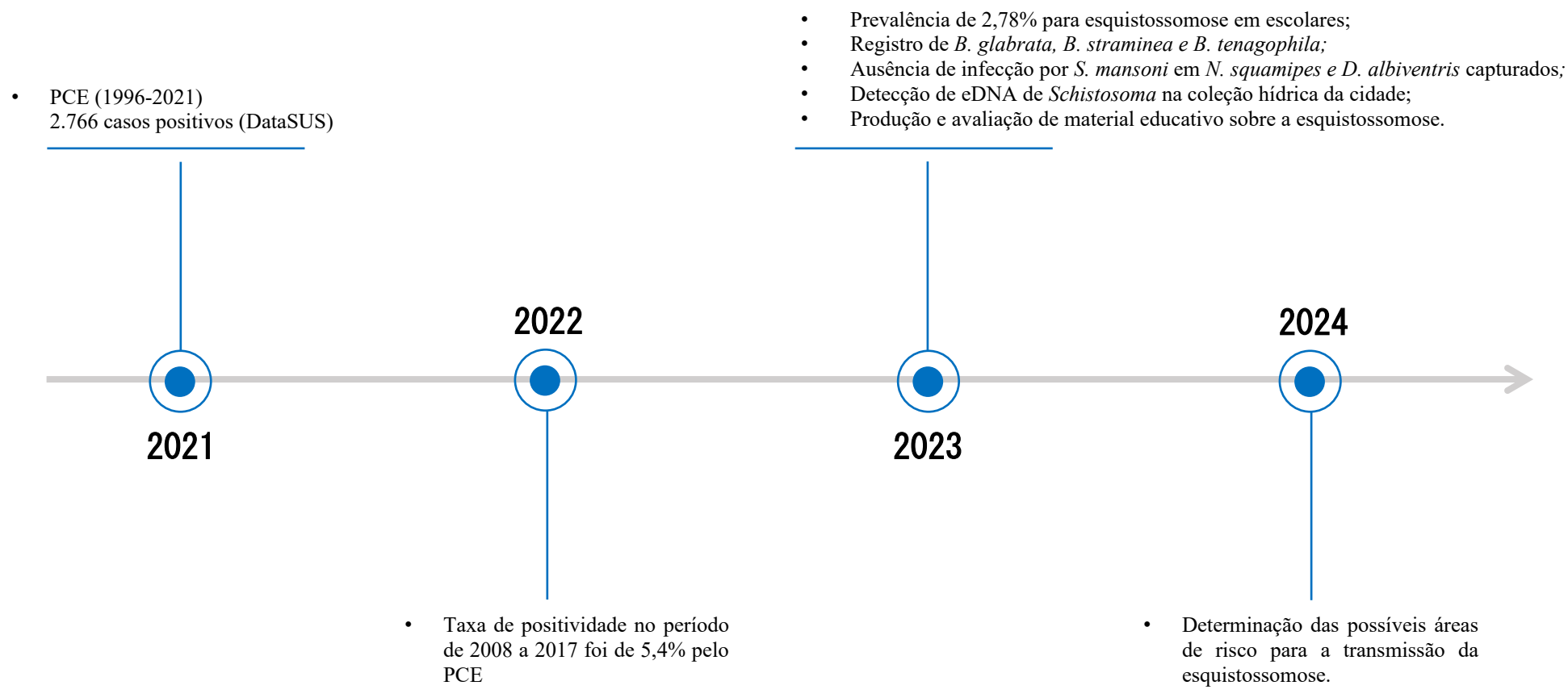


Figura 46. Linha do tempo das pesquisas e intervenções feitas no município de Baldim, Minas Gerais, Brasil, para o controle da esquistossomose entre os anos de 1956 a 1973.
Fonte: autor.

6. DISCUSSÃO

6.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Diante do novo contexto epidemiológico da esquistossomose no Brasil e uma meta de eliminar a esquistossomose como problema de saúde pública até 2030 (WHO, 2020; WHO, 2022), neste trabalho foi estabelecido um estudo epidemiológico na perspectiva *One Health* para apresentar uma análise integrada que fosse capaz de reconhecer a interdependência entre a saúde dos seres humanos, dos animais e do meio ambiente, destacando a necessidade de uma colaboração interdisciplinar e intersetorial para a determinação das áreas de risco em uma área historicamente endêmica para a esquistossomose.

6.2 SAÚDE HUMANA

O estudo realizado em Baldim teve como ponto de partida a histórica relação com a esquistossomose na região, que teve intervenções e pesquisas realizadas há aproximadamente 60 anos, além de contar com um programa de Vigilância e controle ainda ativo. Esse contexto histórico com as estratégias de controle forneceram direcionamento para a investigação atual. Embora a continuidade do PCE tenha contribuído para a redução da prevalência, surgem novos questionamentos relacionados às mudanças nos padrões epidemiológicos e à necessidade de novas estratégias de controle e monitoramento para a eliminação.

A análise epidemiológica da infecção por *S. mansoni* nos escolares de 11 a 17 anos apresentou prevalência de 2,78% utilizando o método KK. Este método, ao empregar seis lâminas de amostras fecais, foi capaz de identificar infecções leves, com menos de 100 ovos por grama de fezes (opg). No entanto, a baixa sensibilidade de KK na detecção de infecções com baixa carga parasitária, especialmente em áreas de baixa prevalência, é bem documentada desde a década de 1990 (De Vlass & Gryseels, 1992; Engels *et al.*, 1996; Kongs *et al.*, 2001; Noya *et al.*, 2006; Enk *et al.*, 2008; Siqueira *et al.*, 2011; Siqueira *et al.*, 2015). Estudos em municípios vizinhos, como Santana do Riacho (0,59%) e Jaboticatubas (3,4%), também indicam uma tendência regional de redução na prevalência da doença (Santos, 2020).

Os resultados obtidos levantam questões relevantes sobre o número de lâminas utilizadas para a detecção de parasitos, especialmente quando se considera o protocolo do PCE, que recomenda a análise de apenas uma ou duas lâminas por paciente (WHO, 1994). Embora tenham sido feitas seis lâminas de KK com uma única amostra fecal, a análise demonstrou que a detecção de casos positivos ocorreu exclusivamente a partir da terceira lâmina e em lâminas subsequentes. Este fato sugere que o número reduzido de lâminas poderia resultar na perda de casos positivos, dado que os pacientes que apresentaram cargas parasitárias baixas foram

identificados apenas em lâminas adicionais. Os resultados de diferentes estudos indicam que a prevalência da infecção pode estar subestimada e a intensidade da infecção superestimada, quando avaliada com base em um único esfregaço de KK (Enk *et al.*, 2008; Oliveira & Magalhães *et al.*, 2018). Isso demonstra a necessidade de revisar as orientações do PCE para áreas de baixa endemicidade, especialmente no que diz respeito ao número de lâminas e amostras fecais a serem examinadas.

A baixa sensibilidade do diagnóstico coproscópico da esquistossomose pode ser atribuída a vários fatores, incluindo a baixa oviposição dos parasitos, que produz cerca de 400 ovos diariamente, dos quais apenas aproximadamente metade é eliminada nas fezes do hospedeiro definitivo (Engels *et al.*, 1996, Utzinger *et al.* 2001). Além disso, a variação na eliminação diária de ovos nas fezes do hospedeiro dificulta a detecção precisa das infecções. Para mitigar essas limitações, uma abordagem comum é aumentar a quantidade de material examinado ou coletar múltiplas amostras de fezes em intervalos curtos. Contudo, a coleta de várias amostras pode resultar em custos operacionais elevados e complicar a logística dos programas de controle (Teles *et al.*, 2002; Enk *et al.*, 2008).

As limitações no diagnóstico podem comprometer o planejamento e a eficácia das estratégias de controle e eliminação da esquistossomose, dado que a estimativa precisa da prevalência local contribui para a eficácia da quimioterapia preventiva em massa, conforme indicado pela OMS (Lo *et al.*, 2022). Embora a ampliação do número de lâminas analisadas possa melhorar a precisão diagnóstica, isso acarreta um aumento no esforço laboratorial e nos riscos associados à técnica (Enk *et al.*, 2008). Diante desse cenário, é imperativo promover o desenvolvimento e o aprimoramento de métodos diagnósticos mais eficazes, que possam oferecer uma detecção mais confiável e menos onerosa. O avanço na metodologia de diagnóstico não apenas aumentaria a precisão das estimativas de prevalência, mas também fortaleceria as intervenções de controle, tornando-as mais adaptadas às realidades epidemiológicas locais (Gomes *et al.*, 2014).

A identificação de infecções em áreas de baixa endemicidade é um desafio contínuo. A literatura aponta uma significativa redução na prevalência e carga parasitária desde a introdução do PECE na década de 1970 (Engels *et al.*, 2002; Lambertucci *et al.*, 2000; Katz, 1998). É crucial estabelecer novos objetivos para aperfeiçoar os programas de controle, que atualmente se concentram na redução da morbidade e no controle da transmissão (WHO, 2002). Determinar a prevalência exata e identificar pacientes assintomáticos em áreas com baixa endemicidade apresenta desafios devido ao elevado número de exames e custos envolvidos. Identificar grupos em condição de vulnerabilidade, como os escolares, considerados de maior risco para a

endemia, é prioritário para a eficácia dos projetos de controle, conforme a OMS (Montresor *et al.*, 2002).

Neste estudo, foi realizado também o teste rápido de detecção de antígeno CCA na urina (POC-CCA), como ferramenta complementar aos métodos parasitológicos para o diagnóstico da esquistossomose. Os testes utilizados foram fornecidos pela Eco Diagnóstica LTDA (Corinto, MG, Brasil), correspondentes aos lotes 170522062 e 201806011. Embora seja reconhecidamente mais sensível que os exames tradicionais, especialmente em áreas de baixa transmissão (Cesari *et al.*, 2005; Grenfell *et al.*, 2014), o teste apresentou limitações relevantes no contexto brasileiro, como a baixa especificidade e a ocorrência de resultados falso-positivos (Coelho *et al.*, 2016; Bezerra *et al.*, 2018; Viana *et al.*, 2019, Oliveira & Magalhães *et al.*, 2018).

Em Baldim, observou-se uma frequência de resultados positivos 5,5 vezes maior no POC-CCA do que no método de KK, sobretudo em casos classificados como "traço". Dos seis escolares diagnosticados com *S. mansoni* pelo método de KK, cinco disponibilizaram amostras de urina para o teste rápido, e quatro deles também foram detectados como positivos no POC-CCA. Diante das limitações do diagnóstico e considerando que os dados obtidos com o POC-CCA não contribuíram de forma objetiva para alcançar o objetivo geral da pesquisa, optou-se por retirar esses resultados da versão final do trabalho.

A diminuição geral na prevalência de esquistossomose e outras verminoses em Baldim pode ser atribuída a melhorias ambientais, ao aumento no acesso à água tratada, a avanços nas condições socioeconômicas e sanitárias, à ampliação da cobertura de redes de esgoto, além da melhoria no acesso ao tratamento. Ademais, o uso indiscriminado de antihelmínticos nos últimos anos, especialmente durante a pandemia, quando a ivermectina foi amplamente utilizada pela população brasileira (Reis *et al.*, 2022), pode também ter influenciado esses resultados. No entanto, ainda são necessários mais estudos que explorem os efeitos do uso indiscriminado dessa medicação nas infecções parasitárias por helmintos (Bitterman *et al.*, 2022; Wang *et al.*, 2012).

Apesar disso, a persistência de fatores como a inadequação da rede de saneamento e práticas associadas à infecção continua a influenciar a endemia. Atividades laborais e recreativas em áreas de risco ainda estão associadas à esquistossomose. Compreender os aspectos socioeconômicos, hábitos da população e características biológicas e ecológicas locais são essenciais para desenvolver estratégias de controle mais eficazes e adaptadas às condições locais, promovendo uma redução significativa da doença (Calasans *et al.*, 2018).

Entre 1996 e 2020, no município de Baldim, foram registradas 42 mortes por Doenças Relacionadas ao Saneamento Inadequado (DRSAI), com três óbitos ocorrendo apenas em 2020

(DataSUS/SIM). Apesar dessa situação alarmante, o município ainda não conta com uma estação de tratamento de esgoto (conforme dados do IBGE, 2020, e informação do Prefeito Fabricio Magalhães, comunicação pessoal). No entanto, Baldim conta com um Plano Diretor de Recursos Hídricos (PDRH) do Rio das Velhas, que inclui diretrizes para o Plano Municipal de Saneamento Básico, que aguarda implementação.

Por fim, o estudo analisou o ambiente doméstico e a qualidade da água que chega a residência dos alunos, evidenciando que a principal fonte de abastecimento é proveniente da COPASA, seguida por poços artesianos. Quase todas as casas tem caixa d'água e banheiro privado, e a maioria está conectada à rede pública de esgoto, que não é tratado. As principais atividades laborais e recreativas realizadas em corpos d'água incluem lavar veículos e nadar, o que indica que, atualmente, os maiores riscos de contrair esquistossomose estão mais associados a fins recreativos e/ou lazer.

6.3 SAÚDE ANIMAL - MALACOLOGIA

O levantamento de hospedeiros intermediários é uma importante variável para a vigilância da esquistossomose, pois permite a identificação de áreas de risco e a compreensão da dinâmica de transmissão do parasito *S. mansoni* (Gomes *et al.*, 2022). Nas campanhas realizadas, o gênero *Biomphalaria* foi encontrado em 9 de 10 pontos amostrados nas duas principais bacias hidrográficas, o que destaca a ampla distribuição do espécime no município (Katz *et al.*, 1970).

Os pontos amostrais com caramujos do gênero *Biomphalaria* são conhecidos como áreas de transmissão de *S. mansoni* (Coelho *et al.*, 2021; Milward-de-Andrade *et al.*, 1978). Entre 2002 e 2003, a equipe de malacologia médica do IRR coletou, em Baldim, exemplares de *B. glabrata* e *B. straminea*, identificando a infecção de *B. glabrata* por *S. mansoni* no local denominado, no nosso estudo, como Ponto 5. Isso reforça a importância dessas áreas como focos de transmissão do parasito. No entanto, nas seis campanhas realizadas neste estudo, não foram detectadas infecções por *S. mansoni*, o que contrasta com os dados das décadas de 1970 e 1980, quando a taxa de infecção dos caramujos era de 15,0% (Katz *et al.*, 1970; Katz, 1980b).

Devido à ausência de evidências de infecção por *S. mansoni* em *B. straminea* provenientes de Baldim, Souza *et al.* (1983) realizaram infecções experimentais com diferentes cepas (LE, SJ e AL), apresentando taxas de infecção que variaram de 9,0% a 24,0%. Dos 167 *B. straminea* coletados no município para servirem de matriz e formarem a geração F1, nenhum

estava infectado, embora Katz (1980) indicasse uma prevalência de esquistossomose em torno de 50,0% na população.

As análises destinadas à obtenção de cercárias de *S. mansoni* concentram-se na fotoestimulação (Brasil, 2008). No entanto, abordagens moleculares possibilitam a detecção de *S. mansoni* em moluscos no estágio pré-patente da infecção, o que é crucial para a vigilância epidemiológica, especialmente em áreas de baixa endemicidade, que, por meio da técnica tradicional, pode apresentar a falsa impressão de que a transmissão é reduzida ou inexistente (Hamburger, 2020). Embora os métodos moleculares baseados em PCR sejam eficazes para identificar infecções nesse estágio, sua aplicação em laboratórios com infraestrutura limitada não é recomendada, uma vez que esses métodos requerem equipamentos que aumentam significativamente o custo por amostra (Li *et al.*, 2021). A ausência da aplicação de biologia molecular para a detecção de *S. mansoni* em *Biomphalaria* constituiu uma limitação do presente estudo.

As espécies de *Biomphalaria* identificadas foram confirmadas por morfologia e biologia molecular. No entanto, a técnica de PCR-RFLP foi aplicada a uma fração dos indivíduos coletados por ponto amostral. Dada a similaridade morfológica entre as espécies do gênero, essa técnica é crucial para uma diferenciação precisa (Vidigal *et al.*, 2000 e Caldeira *et al.*, 2016). A aplicação limitada de PCR-RFLP pode não ter capturado toda a variação genética, essencial para entender a dinâmica populacional e a eficácia das estratégias de controle. Estudos futuros devem ampliar a amostragem e utilizar técnicas moleculares complementares para uma compreensão mais detalhada da diversidade de *Biomphalaria* em áreas endêmicas.

A detecção de *B. tenagophila* em Baldim constituiu um novo registro para a vigilância epidemiológica da esquistossomose na região. *Biomphalaria tenagophila* apresenta evidências de sua relevância na transmissão da esquistossomose em várias regiões do Brasil, incluindo São Paulo (Paraense & Deslandes, 1956; Ramos *et al.*, 1961; Chieff & Waldman, 1988), Rio de Janeiro (Baptista *et al.*, 1989) e Minas Gerais (Melo & Pereira, 1985; Carvalho *et al.*, 1985; Silva *et al.*, 1994). A presença da espécie no município de Baldim amplia o conhecimento sobre sua distribuição geográfica, mas também reforça a necessidade de coletas mais abrangentes.

Em 1981, foram encontrados exemplares de *B. tenagophila* infectados por *S. mansoni* no Córrego do Guia em Jaboticatubas, marcando o primeiro registro dessa espécie naturalmente infectada em Minas Gerais (Melo & Pereira, 1985). Apesar da distância de 50 km de Baldim, esse registro inicial reforça a necessidade de monitoramento da colonização de novas áreas dos hospedeiros intermediários e do mapeamento mais detalhado da distribuição, conforme as últimas atualizações (Carvalho *et al.*, 2018; Carvalho *et al.*, 2020)

Diante da identificação dos hospedeiros intermediários, surgem oportunidades para o controle desses organismos. Em Baldim, tentativas alternativas, incluindo a aplicação do moluscicidas foi um dos recursos para o controle de caramujos *Biomphalaria*. No entanto ao longo das pesquisas laboratoriais e em campo foram observadas que estas ações não alcançaram o sucesso para o controle da esquistossomose. Vários estudos realizados com o uso de niclosamida no Brasil demonstraram limitações biológicas e técnicas que inviabilizaram a continuidade do seu uso como, por exemplo, à rápida recolonização de *Biomphalaria* após a aplicação, a falta de seletividade da niclosamida por poder impactar negativamente a biodiversidade local, além de restrições ambientais e regulatórias (Coelho & Caldeira, 2016; Coelho *et al.*, 2022). Embora recomendada pela OMS e eficaz em outras regiões, como Ásia e África, a eficácia da niclosamida no Brasil é afetada pela adaptação local das espécies e pelas características dos ecossistemas aquáticos brasileiros (WHO, 2017; Utzinger *et al.*, 2011). Desenvolver moluscicidas mais específicos e menos impactantes é crucial para estratégias de controle sustentáveis, preservando a biodiversidade (Coelho & Caldeira, 2016; Coelho *et al.*, 2022).

No contexto das intervenções ambientais realizadas no município para o controle da esquistossomose, destacam-se o uso de Niclosamida e a introdução da espécie *Pomacea haustorium* como agentes de controle biológico de *Biomphalaria* (Milward-de-Andrade *et al.*, 1979; Guimarães, 1983). No entanto, nenhuma das intervenções alcançou os resultados esperados. Observou-se que as populações de *Pomacea* permaneceram nas mesmas áreas de introdução, compartilhando o ambiente com *Biomphalaria*. A identificação das espécies do gênero *Pomacea* em Baldim foi realizada por meio de análises morfológicas e moleculares, confirmando a presença de *Pomacea maculata* e esclarecendo a dúvida sobre a possível presença de *Pomacea haustorium*. Os resultados e discussões sobre este tópico estão detalhados no manuscrito em (Apêndice IV), e essa questão foi também abordada pelo nosso grupo de pesquisa em uma investigação realizada na Lagoa da Pampulha (Coelho *et al.*, 2024).

Entre as espécies coletadas no município, destacam-se os moluscos prosobrânquios, *M. tuberculata* e *P. maculata*. Esses gastrópodes têm sido amplamente estudados em relação à competição com *Biomphalaria* e ao potencial para controle biológico da transmissão do parasito causador da esquistossomose (Paulinyi & Paulini, 1971, 1972; Milward-de-Andrade *et al.*, 1979; Guimarães, 1981, 1983; Freitas *et al.*, 1987; Freitas & Santos, 1995; Friani *et al.*, 2023). A espécie *M. tuberculata*, uma espécie exótica documentada no Brasil, foi estudada como potencial controle de *Biomphalaria*, mas mostrou baixa eficácia (Friani *et al.*, 2023). Originária da África e Ásia, *M. tuberculata* é considerada invasora e adaptável a diversas condições

ambientais (Guimarães *et al.*, 2001; Giovanelli *et al.*, 2002). Este foi o primeiro registro do molusco no município de Baldim, embora a sua ocorrência já tenha sido documentada na região metropolitana de Belo Horizonte desde a década de 80 (Carvalho *et al.*, 1986).

Diante da relevância destas informações, uma prática importante na pesquisa que auxilia na identificação da biodiversidade local e na correção de equívocos na classificação de espécies é o depósito de exemplares em coleções científicas. A preservação desses espécimes permite a comparação entre diferentes períodos, facilitando o monitoramento de eventuais alterações na distribuição e nas características das espécies ao longo do tempo. Um exemplo disso foi a introdução, em 1972, de *Pomacea* e a invasão de *M. tuberculata* em Baldim, cuja ausência do espécime tipo - tanto das espécies nativas quanto da espécie introduzida - em coleções limitou nossa compreensão sobre elas e seu impacto no ecossistema local.

Além dos estudos sobre a esquistossomose, a análise das outras espécies de moluscos e dos trematódeos associados enriquece o conhecimento sobre a biodiversidade local e aprimora a compreensão das interações e ciclos biológicos ainda não totalmente elucidados. O artigo (Apêndice V), que faz parte dos achados em Baldim, apresenta o primeiro registro do caramujo *Idiopyrgus souleyetianus* como hospedeiro intermediário do parasito da família Opisthorchiidae, *Amphimerus* sp., no Brasil. Esta espécie é distinta das anteriormente registradas em humanos no Equador e abre a discussão sobre a possível ocorrência de Anfimeríase humana no país (Coelho *et al.*, 2024).

Em Baldim, o controle de caramujos pode ser uma alternativa a ser avaliada em ambientes específicos para a eliminação da esquistossomose, considerando que a agricultura é uma das principais atividades econômicas do município. Estudos indicam resultados promissores, sem impactos adversos significativos ao meio ambiente, especialmente no que diz respeito à remoção de plantas aquáticas (Boelee *et al.*, 2004). No entanto, essa alternativa é onerosa e ainda carece de estudos que comprovem a sustentabilidade do controle a longo prazo.

Outras abordagens, que ainda estão em fase de pesquisa, apresentam grande potencial, como a utilização de agentes microbianos que atuam como disruptores fisiológicos e agentes reprodutivos ou epigenéticos. Esses agentes podem ser empregados para alterar a dinâmica da interação entre *Biomphalaria* e *Schistosoma*. Essa estratégia pode revelar potenciais agentes de controle biológico ou outros produtos microbianos que contribuam para a redução da carga parasitária dos vetores da esquistossomose, permitindo um controle sustentável da transmissão (Friani *et al.*, 2023).

6.4 Saúde animal - Roedores

Durante duas campanhas realizadas em Baldim em 2023, não foram encontradas infecções por *S. mansoni* nos 16 roedores necropsiados, nem ovos do parasito nas fezes dos marsupiais *D. albiventris* e nas fezes de *N. squamipes* prenhas e soltas. Uma pesquisa de mestrado realizada no Programa de Pós-Graduação em Parasitologia do ICB/UFMG, conduzida por Antunes (1971), revelou a taxa de 33,0% de infecção por *S. mansoni* em *N. squamipes* em Baldim, o que motivou uma investigação mais detalhada sobre o papel atual dos roedores silvestres na manutenção do ciclo do parasito.

Diversos estudos (Antunes, 1971; Borda, 1972; Picot, 1992; Théron *et al.*, 1992; Rey, 1993; Maldonado Jr. *et al.*, 1994; Ribeiro *et al.*, 1998; Miranda *et al.*, 2017; Catalano *et al.*, 2018; Gentile *et al.*, 2010) indicam que roedores silvestres podem ser naturalmente infectados por *S. mansoni*, o que pode comprometer a eficácia das estratégias de controle da esquistossomose. Esses roedores demonstraram forte adaptação ao parasitismo, (Antunes, 1972; Silva; Andrade, 1989; Maldonado-Junior *et al.*, 2006; Amaral *et al.*, 2016; Miranda *et al.*, 2019) podem excretar grandes quantidades de ovos viáveis em suas fezes (Piva, 1966; Picot, 1992; Souza *et al.*, 1992) e apresentar baixa patogenicidade com mínima agressão tecidual (Silva & Andrade, 1989). Em condições controladas, Antunes (1971) utilizou *N. squamipes* infectados por *S. mansoni* provenientes de Baldim para avaliar a suscetibilidade de *B. glabrata* e *N. squamipes*, resultando em 100% de suscetibilidade.

Embora em algumas áreas do Brasil a infecção possa ser recorrente, indicando uma possível manutenção do ciclo do parasito em humanos e pequenos animais silvestres (D'Andrea *et al.*, 2000; Gentile *et al.*, 2012), a infecção de *Nectomys* e *Holochilus*, por *S. mansoni* é rara, ocorrendo principalmente em áreas com altos níveis de transmissão. Em regiões de alta prevalência, a infecção humana exerce grande influência na transmissão do parasito aos hospedeiros intermediários (Rey, 1993; Miranda *et al.*, 2017), e a participação dos roedores pode potencializar a disseminação do parasito. Com isso, observa-se que a manutenção do ciclo de *S. mansoni* por pequenos mamíferos aparentemente não ocorre mais em Baldim. No entanto, são necessários mais estudos para identificar se há um real papel desse roedor no ciclo de *S. mansoni* em áreas endêmicas com diferentes prevalências e cargas parasitárias, ou se a infecção observada nesses pequenos roedores silvestres se refere a outra espécie ou população que não é recorrente em humanos, conforme evidenciado em estudos realizados na África (Léger *et al.*, 2020).

Os resultados obtidos revelaram uma diversidade limitada de espécies de pequenos mamíferos silvestres capturados no município de Baldim, sendo identificadas apenas

N. squamipes e *D. albiventris*. Esse número é inferior ao encontrado em outros estudos realizados em áreas da Mata Atlântica, onde a riqueza de espécies varia entre 8 e 23 (Pardini e Umetisu, 2006). Um fator significativo que influencia tanto a riqueza quanto a composição das espécies é o efeito de borda, que pode alterar o microclima dos fragmentos de habitat (Ewers & Didham, 2006), além das características dos ambientes aquáticos avaliados, classificados como levemente ou altamente impactados.

Nectomys squamipes habita riachos, lagoas, pântanos e florestas úmidas da América do Sul. No Brasil, o roedor ocorre em florestas tropicais perenes inundáveis (várzeas), não inundáveis (terra firme) e em áreas de cerrado (Alho, 1982). Esse roedor é um nadador habilidoso (Moojen, 1952) e apresenta adaptações à vida semi-aquática, como membranas interdigitais nos pés traseiros, pelagem densa e uma cauda longa com pelos esparsos na parte superior e rígidos na inferior (Hershkovitz, 1944, 1948). Sua dieta inclui fungos, vegetais, frutos, sementes, invertebrados (caracóis e artrópodes) e vertebrados (Alho, 1981; Crespo, 1982). O único estudo ecológico de *N. squamipes* registrou sua captura exclusivamente em áreas inundadas de florestas de galeria, com agregação durante as estações seca e chuvosa (Paula, 1983). Além dessas observações e de várias listas de parasitos (Martins, Martins e Brito, 1955; Lainson e Shaw, 1969 e Ernest & Mares 1986), pouco se conhece sobre sua ecologia e comportamento.

Entre os helmintos obtidos em *N. squamipes*, vale destacar o parasito *Echinostoma paraensei* que são helmintos com potencial zoonótico, frequentemente encontrados em hospedeiros intermediários e definitivos variados. Estes trematódeos são conhecidos por causar infecções intestinais em diversos mamíferos, incluindo humanos que atuam como hospedeiros definitivos, enquanto os moluscos servem como hospedeiros intermediários. Os trabalhos realizados por Maldonado Jr. *et al.* (2001a, b, c) proporcionaram avanços significativos no entendimento de *Echinostoma* no Brasil. Dentre as principais contribuições, destaca-se a identificação de *N. squamipes* como hospedeiro natural de *E. paraensei*, reportada no município de Sumidouro, no Estado do Rio de Janeiro (Maldonado Jr. *et al.* 2001a). Em uma pesquisa subsequente, foram investigados aspectos biológicos dos espécimes recém-coletados, além da suscetibilidade de moluscos simpátricos como hospedeiros intermediários e de outros roedores como hospedeiros vertebrados definitivos (Maldonado Jr. *et al.*, 2001b). No mesmo ano, outro estudo conduzido por Maldonado Jr. *et al.* (2001c) analisou os efeitos antagônicos da co-infecção entre *E. paraensei* e *S. mansoni* em *N. squamipes*, evidenciando que *E. paraensei* regula a intensidade do parasitismo provocado por *S. mansoni*. Ao longo de mais de um século

de pesquisa, mais de 25 espécies do gênero *Echinostoma* foram reportadas no Brasil (Valadão *et al.*, 2023).

Em relação ao gênero *Amphimerus*, da família Opisthorchiidae, que inclui trematódeos transmitidos por peixes, apenas um exemplar foi obtido, o que limitou a identificação ao nível de gênero. Esses parasitos são conhecidos por causar doenças hepáticas em humanos, especialmente na Ásia, onde estima-se que 45 milhões de pessoas estejam infectadas, com mais de 600 milhões vivendo em áreas de risco para *Clonorchis sinensis* e *Opisthorchis* spp. (Keiser; Utzinger, 2005; Saijuntha *et al.*, 2019). As infecções podem causar morbidade significativa e, em casos graves, mortalidade, principalmente devido à sua associação com o colangiocarcinoma (Calvopiña *et al.*, 2011). Embora sejam endêmicos na Ásia, a globalização, o aumento do consumo de peixe cru e a introdução de vetores em novas regiões sugerem que essas infecções podem surgir ou ser negligenciadas em outros continentes (Pinto *et al.*, 2021). Fora da Ásia, um foco de infecção por trematódeos hepáticos transmitidos por peixes foi identificado no Equador desde o século XX, causado por *Amphimerus* sp., posteriormente sugerido como *Amphimerus lancea*. A anfimerose humana permanece, até o momento, restrita às províncias de Manabi e Esmeraldas (Calvopiña *et al.*, 2011; Calvopiña *et al.*, 2015). Novos dados epidemiológicos indicam vertebrados não humanos como hospedeiros definitivos, com peixes e moluscos atuando como hospedeiros intermediários. No entanto, ainda são escassos os estudos sobre o ciclo de vida desses parasitos em outros países da América do Sul (Coelho *et al.*, 2024).

A respeito dos gambás (*D. albiventris*), devido à sua alimentação frugívora/onívora e ao seu comportamento oportunista, adaptam-se com facilidade a diferentes ambientes, apresentando alta sinantropia ao coexistirem com os humanos tanto em áreas rurais quanto urbanas, onde sua frequência tem aumentado (Castro *et al.*, 2017; Teodoro *et al.*, 2019). Essas características, aliadas ao uso generalista do habitat (Junior & Leite, 2007), resultam em populações abundantes, especialmente em locais próximos a habitações humanas (Gentile *et al.*, 2000; Cerqueira e Tribe, 2007). No presente estudo os *D. albiventris* coletados e soltos foram encontrados parasitados com helmintos pertencentes aos grupos *Diplostomidae*, *Ascaridida* e *Strongylidae*, com a identificação restrita aos ovos dos parasitos, embora algumas larvas ainda necessitem ser analisadas para um melhor detalhamento. Embora a ocorrência de *S. mansoni* em espécies do gênero *Didelphis* tenha sido reportada em poucas ocasiões, e mais especificamente em *D. albiventris* (Kawazoe *et al.*, 1978; Coelho *et al.*, 1979), a necropsia dos gambás se apresenta como o método mais eficaz para detectar essa infecção em áreas de baixa prevalência.

Na primeira campanha, realizada em abril de 2023, foram utilizadas armadilhas do tipo Sherman (com dimensões de 8 x 8 x 26 cm), com uma armadilha posicionada em cada estação, totalizando 5 armadilhas por parcela e 35 armadilhas no total. No entanto, não foi capturado nenhum pequeno mamífero silvestre, evidenciando um baixo desempenho na captura. Por esse motivo, para otimizar a logística de coleta, decidiu-se não utilizar essas armadilhas na segunda campanha.

6.5 SAÚDE AMBIENTAL

A partir dos pontos de coleta malacológica, realizou-se a caracterização dos ambientes aquáticos com o intuito de avaliar os impactos causados por atividades antrópicas. Por se tratar de uma doença relacionada à falta de saneamento básico, os pontos de coleta apresentaram certo viés metodológico, por estarem localizados próximos a residências, o que os torna áreas geralmente degradadas ou impactadas por ações humanas.

Os achados deste estudo indicam que a densidade de moluscos do gênero *Biomphalaria* é diretamente influenciada pelo aumento do volume de chuvas. Esse resultado alinha-se com as observações de Calasans *et al.* (2018), que relataram uma correlação negativa entre a abundância de *Biomphalaria* spp. e a precipitação, além de aumento nas taxas de infecção durante o período chuvoso.

A avaliação da diversidade dos habitats é crucial para compreender os impactos das atividades humanas em diferentes trechos das bacias hidrográficas. Essa avaliação é uma ferramenta valiosa para monitorar e gerenciar a saúde ambiental, fornecendo evidências sobre como as mudanças no ambiente afetam a propagação de doenças (Galdean *et al.*, 2000; Callisto *et al.*, 2001). No município de Baldim, a aplicação do protocolo de avaliação permitiu classificar os locais de coleta em três categorias: naturais, alterados e impactados. Os resultados indicaram que todos os locais analisados estavam alterados, sem a presença de trechos em estado natural. Isso reflete o crescimento desordenado típico de muitos municípios brasileiros (Cabral; Cândido, 2019), o que está fortemente relacionado com a degradação ambiental e a prevalência de doenças (Sperandio *et al.*, 2016).

A correlação entre a presença de moluscos e os trechos impactados e alterados pela atividade humana não foi confirmada pelo protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats. No entanto, estudos realizados por Souza *et al.* (2006, 2008 e 2010) em levantamentos malacológicos realizados nos municípios de Mariana/MG, Jaboaão dos Guararapes e Goiana/PE, confirmaram esta correlação entre a presença de moluscos infectados e os trechos impactados.

Os resultados dos estudos sobre saúde animal e saúde ambiental refletem as condições dos diversos ambientes investigados. A presença de *eDNA* de *S. mansoni* foi confirmada exclusivamente no ponto 9, que se destacou por um ambiente altamente impactado, caracterizado pelo despejo de esgoto, grande abundância de caramujos e histórica associação com a transmissão de esquistossomose.

Sobre a análise microbiológica, todos os ambientes que apresentaram *Biomphalaria* foram identificados como contaminados por *E. coli*. Para analisar a qualidade microbiológica da água, os microrganismos foram utilizados como indicadores de contaminação fecal, conforme orientações da American Public Health Association (APHA, 2012). A presença de *E. coli* sugere a possível existência de outros patógenos transmitidos pela água; contudo, não há uma correlação direta entre a quantidade de bactérias indicadoras e a real presença de patógenos entéricos, como ovos de *S. mansoni* ou miracídeos. De acordo com a OMS (2011), *E. coli* é considerado o principal indicador de contaminação fecal em amostras de água, relacionado diretamente à presença de fezes e à contaminação recente de corpos d'água, sendo detectável com baixo custo. Assim, a presença de bactérias em ambientes aquáticos pode estar associada ao lançamento de esgoto doméstico ou à presença de fezes de animais homeotérmicos. Em outras regiões endêmicas do Nordeste brasileiro, resultados semelhantes foram encontrados, evidenciando a necessidade de aprimoramento dos sistemas de saneamento básico nesses municípios (Bezerra *et al.*, 2018).

Para a efetivação dessa estratégia, são necessárias intervenções integradas e abrangentes. A gestão adequada dos recursos hídricos é essencial, com destaque para a implementação de medidas eficazes de saneamento básico e o tratamento adequado de águas residuais, visando mitigar a contaminação dos corpos d'água por fezes humanas — principal via de transmissão da esquistossomose. Além disso, o controle e o monitoramento dos caramujos hospedeiros intermediários devem ser fortalecidos, por meio de estratégias como a modificação dos habitats, com o objetivo de reduzir a proliferação desses moluscos.

Esses dados destacam a importância de análise abrangente para avaliar a qualidade ambiental. A constante detecção de *E. coli* não fornece uma visão diferenciada do impacto, mas a detecção de *eDNA* e a variação na concentração de *Biomphalaria*, oferece um panorama mais claro das condições ambientais e da saúde dos ecossistemas estudados.

6.6 ANÁLISES ESPACIAIS

A pesquisa realizada examinou fatores importantes para identificar áreas de risco de transmissão da esquistossomose, incluindo dados sobre saúde humana, saúde animal e saúde

ambiental. A integração dessas informações possibilitou a elaboração de cenários preditivos, com o mapa e krigagem, que podem identificar áreas com maior risco ambiental, um enfoque ainda pouco explorado em regiões endêmicas do Brasil.

A concentração de casos diagnosticados pelo PCE está diretamente relacionada à residência dos casos e esquistossomose entre 2008 e 2017. Isso permite o trabalho com pessoas em situação de risco, embora não necessariamente aborde as áreas de transmissão. Essa distribuição possibilitou a avaliação do risco por meio do método Kernel e da análise de elipses, que se mostraram adequados para a dispersão dos dados. Entretanto, é importante direcionar a análise para compreender o acesso que esses pacientes têm à água, promovendo a saúde além do tratamento.

Adicionalmente, foram analisadas diversas variáveis que possibilitaram inferir sobre as áreas de transmissão, com base em dados de saúde humana, saúde animal e saúde ambiental. Embora a concentração de casos tenha permanecido nas áreas urbanas, a distribuição de *Biomphalaria* mostrou-se associada a esses ambientes, o que influenciou de forma limitada o modelo espacial utilizado.

Entre as limitações do estudo, destacam-se o uso de dados secundários que não foram coletados especificamente para esta pesquisa e a falta de informações em 2010. A indisponibilidade de dados sobre o número de exames realizados com a técnica de KK impossibilitou o cálculo do percentual de positividade por localidade. Além disso, a agregação de dados pode ter ocultado a real localização da ocorrência da doença nas áreas urbanizadas.

No contexto de pesquisas similares, Gomes *et al.* (2018), trabalhando em Pernambuco, também agruparam pontos amostrais a uma distância de 1 km, identificando quatro focos de transmissão da esquistossomose e cinquenta e quatro focos potenciais. Em outro estudo na área urbana de Belém, Goveia e colaboradores (2019) utilizaram um método adaptativo em presença de moluscos positivos para *S. mansoni*, demonstrando diferentes abordagens para caracterizar áreas de risco de acordo com o perfil epidemiológico.

Além disso, Guimarães *et al.* (2009) aplicaram a Krigagem para prever a distribuição de *Biomphalaria* em cinco municípios da bacia do Rio São Francisco, corroborando os resultados com coletas malacológicas. Entretanto, Guimarães *et al.* (2012) não previram a presença de três hospedeiros intermediários da endemia, em Baldim, evidenciando a necessidade de mais levantamentos malacológicos *in loco* para compreender a dinâmica das populações nos diferentes municípios.

Embora a Krigagem generalize a distribuição potencial sem considerar regiões não amostradas, ela se apresenta como uma ferramenta complementar na elaboração de mapas que

auxiliam o trabalho de campo, indicando locais com maior probabilidade de ocorrência de transmissão de *S. mansoni* (Coelho *et al.*, 2020). A espacialização das comunidades diagnosticadas pelo PCE no município de Baldim permitiu identificar a concentração de casos de esquistossomose ao longo de um período de dez anos em diferentes localidades.

Neste contexto, a implementação do georreferenciamento das residências e dos moradores torna-se necessária para uma gestão eficaz da saúde pública, especialmente em municípios rurais como Baldim. Embora essa prática não seja uma atribuição direta dos agentes de saúde, sua sugestão poderia ser considerada, dado o acesso que esses profissionais têm às residências. O mapeamento detalhado facilita a identificação de áreas de maior risco para doenças endêmicas, como a esquistossomose, permitindo uma alocação mais eficiente de recursos e uma priorização eficaz das ações de controle.

Em Baldim, a falta de rastreabilidade dos moradores limitou a criação de um mapa de risco preciso, dificultando a identificação de padrões epidemiológicos entre os distritos. O georreferenciamento pode fornecer uma base sólida para intervenções direcionadas e uma resposta mais ágil a surtos.

A presença do epidemiologista é, portanto, necessária para otimizar recursos e estratégias de saúde pública em áreas endêmicas. Este profissional pode realizar análises técnicas detalhadas e promover abordagens estratégicas sob a perspectiva *One Health* (Ramalho-Santos; Horta (2023). Considerando a novidade dessa abordagem e a escassez de profissionais que integrem os diversos setores, o epidemiologista deve organizar reuniões municipais para facilitar a coordenação entre as dimensões humana, animal e ambiental na gestão de saúde.

A abordagem *One Health*, anteriormente denominada "Saúde Única", foi recentemente renomeada pelo Ministério da Saúde como "Uma Só Saúde", conforme o Decreto N° 12.007, de abril de 2024, que institui o Comitê Técnico Interinstitucional de Uma Só Saúde, formalizando a mudança na terminologia. Em razão dessa atualização recente, foi adotada a terminologia internacional.

Entretanto, a adoção da abordagem *One Health* enfrenta desafios significativos, especialmente a falta de diálogo e coordenação entre as diferentes áreas do setor público e os profissionais de saúde. A fragmentação das responsabilidades e a ausência de mecanismos eficazes de comunicação dificultam a implementação de estratégias integradas, importantes para abordar de forma holística os problemas de saúde pública. Em municípios como Baldim, onde a abordagem ainda não é amplamente adotada, o papel do epidemiologista torna-se

estratégico para fomentar a integração intersetorial, contribuindo para a superação de barreiras e o aprimoramento da eficácia das ações em saúde.

Por fim, destaca-se a importância de uma abordagem integrada e colaborativa para enfrentar os desafios da esquistossomose, alinhando esforços e recursos para eliminar a doença como problema de saúde pública até 2030. Neste sentido, os dados estão sendo preparados para discussão com a população e a Prefeitura, visando um planejamento de melhorias ambientais. As autoridades locais mostraram-se receptivas ao trabalho.

6.7 AÇÕES DE EDUCAÇÃO EM SAÚDE

Embora o município possua um serviço ativo para o diagnóstico da esquistossomose, identificou-se a necessidade de atualizar a agente do PCE para a identificação mais assertiva dos pacientes positivos. A falta de treinamento para o diagnóstico de outras verminoses constitui uma lacuna significativa que merece atenção. Portanto, é imperativo que a qualificação dos profissionais do PCE seja incentivada e ampliada para abranger outras doenças parasitárias, visando aprimorar a capacidade de resposta diante dos desafios relacionados à saúde pública no município.

A respeito do trabalho realizado nas escolas, a elaboração do vídeo teve como objetivo criar um material educativo sobre a esquistossomose, visando alcançar alunos do Ensino Médio, que geralmente apresentam uma menor adesão aos exames parasitológicos em pesquisas epidemiológicas Favre *et al.* (2021). Para tanto, foram considerados os conhecimentos, atitudes, comportamentos e crenças da população, a fim de estabelecer referenciais de linguagem e comunicação mais adequados, conforme recomendado por Schall, 1989; Schall & Diniz, 2001; Luz *et al.*, 2003; França *et al.*, 2011).

A entrevista com a população conferiu identidade e representação social ao vídeo. Embora a adesão entre os alunos do Ensino Médio tenha sido baixa, observou-se que a apresentação do vídeo e a realização de exames parasitológicos nas escolas estimularam os alunos a se organizarem em torno de uma construção coletiva e participativa do saber. Essa iniciativa culminou na participação deles na amostra cultural, onde desenvolveram habilidades de oratória e artes, por meio da pintura do ciclo de *S. mansoni*, e na Olimpíada Científica da Fiocruz, com a elaboração de um vídeo abordando problemas sociais e outras doenças infecciosas.

Embora a pesquisa de Garcia (1971) no município de Baldim incluísse a investigação e a intervenção por meio da educação sanitária, o trabalho restringiu-se ao uso de Hycanhone e

Bayuslucide, sem a participação ativa da população nas atividades terapêuticas e na aplicação do moluscicida.

Esse problema já havia sido relatado anteriormente por Hortênsia Hurpia de Hollanda em 1954, durante a coordenação das iniciativas de educação sanitária no DeNERu. Nos trabalhos de campo, foram avaliadas as condições das áreas endêmicas, identificados os desafios enfrentados nas ações de controle e analisada a interação das comunidades locais com a esquistossomose. Um dos principais problemas observados foi a comunicação inadequada entre médicos, técnicos do DeNERu e as comunidades afetadas. Hollanda destacou, por exemplo, a aplicação de moluscicidas sem a consulta prévia aos moradores, evidenciando a necessidade de uma abordagem mais inclusiva e participativa (Schall, 1999).

Hollanda propôs que a educação em saúde se concentrasse na colaboração com a população local, promovendo uma comunicação eficaz entre técnicos e comunidade, e considerando o contexto social e ambiental dos habitantes (Schall, 1999). Buscou-se integrar diversas disciplinas, como epidemiologia, psicologia, educação, ciências sociais e clínica médica, para desenvolver abordagens inovadoras no controle da esquistossomose. Criticou-se o enfoque predominante, que se centrava excessivamente em terapias e controle químico dos hospedeiros intermediários. Segundo Hollanda (1959), essa abordagem integrada, aliada ao treinamento especializado em educação sanitária, poderia melhorar significativamente os resultados das intervenções, desde a adesão ao tratamento até a coleta de dados e a mudança de hábitos. Sua visão antecipava o conceito atualmente denominado "*One Health*", que reconhece e integra a interconexão entre diversos setores, incluindo a saúde humana, a saúde animal e o meio ambiente.

7 CONCLUSÃO

- O PCE de Baldim mostrou eficácia no tratamento precoce dos casos, reduzindo a carga parasitária e a prevalência para valores menores de 5,0% dentro do município. Entretanto, há uma necessidade de aprimoramento no treinamento dos Agentes de Endemias para um diagnóstico eficaz da esquistossomose e de outras helmintoses intestinais, principalmente aumentando o número de lâminas examinadas por paciente pelo método de Kato-Katz.
- Embora a detecção de casos positivos entre os alunos tenha sido pouco frequente, destaca-se a necessidade de manter a vigilância ativa e implementar estratégias de controle adequadas com exames parasitológicos anuais na população escolar e tratamento dos positivos para evitar novas infecções na população;
- A presença de moluscos do gênero *Biomphalaria*, especialmente em áreas de recreação humana associadas a ambientes impactados, evidencia a importância de medidas de controle e intervenções ambientais e de saneamento para interromper o ciclo de transmissão da esquistossomose. Na ausência de caramujos positivos para *S. mansoni*, não se pode negligenciar a importância da vigilância contra outras infecções zoonóticas, conforme documentado no levantamento da espécie de *Amphimerus* sp.
- A detecção de coliformes fecais em todos os pontos de coleta, juntamente com a caracterização da maioria dos ambientes como impactados, reforça a relação entre a presença de moluscos e a contaminação ambiental. Isso destaca a urgência de melhorias no saneamento básico, com a implementação de políticas públicas voltadas para a prevenção da contaminação dos corpos d'água do município, especialmente por meio do incentivo à construção de fossas adequadas e ao tratamento eficiente do esgoto.
- A ausência de infecções por *S. mansoni* em pequenos mamíferos sugere que esses animais, atualmente, não desempenham um papel significativo na manutenção do ciclo de transmissão na região estudada. No entanto, a presença de nematoides em roedores enfatiza a importância da vigilância contínua da saúde animal como indicador de potenciais riscos para a saúde humana.
- As análises espaciais, realizadas por meio de um modelo integrado que considerou variáveis de saúde humana, saúde animal e saúde ambiental, possibilitaram a identificação de áreas prioritárias para o controle da doença e para a vigilância da transmissão no município, incluindo as regiões do Centro, Vila Amanda, São Vicente e Vargem Grande.

- Como estratégia de controle integrado, é fundamental capacitar os agentes de saúde para realizar o georreferenciamento das residências nos municípios endêmicos, o que facilitará a implementação de políticas públicas futuras e aprimorará as ações de controle e prevenção da doenças.
- As ações educativas tiveram impacto positivo no conhecimento dos alunos sobre a esquistossomose, evidenciando a eficácia das abordagens educacionais na prevenção e controle de doenças parasitárias. Investimentos contínuos em programas de conscientização e educação em saúde são fundamentais para promover mudanças comportamentais e reduzir a incidência e a prevalência da esquistossomose. Curtos cursos de atualização do conhecimento dos professores sobre as doenças mais comuns no município. Visitas guiadas com os alunos em regiões degradadas e sem saneamento do município associada aos temas de saúde abordados em sala de aula.
- O estudo ressalta a importância do material educativo no ambiente escolar. É plausível considerar que esse tipo de recurso também pode ser empregado por profissionais da saúde em diversos contextos, abordando temas que vão além dos aspectos biomédicos.

8. REFERÊNCIAS

- Abrams, A. M.; Kleinman, K. P. A SaTScan™ macro accessory for cartography (SMAC) package implemented with SAS® software. **International Journal of Health Geographics**, v. 6, n. 1, p. 6, 2007.
- Acha, P. N., & Szyfres, B. (1986). Zoonosis y enfermedades transmisibles comunes al hombre ya los animales. In *Zoonosis y enfermedades transmisibles comunes al hombre ya los animales* (pp. 989-989).
- Adema, C. M. *et al.* Will all scientists working on snails and the diseases they transmit please stand up? *PLoS Negl. Trop. Dis.* 6, e1835. 2012.
- Alho, C. J. R. (1982). Brazilian rodents: their habitats and habits. In *Mammalian biology in South America*: 143-166. Mares, M. A. & Genoways, H. H. (Eds). Linesville, Pennsylvania: Pymatuning Lab. Ecol. Spec. Publ. Ser., Univ. Pittsburgh, 6.
- Alho, C. J. R. (1981). Roedores silvestres do cerrado: habitos e habitats. In *Resumos Comun. Cient. VIII Congr. Bras. Zool.*: 155-156. Alho, C. J. R. (Ed.). Brasília: Univ. Brasília.
- Alzaylaee, H., Collins, R. A., Rinaldi, G., Shechonge, A., Ngatunga, B., Morgan, E. R., Genner, M. J. (2020a) *Schistosoma* species detection by environmental DNA assays in African freshwaters. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, 14(3), e0008129.
- Alzaylaee, H., Collins, R. A., Shechonge, A., Ngatunga, B. P., Morgan, E. R., & Genner, M. J. (2020b). Environmental DNA-based xenomonitoring for determining *Schistosoma* presence in tropical freshwaters. *Parasites & Vectors*, 13(1), 1-11.
- Amaral, K. B., Silva, T. P., Malta, K. K., Carmo, L. A., Dias, F. F., Almeida, M. R., ... & Melo, R. C. (2016). Natural *Schistosoma mansoni* infection in the wild reservoir *Nectomys squamipes* leads to excessive lipid droplet accumulation in hepatocytes in the absence of liver functional impairment. *PLoS One*, 11(11), e0166979.
- Amaral, R.S.; Tauil, P.L.; Lima, D.D.; Engels, D. An analysis of the impact of the Schistosomiasis Control Programme in Brazil. *Mem Inst Oswaldo Cruz*. v.101, n.1, p.79-85, 2006.
- American Public Health Association (APHA). *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater*. 22. ed. Washington, D.C.: APHA. (2012).
- Anderson, R. C. *Nematode parasites of vertebrates: their development and transmission*. 2.ed. Nova Iorque: CABI Internacional, 2000. 650p
- Andrade, Z. A. *Schistosomal* hepatopathy. *Mem Inst Oswaldo Cruz*. v. 99, n.1, p.51-57, 2004.
- Antunes, C. M. F., de Andrade, R. M., Katz, N., Coelho, P. M. Z., & Pellegrino, J. (1973). Role of *Nectomys squamipes squamipes* in the epidemiology of *Schistosoma mansoni* infection. *Annals of Tropical Medicine & Parasitology*, 67(1), 67-73.
- Antunes, CM De F. *Nectomys squamipes squamipes* Brants, 1827 na epidemiologia da esquistossomose mansonii. Belo Horizonte, 1971. Diss. Dissertação de Mestrado—Instituto de Ciências Biológicas da UFMG.
- Armoo, S., Cunningham, L. J., Campbell, S. J., Aboagye, F. T., Boampong, F. K., Hamidu, B. A., ... & Adams, E. R. (2020). Detecting *Schistosoma mansoni* infections among pre-school-aged children in southern Ghana: a diagnostic comparison of urine-CCA, real-time PCR and Kato-Katz assays. *BMC infectious diseases*, 20, 1-10.
- Atlas, Ronald, *et al.* "One Health—attaining optimal health for people, animals, and the environment." *Microbe* 5.9 (2010): 383-389.

- Baptista, D. F., & Jurberg, P. (1993). Factors conditioning the habitat and the density of *Biomphalaria tenagophila* (Orbigny, 1835) in an isolated schistosomiasis focus in Rio de Janeiro city. *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz*, 88, 457-464.
- Barbosa, C. S. *et al.* Inquérito Malacológico em Localidades Endêmicas para Esquistossomose em Pernambuco, Brasil. **Revista Eletrônica Acervo Saúde**, São Paulo, v. 11, n. 14, e1235, set. 2019.
- Barbosa, V. S.; Loyo, R. M.; Guimarães, R. J. P. S.; Barbosa, C. S. The Geographic Information System applied to study schistosomiasis in Pernambuco. *Revista de Saúde Pública*, v. 51, art. 107, 2017. DOI: 10.11606/S1518-8787.2017051000069
- Barbosa, V. S.; Guimarães, R. J. P. S.; Loyo, R. M.; Barbosa, C. S. Modelling of the distribution of *Biomphalaria glabrata* and *Biomphalaria straminea* in the metropolitan region of Recife, Pernambuco, Brazil. *Geospatial Health*, v. 11, n. 3, nov. 2016. DOI: 10.4081/gh.2016.490
- Barbosa, C. S. *et al.* Spatial distribution of schistosomiasis foci on Itamaracá Island, Pernambuco, Brazil. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz*. vol.99, suppl.1, pp.79-83. 2004.
- Barbosa, C. S., Favre, T. C., Pieri, O. S., & Lambertucci, J. R. (2001). Aspectos epidemiológicos e clínicos da esquistossomose hepatoesplênica na Ilha de Itamaracá, Pernambuco. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 34(5), 385–390.
- Barbosa, C. G. S. Esquistossomose em Pernambuco: Determinantes bio-ecológicos e sócio-culturais em comunidade de pequenos agricultores da zona da mata, 1996. Tese de Doutorado, Rio de Janeiro: Escola Nacional de Saúde Pública, Fiocruz.
- Barbosa, F. S.; Barbosa, C. S. The bioecology of snail vectors for Schistosomiasis in Brazil. *Cad. Saúde Publi*, v. 10, p-200-209, 1994
- Barbosa, F. S., & Coimbra Junior, C. E. (1992). Alternative approaches in schistosomiasis control. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 87, 215-220. 1992
- Barbosa, F. S.; Pinto, R. & Souza, O. A. Control of schistosomiasis mansoni in a small Northeast Brazilian community. *Transactions of Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 65: 206-213, 1971.
- Barbosa, F. S; Olivier, L. Studies on the snail vectors of Bilharziasis mansoni in north- eastern brazil. *Bull. World Health Organ*, v. 18, p. 895-908, 1958
- Bavia M. E., *et al.* Use of thermal and vegetation index data from earth observing satellites to evaluate the risk of schistosomiasis in Bahia, Brazil. *Acta Trop*, Vol. 79, No. 1, pp. 79-85, 2001.
- Bavia M. E., *et al.* Geographic information systems and the enviromental risk of schistosomiasis in Bahia, Brazil. *Am J Trop Med Hyg*, Vol. 60, No. 4, pp. 566-572, 1999.
- Bavia M. E. Geographic information systems for schistosomiasis in Brazil. 1996.99f. Tese Doutorado – Louisiana State University, Baton Rouge, Louisiana, 1996.
- Becker SL, Marti H, Zimmermann S, Vidacek D, Herrmann M. Application in Europe of a urine-based rapid diagnostic test for confirmation of *Schistosoma mansoni* infection in migrants from endemic areas. *Euro Surveill*. 2015; 20
- Benatti, D., Andrietti, L. F., Cândido Júnior, J. F., Vogliotti, A., Moraes, M. F. D., Tebaldi, J. H., & Hoppe, E. G. L. (2021). Helminths of rodents in fragmented areas of Mata Atlântica in the West of the State of Paraná. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, 30, e009521.
- Bezerra-Santos, M. A., Ramos, R. A. N., Campos, A. K., Dantas-Torres, F., & Otranto, D. (2021). *Didelphis* spp. opossums and their parasites in the Americas: A One Health perspective. *Parasitology Research*, 1-21.

- Bezerra, F.S.M., Leal, J.K.F., Sousa, M.S., Pinheiro, M.C.C., Ramos, A.N., Silva-Moraes, V., Katz, N., 2018. Evaluating a point-of-care circulating cathodic antigen test (POC-CCA) to detect *Schistosoma mansoni* infections in a low endemic area in northeastern Brazil. *Acta Trop.* 182, 264–270. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2018.03.002>
- Bitterman, A., Martins, C. P., Cices, A., & Nadendla, M. P. (2022). Comparison of trials using ivermectin for COVID-19 between regions with high and low prevalence of strongyloidiasis: A meta-analysis. *JAMA Network Open*, 5(3), e223079-e223079.
- Boelee E, Laamrani H. Environmental control of schistosomiasis through community participation in a Moroccan oasis. *Trop Med Int Health*. 2004 Sep;9(9):997-1004. doi: 10.1111/j.1365-3156.2004.01301.x. PMID: 15361113.
- Borda, C. E. (1972). Infecção natural e experimental de alguns roedores pelo *Schistosoma mansoni* Sambon, 1907.
- Brasil, M da S. Boletim Epidemiológico- Doenças Tropicais Negligenciadas. (2021). Available at: https://www.gov.br/saude/pt-br/media/pdf/2021/marco/3/boletim_especial_doencas_negligenciadas.pdf 2021.
- Brasil, M. da S. "Introdução à Estatística Espacial para Saúde Pública." *Capacitação e atualização em geoprocessamento em saúde*. Brasília: Fiocruz 3 (2007).
- Brasil. M. S. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. Vigilância da Esquistossomose Mansoní: diretrizes técnicas / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. – 4. ed. – Brasília: Ministério da Saúde, 2014.
- Brasil. M. S. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. Vigilância e controle de moluscos de importância epidemiológica: diretrizes técnicas: Programa de Vigilância e Controle da Esquistossomose (PCE) / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância Epidemiológica.– 2. ed. – Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2008.
- Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Fundação Oswaldo Cruz. Abordagens espaciais na saúde pública. Org.: Santos, M. M.; Barcellos, C. Brasília: Ministério da Saúde, 2006. 136p.
- Brasil. Ministério da Saúde. Guia de Vigilância Epidemiológica. Normas e Manuais Técnicos. Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. 6. ed. Brasília: Ministério da Saúde; 2005.
- Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. *Vigilância da Esquistossomose mansoní: diretrizes técnicas* / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. – 4. ed. – Brasília: Ministério da Saúde, 2014.
- Brener Z, Mourão Og. Inquéritos clínicos epidemiológicos em focos endêmicos de esquistossomose mansoní em Minas Gerais. *Rev Bras Malariol Doenças Tropicais* 8: 519-526, 1956.
- Brito, M.T.S.; Diniz, L.P.; Silva-Cavalcanti, J.S. Melo Júnior, M. Protocolos de avaliação ambiental rápida de açudes do Semiárido: Adaptações regionais e um estudo de caso, 2011. In: Messias, A.S.; Feitosa, M.C.A. (Org.) A influência das mudanças climáticas sobre os recursos hídricos. 6º Edição. Recife: UNICAP. p. 130-137. 2011.
- Brooker S., et al. Contrasting patterns in the small-scale heterogeneity of human helminth infections in urban and rural environments in Brazil. *Int. J. Parasitol.*, Vol. 36, No. 10-11, pp. 1143-1151, 0020-7519. 2006.
- Brumpt, E. Observations biologiques diverses concernant *Planorbis* (*Australorbis*) *glabratus* hôte intermédiaire de *Schistosoma mansoni*. *Ann. Parasitolo*, v. 18, p. 9-45, 1941.

- Cabello, R. K. S. A. A. *et al.* *Schistosoma mansoni* infection and related knowledge among schoolchildren in an endemic area of Minas Gerais, Brazil, prior to educational actions. *Acta Tropica*, v. 164, p. 208–215, dez. 2016. DOI: 10.1016/j.actatropica.2016.09.015
- Cabral, L. D. N., & Cândido, G. A. (2019). Urbanização, vulnerabilidade, resiliência: relações conceituais e compreensões de causa e efeito. *urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana*, 11, e20180063.
- Cai, Y. C., Xu, J. F., Steinmann, P., Chen, S. H., Chu, Y. H., Tian, L. G., & Chen, J. X. (2014). Field comparison of circulating antibody assays versus circulating antigen assays for the detection of schistosomiasis japonica in endemic areas of China. *Parasites & vectors*, 7, 1-8.
- Calasans, T. A. S., Souza, G. T. R., Melo, C. M., Madi, R. R., & Jeraldo, V. D. L. S. (2018). Socioenvironmental factors associated with *Schistosoma mansoni* infection and intermediate hosts in an urban area of northeastern Brazil. *Plos one*, 13(5), e0195519.
- Caldeira, RL, *et al.*, "Characterization of South American snails of the genus *Biomphalaria* (Basommatophora: Planorbidae) and *Schistosoma mansoni* (Platyhelminthes: Trematoda) in molluscs by PCR-RFLP." *BioMed Research International*; 2016.
- Caldeira, R. L.; Jannotti-Passos, L. K.; Carvalho, O. S. Use of Molecular Methods for the Rapid Mass Detection of *Schistosoma mansoni* (Platyhelminthes: Trematoda) in *Biomphalaria* spp. (Gastropoda: Planorbidae). *Journal of Tropical Medicine*, Cairo, v. 2017, p. 1-6, Jan. 2017.
- Callisto, M. *et al.* Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ). *Acta Limnologica Brasiliensia*, v. 14, p. 91-98, 2002.
- Campbell, Suzy J., *et al.* "Water, sanitation, and hygiene (WASH): a critical component for sustainable soil-transmitted helminth and schistosomiasis control." *PLoS neglected tropical diseases* 8.4 (2014): e2651.
- Cardoso, V.; Reis, A. P. & Iervolino, S. A. Escolas Promotoras de Saúde. *Revista Brasileira de Crescimento e Desenvolvimento Humano*, 18(2): 107-115, 2008.
- Carvalho, O. D. S. (2020). Moluscos hospedeiros intermediários de *Schistosoma mansoni* do Brasil.
- Carvalho O. S.; *et al.* Distribuição geográfica dos hospedeiros intermediários de *Schistosoma mansoni* nos estados do Paraná, Minas Gerais, Bahia, Pernambuco e Rio Grande do Norte, 2012-2014. <http://dx.doi.org/10.5123/s1679-49742018000300016>, *Epidemiol. Serv. Saúde* v. 27, p. 00, 2018.
- Carvalho O. S., *et al.* The Estrada Real project and endemic diseases: the case of schistosomiasis, geoprocessing and tourism. *Mem Inst Oswaldo Cruz*, Vol. 105, No. 4, pp. 532-536, 0074-0276. 2010.
- Carvalho OS, Amaral RS, Dutra LV, Scholte RG, Guerra MA 2008. Distribuição espacial de *Biomphalaria glabrata*, *B. straminea* e *B. tenagophila* hospedeiros intermediários do *Schistosoma mansoni* no Brasil. In OS Carvalho, PMZ Coelho, HL Lenzi (eds.), *Schistosoma mansoni e esquistossomose: uma visão multidisciplinar*, Editora Fiocruz, Rio de Janeiro, 1124 pp. 2008
- Carvalho, M. S.; Souza-Santos, R. Análise de dados espaciais em saúde pública: métodos, problemas, perspectivas. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 21, n. 2, p. 361–378, abr. 2005.
- Carvalho, O.S. Ocorrência de um tiarídeo (Mollusca) no lago da Pampulha, Belo Horizonte, MG, Brasil. *Rev. Soc. Bras. Med. Trop.* **1986**, 19, 57.
- Carvalho, O. D. S., Souza, C. P. D., & Katz, N. (1985). Primeiro encontro de *Biomphalaria tenagophila* (d'Orbigny, 1835) naturalmente infectada, com *Schistosoma mansoni*, em Itajubá, sul do Estado de Minas Gerais, Brasil. *Revista de Saúde Pública*, 19, 88-91.
- Catalano, S.; Sène, M.; Diouf, N. D.; Fall, C. B.; Borlase, A.; Léger, E.; Bâ, K.; Webster, J. P. Rodents as natural hosts of zoonotic *Schistosoma* species and hybrids: an epidemiological and evolutionary perspective from West Africa. *The Journal of Infectious Diseases*, vol. 218, n. 3, p. 429-433, 2018.

- Calvopiña, M. Cevallos, W. Kumazawa, H. Eisenberg, J.. High prevalence of human liver infection by *Amphimerus* spp. flukes, Ecuador Emerg, Infect. Dis. Ther. 17 (2011) 2331–2334, <https://doi.org/10.3201/eid1712.110373>.
- Calvopiña, M. Cevallos, W. Atherton, R. Saunders, M. Small, A. Kumazawa, H. Sugiyama, H.. High prevalence of the liver fluke *Amphimerus* sp. in domestic cats and dogs in an area for human amphimeriasis in Ecuador, PLoS Negl. Trop. Dis. 9 (2015) e0003526, <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0003526>.
- Cesari, I. M., Ballen, D. E., Mendoza, L., & Matos, C. (2005). Detection of *Schistosoma mansoni* membrane antigens by immunoblot analysis of sera of patients from low-transmission areas. *Clinical and Vaccine Immunology*, 12(2), 280-286.
- Cheever, A. W. Conditions affecting the accuracy of potassium hydroxide Digestion techniques for counting *Schistosoma mansoni* eggs in tissues. **Bulletin of the World Health Organization**, vol. 39, n. 2, p. 328, 1968.
- Chieffi PP, Waldman EA 1988. Aspectos particulares do comportamento epidemiológico da esquistossomose mansônica no Estado de São Paulo. *Cad Saúde Públ* 4: 257-275.
- Coelho, P. R., López-Hernández, D., Oliveira, N. M., Gomes, D. S., Geiger, S. M., & Pinto, H. A. (2024). *Idiopyrgus souleyetianus* (Gastropoda: Tomichiidae) as an intermediate host of the liver fluke *Amphimerus* sp.(Trematoda: Opisthorchiidae) in Brazil. *Parasitology International*, 100, 102867.
- Coelho, P.R.S.; Thiengo, S.C.; de Mendonça, C.L.F.; de Oliveira, N.M.T.; dos Santos, S.B.; Caldeira, R.L.; Geiger, S.M. Diversity of Freshwater Mollusks from Lake Pampulha, Municipality of Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil. *Diversity* 2024, 16, 193. <https://doi.org/10.3390/d16040193>
- Coelho, P. R., Ker, F. T., Araujo, A. D., Pinto, H. A., Negrão-Corrêa, D. A., Caldeira, R. L., & Geiger, S. M. (2022). Survey on limnic gastropods: relationships between human health and conservation. *Pathogens*, 11(12), 1533.
- Coelho, P.R.S, *et al.* "Identification of risk areas for intestinal schistosomiasis, based on malacological and environmental data and on reported human cases." *Frontiers in Medicine* 8: 1288. 2021.
- Coelho, P.R.S. Epidemiologia ambiental da esquistossomose em Alvorada de Minas, mesorregião metropolitana de Belo Horizonte, Minas Gerais: caracterização populacional de *Biomphalaria* (Gastropoda: Planorbidae), distribuição geográfica e observações sobre infecções naturais. Dissertação de Mestrado—Instituto de Ciências Biológicas da UFMG. 2020
- Coelho, P. M. Z., & Caldeira, R. L. (2016). Critical analysis of molluscicide application in schistosomiasis control programs in Brazil. *Infectious Diseases of Poverty*, 5(1), 57.
- Coelho PM, Siqueira LM, Grenfell RF, Almeida NB, Katz N, Almeida AÂ , *et al.* Improvement of POC-CCA interpretation by using lyophilization of urine from patients with *Schistosoma mansoni* low worm burden: towards an elimination of doubts about the concept of trace. PLoS Negl Trop Dis. 2016; 10(6): e0004778. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0004778> PMID: 27326453
- Coelho PMZ, Dias M, Mayrink W, Magalhães P, Mello MN, Costa CA (1979) Wild reservoirs of *Schistosoma mansoni* from Caratinga, an endemic schistosomiasis area of Minas Gerais State, Brazil. Am J Trop Med Hyg 28:163–164. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.1979.28.163>
- Colley, D. G., King, C. H., Kittur, N., Ramzy, R. M., Secor, W. E., Fredericks-James, M., ... & Campbell Jr, C. H. (2020). Evaluation, validation, and recognition of the point-of-care circulating cathodic antigen, urine-based assay for mapping *Schistosoma mansoni* infections. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 103(1 Suppl), 42.

Colley, D. G., Andros, T. S., & Campbell, C. H. (2017). Schistosomiasis is more prevalent than previously thought: what does it mean for public health goals, policies, strategies, guidelines and intervention programs?. *Infectious diseases of poverty*, 6, 1-8.

Colley, D. G., Binder, S., Campbell, C., King, C. H., Tchuente, L. A. T., N'Goran, E. K., ... & Rathbun, S. (2013). A five-country evaluation of a point-of-care circulating cathodic antigen urine assay for the prevalence of *Schistosoma mansoni*. *The American journal of tropical medicine and hygiene*, 88(3), 426.

Coura, J.R.; Amaral, R.S. Epidemiological and control aspects of schistosomiasis in Brazilian endemic areas. *Mem Inst Oswaldo Cruz*. v. 99, n. 5(1), p.13-19, 2004.

Coutinho, LM and Pimont RP. "Educação em saúde e comunicação de massa numa experiência concreta no combate a esquistossomose." *Tecnol Educ* 10 (1981): 47-52.

Couto, L. D.; Tibiriçá, S. H. C.; Pinheiro, I. O. *et al.* Neglected tropical diseases: prevalence and risk factors for schistosomiasis and soil-transmitted helminthiasis in a region of Minas Gerais State, Brazil. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, v. 108, n. 6, p. 363–371, jun. 2014. DOI: 10.1093/trstmh/tru054

Crellen, T.; Allan, F.; David, S.; Durrant, C.; Huckvale, T.; Holroyd, N.; Emery, A. M.; Rollinson, D.; Aanensen, D. M.; Berriman, M.; Webster, J. P.; Cotton, J. A. Whole genome resequencing of the human parasite *Schistosoma mansoni* reveals population history and effects of selection. **Scientific Reports**, vol. 6, p. 20954, 2016.

Crespo, J. A. (1982). Ecología de la comunidad de mamíferos del Parque Nacional Iguazu, Misiones. *Revta Mus. argent. Cienc. nat. 'Bernardino Rivadavia'* 3 45- 162

Cury GC, Salles Pgo, Reis Mcw, Rego Vm, Arndt Aw, Souza-Filho Cba, Moreira Hb, Abreu Ms, Leite Pmg. Prevalência de esquistossomose mansoni e de parasitoses intestinais em escolares da área rural do município de Jaboticatubas, MG, 1992-1993. *Rev Soc Bras Med Trop* 27: 217-220, 1994.

Damborenea, C., Rogers, D. C., & Thorp, J. H. (Eds.). (2020). *Thorp and Covich's Freshwater Invertebrates: Volume 5: Keys to Neotropical and Antarctic Fauna*. Academic Press.

Danso-Appiah, A., Minton, J., Boamah, D., Otchere, J., Asmah, R. H., Rodgers, M., ... & De Vlas, S. J. (2016). Accuracy of point-of-care testing for circulatory cathodic antigen in the detection of schistosome infection: systematic review and meta-analysis. *Bulletin of the World Health Organization*, 94(7), 522.

D'Andrea, P. S., Maroja, L. S., Gentile, R., Cerqueira, R., Maldonado, A., & Rey, L. (2000). The parasitism of *Schistosoma mansoni* (Digenea–Trematoda) in a naturally infected population of water rats, *Nectomys squamipes* (Rodentia–Sigmodontinae) in Brazil. *Parasitology*, 120(6), 573-582.

De Carli, G.A. Diagnóstico laboratorial das parasitoses humanas, métodos e técnicas. Medsi, Rio de Janeiro, 2011

De Vlas, S. J., Gryseels, B., Van Oortmarssen, G. J., Polderman, A. M., & Habbema, J. D. F. (1992). A model for variations in single and repeated egg counts in *Schistosoma mansoni* infections. *Parasitology*, 104(3), 451-460.

Deslandes, N. "Técnica de dissecação e exame de planorbídeos." *Rev Serv Espec Saude Publica* 4 (1951): 371-82.

Díaz, A. V., Walker, M., & Webster, J. P. (2023). Reaching the World Health Organization elimination targets for schistosomiasis: the importance of a *One Health perspective*. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 378(1887), 20220274.

Diniz, M. C. P.; Braga, R. & Schall, V. T. As representações sociais da esquistossomose de escolares de uma área endêmica de Minas Gerais. *Ensaio*, 5: 28-47, 2003.

Druck, S. *et al.* **Análise espacial de dados geográficos**. Brasília - DF: Embrapa, 2004. v. 21

Drummond SC, Pereira SRS, dos Santos Silva LC, de Figueiredo Antunes CM, Lambertucci JR. Schistosomiasis control program in the state of Minas Gerais in Brazil. Mem Inst Oswaldo Cruz. 2010;105: 519–23. <https://doi.org/10.1590/S0074-02762010000400029>;l 2010

Drummond S. C., *et al.* Morbidity of schistosomiasis mansoni in the state of Minas Gerais, Brazil. Mem. Inst. Oswaldo Cruz, v. 101, p.34-44, 2006

Duplantier, J. M.; Sène, M. Rodents as reservoir hosts in the transmission of *Schistosoma mansoni* in Richard-Toll, Senegal, West Africa. Journal of Helminthology, vol. 74, p. 129-135, 2000.

Engels, D., Nahimana, S., & Gryseels, B. (1996). Comparison of the direct faecal smear and two thick smear techniques for the diagnosis of intestinal parasitic infections. Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene, 90(5), 523-525.

El-Morshedy H, Kinosien B, Barakat R, Omer E, Khamis N, Deelder AM, *et al.* Circulating anodic antigen for detection of *Schistosoma mansoni* infection in Egyptian patients. Am J Trop Med Hyg 1996; 54:149-153.

Enk, M.; Lima, A. C.; Barros Hda, S.; Massara, C. L.; Coelho, P. M.; Schall,V. T. Factors related to transmission of and infection with *Schistosoma mansoni* in a village in the South-eastern Region of Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, v. 105, n. 4, p. 570-577, 2010.

Enk, M.J.;Lima,A.C.L.;Drummond,S.C.;Schall,V.T.;Coelho,P.M.Z. The effect of the number of stool samples on the observed prevalence and the infection intensity with *Schistosoma mansoni* among a population in an area of low transmission. *Acta Tropica*. v.108, p.222–228, 2008.

Enk, M. J., Caldeira, R. L., Carvalho, O. S., & Schall, V. T. (2004). Rural tourism as risk factor for the transmission of schistosomiasis in Minas Gerais, Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 99, 105-108. 2004

Enk M. J., Amorim A., Schall V. T. Acute schistosomiasis outbreak in the metropolitan area of Belo Horizonte, Minas Gerais: alert about the risk of unnoticed transmission increased by growing rural tourism. Mem Inst Oswaldo Cruz. 98:745-750. 2003

ESRI (Environmental Systems Research Institute). ArcGIS Desktop, ArcMap, Spatial Statistic tools, Analyzing Patterns toolset. Spatial Autocorrelation (Global Moran's I). Disponível em: [https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/tools/spatial-statistics-toolbox/spatial\[1\]autocorrelation.htm](https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/tools/spatial-statistics-toolbox/spatial[1]autocorrelation.htm). Acesso em: 30 jul. 2021a.

ESRI (Environmental Systems Research Institute). ArcGIS Desktop, ArcMap, Spatial Statistic tools, Mapping Cluster toolset. Cluster and Outlier Analysis (Anselin Local Moran's I). Disponível em: [https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/tools/spatial-statistics-toolbox/cluster-and\[1\]outlier-analysis-anselin-local-moran-s.htm](https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/tools/spatial-statistics-toolbox/cluster-and[1]outlier-analysis-anselin-local-moran-s.htm). Acesso em: 30 jul. 2021b.

ESRI (Environmental Systems Research Institute). ArcGIS Desktop, ArcMap, Spatial Analyst, Density toolset. Kernel Density. Disponível em: [https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/tools/spatial-analyst-toolbox/kernel\[1\]density.htm](https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/tools/spatial-analyst-toolbox/kernel[1]density.htm). Acesso em: 30 jul. 2021c.

ESRI (Environmental Systems Research Institute). ArcGIS Desktop, ArcMap, Spatial Statistic tools, Measuring Geographic Distributions toolset. Directional Distribution (Standard Deviation Ellipse). Disponível em: [https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/tools/spatial-statistics-toolbox/directional\[1\]distribution.htm](https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/tools/spatial-statistics-toolbox/directional[1]distribution.htm). Acesso em: 30 jul. 2021d.

EPA. Environmental Protection Agency. Biological criteria for the protection of aquatic life. Columbus: Division of water quality monitoring and assessment. 120 p. (surface water section). 1987

Ernest, K. A., & Mares, M. A. (1986). Ecology of *Nectomys squamipes*, the neotropical water rat, in central Brazil: home range, habitat selection, reproduction and behaviour. *Journal of Zoology*, 210(4), 599-612. DOI: 10.1111/j.1469-7998.1986.tb03658.x

- Espírito-Santo, M.C.; Alvarado-Mora, M.V.; Dias-Neto, E.; Botelho-Lima, L.S.; Moreira, J.P.; Amorim, M. *et al.* Evaluation of real-time PCR assay to detect *Schistosoma mansoni* infections in a low endemic setting. *BMC Infectious Diseases*, v.14, n.558, 2014.
- Ewers, R. M., & Didham, R. K. (2006). Confounding factors in the detection of species responses to habitat fragmentation. *Biological reviews*, 81(1), 117-142.
- FAO, UNEP, WHO, and WOA. 2022. *One Health Joint Plan of Action (2022-2026)*. Working together for the health of humans, animals, plants and the environment. Rome. <https://doi.org/10.4060/cc2289en>
- Favero, V.; Frasca, R.R.C.; Verissimo, C.M.; Jones, M.K.; Pierre, T.G.; Lindholz, C.G.; Morassuti, A.L.; Teixeira, C. G. Optimization of the Helmintex method for schistosomiasis diagnosis. *Exp parasitol.* v.177, p.28-34, 2017.
- Favre, T. C., Beck, L. C. N. H., Bezerra, F. S. M., Graeff-Teixeira, C., Coelho, P. M. Z., Enk, M. J., ... & Pieri, O. S. (2022). Reliability of point-of-care circulating cathodic antigen assay for diagnosing schistosomiasis mansoni in urine samples from an endemic area of Brazil after one year of storage at-20 degrees Celsius. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 55, e0389-2021.
- Favre, T. C. *et al.* Adherence to diagnosis followed by selective treatment of schistosomiasis mansoni and related knowledge among schoolchildren in an endemic area of Minas Gerais, Brazil, prior to and after the implementation of educational actions. *Parasite Epidemiology and Control*, v. 13, e00208, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.parepi.2021.e00208> .
- Favre T. C.; Massara, C. L. Trajetória de contribuições à pesquisa e ao controle da esquistossomose.. In: Tereza Cristina Favre e Cristiano Lara Massara. (Org.). Trajetória de contribuições à pesquisa e ao controle da esquistossomose.. 1ed.Rio de Janeiro: Fiocruz, v. 1, p. 315-469. 2018
- Favre, Tereza C., *et al.* "School-based and community-based actions for scaling-up diagnosis and treatment of schistosomiasis toward its elimination in an endemic area of Brazil." *Acta tropica* 149 (2015): 155-162. 2015
- Favre TC, Pieri OS, Barbosa CSB, Beck L. Avaliação das ações de controle da esquistossomose implementadas entre 1977 e 1996 na área endêmica de Pernambuco, Brasil. *Rev Soc Bras Med Trop* 2001; 34:569-76. 2001
- Feng, P., Weagant, S., Grant, M. (2002). Bacteriological Analytical Manual. Chapter 4: Enumeration of *Escherichia coli* and the Coliform Bacteria. Food and Drug Administration. 8ª edição. 2002
- Fenwick, Alan, David Rollinson, and Vaughan Southgate. "Implementation of human schistosomiasis control: challenges and prospects." *Advances in parasitology* 61 (2006): 567-622.
- Fenwick, Alan, *et al.* "The Schistosomiasis Control Initiative (SCI): rationale, development and implementation from 2002–2008." *Parasitology* 136.13 (2009): 1719-1730.
- Fernandez, M. A.; Thiengo, S. C.; Amaral R. S. Técnicas malacológicas. *Vigilância e controle de moluscos de importância epidemiológica: diretrizes técnicas*, Secretaria de Vigilância em Saúde, Ministério da Saúde, Brasília, p. 43-70. 2008
- Ferreira, F.T., Fidelis, T.A., Pereira, T.A., Otoni, A., Queiroz, L.C., Amâncio, F.F., Antunes, C.M., Lambertucci, J.R., 2017. Sensitivity and specificity of the circulating cathodic antigen rapid urine test in the diagnosis of schistosomiasis mansoni infection and evaluation of morbidity in a low-endemic area in Brazil. *Rev. Soc. Bras. Med. Trop.* 50, 358–364. <https://doi.org/10.1590/0037-8682-0423-2016>.
- Fonseca, F. R.; Freitas, C. C.; Dutra, L. V.; Guimarães, R. J. P. S.; Carvalho, O. S. Spatial modeling of the *schistosomiasis mansoni* in Minas Gerais State, Brazil using spatial regression. *Acta Tropica*, v. 133, p. 56–63, maio 2014. DOI: 10.1016/j.actatropica.2014.01.015

Fonseca F. R., *et al.* Desenvolvimento de um modelo de regressão linear para a predição da prevalência de esquistossomose no Estado de Minas Gerais. XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, INPE, Florianópolis-SC, pp. 2573-2580. 2007^a

Fonseca F. R., *et al.* Desenvolvimento de um índice hidrológico para aplicação em estudos de distribuição da prevalência de esquistossomose em Minas Gerais. XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, INPE, Florianópolis-SC, pp. 2589-2595. 2007^b

Fonseca F. R. Modelagem espacial da esquistossomose mansoni no estado de Minas Gerais, utilizando a conectividade de redes via estradas e rios. Sensoriamento Remoto, MSc Thesis, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, pp. 94. 2009

França VH, Margonari C, Schall VT. Análise do conteúdo das leishmanioses em livros didáticos de Ciências e Biologia indicados pelo Programa Nacional de Livros Didáticos (2008/2009). *Ciência & Educação* 17: 625-644, 2011.

Freitas C. C., *et al.* Remote Sensing and Geographic Information Systems for the Study of Schistosomiasis in the State of Minas Gerais, Brazil, Geoscience and Remote Sensing Symposium. IGARSS. IEEE International Conference on, pp 2436-2439. 2006.

Freitas, J. R. D., & Santos, M. B. L. D. (1995). Current advances on the study of snail-snail interactions, with special emphasis on competition process. *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz*, 90, 261-269.

Freitas, J. R., Bedê, L. C., Marco Júnior, P. D., Rocha, L. A., & Santos, M. B. L. (1987). Population dynamics of aquatic snails in Pampulha reservoir. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 82(suppl 4), 299-305.

Freitas, J. R. Ritmo de crescimento da *Biomphalaria glabrata* (Say, 1818), padronização da técnica de criação. 1973. 108p. Tese (Doutorado em Parasitologia), Instituto de Ciências biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

Friani, Gabriela, *et al.* "Biological control of *Biomphalaria*, the intermediate host of *Schistosoma* spp.: a systematic review." *Ciência Rural* 53 (2023).

Fricker, E.J., Illingworth, K.S., Fricker, C.R.. Use of two formulations of Colilert and QuantiTray (TM) for assessment of the bacteriological quality of water. *Water Res.* 31, 2495e2499. 1997

Garcia, Célio. "III. Relatório da pesquisa sobre aspectos psicossociais de uma população relacionados à prevalência de esquistossomose mansônica." *Arquivos Brasileiros de Psicologia Aplicada* 23.4 (1971): 33-35.

Galdean, N., Callisto, M., & Barbosa, F. A. R. (2000). Lotic ecosystems of Serra do Cipó, southeast Brazil: water quality and a tentative classification based on the benthic macroinvertebrate community. *Aquatic Ecosystem Health & Management*, 3(4), 545-552.

Galvão A. F., *et al.* Spatial distribution of *Schistosoma mansoni* infection before and after chemotherapy with two praziquantel doses in a community of Pernambuco, Brazil. *Mem Inst Oswaldo Cruz*, Vol. 105, No. 4, pp. 555-562, 0074-0276. 2010.

Gatrell, A. C. *et al.* Spatial Point Pattern Analysis and Its Application in Geographical Epidemiology. **Transactions of the Institute of British Geographers**, v. 21, n. 1, p. 256, 1996.

Gazzinelli A., *et al.* The spatial distribution of *Schistosoma mansoni* infection before and after chemotherapy in the Jequitinhonha Valley in Brazil. *Mem Inst Oswaldo Cruz*, Vol. 101, No. Suppl. I, pp. 63-71, 0074-0276. 2006.

Gentile, R., Barreto, M. G., Gonçalves, M. M., Soares, D. P., D'Andrea, P. S., & Rokni, M. B. (2012). The role of wild rodents in the transmission of *Schistosoma mansoni* in Brazil. *Schistosomiasis*, 231-254.

- Gentile, R., Costa Neto, S. F. D., & D'Andrea, P. S. (2010). Uma revisão sobre a participação do rato d'água *Nectomys squamipes* na dinâmica de transmissão da esquistossomose mansônica: um estudo multidisciplinar de longo prazo em uma área endêmica.
- Gentile, R.; Costa-Neto, S. F.; Gonçalves, M. M. L.; Bonecker, S. T.; Fernandes, F. A.; Garcia, J. S.; Barreto, M. G. M.; Soares, M. S.; D'andrea, P. S.; Peralta, J. M.; Rey, L. An ecological field study of the water-rat *Nectomys squamipes* as a wild reservoir indicator of *Schistosoma mansoni* transmission in an endemic area. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, vol. 101, N. I, p. 111-117, 2006.
- Gibbons, LMG. 2010. Keys to the nematode parasites of vertebrates. Supplementary volume. CABI Publisher, Oxfordshire, UK, Cambridge, USA, 405 p.
- Gil, J. F. *et al.* Urban transmission of American cutaneous leishmaniasis in Argentina: spatial analysis study. **The American journal of tropical medicine and hygiene**, v. 82, n. 3, p. 433–40, mar. 2010.
- Giovanelli, A., Silva, C.L., Medeiros, L. And Vasconcellos, M.C. Interaction between the intermediate host of Schistosomiasis in Brazil *Biomphalaria glabrata* (Planorbidae) and a possible competitor *Melanoides tuberculata* (Thiaridae): I. Laboratory experiments. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, 2002, 96(1), 123-125. [http:// dx.doi.org/10.1590/S0074-02762001000100014](http://dx.doi.org/10.1590/S0074-02762001000100014). PMID:11285483.
- Gomes, Dharlton Soares, *et al.* "Intestinal schistosomiasis-related mortality in Minas Gerais, Brazil, 2000–2019: Temporal trends and spatial patterns for determining priority areas." *Tropical Medicine & International Health* 28.3 (2023): 215-225.
- Gomes, E. C.S., da Silva, I. E. P., do Nascimento, W. R. C., Loyo, R. M., Domingues, A. L. C., & Barbosa, C. S. (2022). Urban schistosomiasis: an ecological study describing a new challenge to the control of this neglected tropical disease. *The Lancet Regional Health–Americas*, 8.
- Gomes, E, *et al.*, Spatial risk analysis on occurrences and dispersal of *Biomphalaria straminea* in and endemic area for schistosomiasis. *Journal of Vector Borne Diseases* 55, 208–214. 2018
- Gomes, E.; Domingues, A.; Barbosa, C. **Esquistossomose: manejo clínico e epidemiológico na atenção básica**. Recife: 2017.
- Gomes, E. C. S.; Mesquita, M. C. S.; Rehn, V. N. C.; Nascimento, W. R. C.; Loyo, R.; Barbosa, C. S. Transmissão urbana da esquistossomose: novo cenário epidemiológico na Zona da Mata de Pernambuco. **Rev. bras. epidemiol.**, São Paulo , v. 19, n. 4, p. 822-834, Dec. 2016 . <http://dx.doi.org/10.1590/1980-5497201600040012>.
- Gomes, L. I.; Enk, M. J.; Rabello, A. Diagnosing schistosomiasis: where are we? *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, v. 47, n. 1, p. 3–11, 2014.
- Gomes, J. P. As Escolas Promotoras de Saúde: uma via para promover a saúde e a educação para a saúde da comunidade escolar. *Educação*, 32(1): 84-91, 2009.
- Gomes, D. C., & Vicente, J. J. (1984). Helminths parasites of *Nectomys squamipes* (Brants) do Município de Sumidouro, RJ. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, 79, 67-73.
- Souza, V. A. M. D., Silva, R. R., Maldonado Junior, A., Silva, J. R. M., & Rey, L. (1992). *Nectomys squamipes* (Rodentia: Cricetidae) as an experimental model for schistosomiasis mansoni. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, 87, 277-280.
- Goveia, C.O., de Paula Souza, R. J., Guimarães, M. R. T. N., Dias, I. H. L., & Enk, M. J. (2019). Schistosomiasis Mansonii in the Amazon Region: malacological surveys of intermediate hosts for the identification of disease transmission areas in Belém, Pará, Brazil. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 7, 51-60.
- Gower, C. M., Vince, L., & Webster, J. P. (2017). Should we be treating animal schistosomiasis in Africa? The need for a *One Health economic evaluation* of schistosomiasis control in people and their livestock. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 111(6), 244-247.

Graeff-Teixeira, C., Favero, V., Pascoal, V. F., de Souza, R. P., de Vargas Rigo, F., Agnese, L. H. D., ... & Pieri, O. S. (2021). Low specificity of point-of-care circulating cathodic antigen (POCCCA) diagnostic test in a non-endemic area for schistosomiasis mansoni in Brazil. *Acta Tropica*, 217, 105863.

Grenfell, R. F., Pedrosa, M. L., Couto, F. F., Almeida, A., Coelho, P. M. Z., & Katz, N. (2019). Suitability of commercially available POC-CCA tests for schistosomiasis: Considerations for efficiency, reproducibility and decision making criteria for field application in areas of low endemicity. *Journal of immunological methods*, 472, 1-6.

Grenfell, R. F. Q., Coelho, P. M. Z., Taboada, D., de Mattos, A. C. A., Davis, R., & Harn, D. A. (2014). Newly established monoclonal antibody diagnostic assays for *Schistosoma mansoni* direct detection in areas of low endemicity. *PLoS One*, 9(1), e87777.

Grenfell, R. F. Q., Martins, W., Drummond, S. C., Antunes, C. M. D. F., Voieta, I., Otoni, A., ... & Coelho, P. M. Z. (2013). Acute schistosomiasis diagnosis: a new tool for the diagnosis of schistosomiasis in a group of travelers recently infected in a new focus of *Schistosoma mansoni*. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 46(2), 208-213.

Gryseels, B. Schistosomiasis. **Infectious Diseases Clinics of North American**, vol. 26, n. 9541, p. 383-397, 2012.

Gryseels, B.; Polman, K.; Clerinx, J.; Kestens. Human schistosomiasis. **The Lancet**, vol. 368, p. 1106–1118, 2006.

Guimarães, RJPS, *et al.* "A study of Schistosomiasis prevalence and risk of snail presence spatial distributions using geo-statistical tools." Schistosomiasis. Prof Mohammad Bagher Rokni (Ed.) InTech (2012): 255-80. 2012

Guimarães, R. J. P. S.; Freitas, C. C.; Dutra, L. V.; Felgueiras, C. A.; Drummond, S. C.; Tibiriçá, S. H. C.; Oliveira, G.; Carvalho, O. S. Use of indicator kriging to investigate schistosomiasis in Minas Gerais State, Brazil. *Journal of Tropical Medicine*, 2012, Art. ID 837428, 10 p. DOI: 10.1155/2012/837428, 2012a

Guimarães, R. J. P. S. Ferramentas de geoprocessamento para o estudo e controle da esquistossomose no Estado de Minas Gerais. Biomedicina, PhD Thesis, Santa Casa de Belo Horizonte, Minas Gerais, pp. 226. 2010b.

Guimarães, R. J. P. S., *et al.* Evaluation of a linear spectral mixture model and vegetation indices (NDVI and EVI) in a study of schistosomiasis mansoni and *Biomphalaria glabrata* distribution in the state of Minas Gerais, Brazil. *Mem Inst Oswaldo Cruz*, Vol. 105, No. 4, pp. 512-518, 0074-0276. A Study of Schistosomiasis Prevalence and Risk of Snail Presence Spatial Distributions Using Geo-Statistical Tools 277. 2010a.

Guimarães, R. J. P. S., *et al.* A geoprocessing approach for studying and controlling schistosomiasis in the state of Minas Gerais, Brazil. *Mem Inst Oswaldo Cruz*, Vol. 105, No. 4, pp. 524-531, 0074-0276. 2010b.

Guimarães R. J. P. S., *et al.* Spatial distribution of *Biomphalaria* mollusks at São Francisco River Basin, Minas Gerais, Brazil, using geostatistical procedures. *Acta Trop*, Vol. 109, No. 3, pp. 181-186, 0001-706X. 2009.

Guimarães, R. J. P. S., *et al.* Schistosomiasis risk estimation in Minas Gerais state, Brazil, using environmental data and GIS techniques. *Acta Trop*, Vol. 108, No. 2-3, pp.. 2008.

Guimarães, R. J. P. S., *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*, Vol. 101, No. Suppl. I, pp. 91-96, 0074-0276. 2006a.

- Guimarães I, Tavares-Neto J, 2006. Transmissão urbana de esquistossomose em crianças de um bairro de Salvador, Bahia. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, v. 39, n. 5, p. 451-455. 2006b.
- Guimarães, C.T., Souza, C.P. And Soares, D.M. Possible Competitive Displacement Of Planorbids By *Melanoides Tuberculata* In Minas Gerais, Brazil. *Memórias Do Instituto Oswaldo Cruz*, 2001, 96, 173-176, Supplement. [Http://Dx.Doi.Org/10.1590/S0074-02762001000900027](http://Dx.Doi.Org/10.1590/S0074-02762001000900027). Pmid:11586446. 2001
- Guimarães C, Souza C, Carvalho O, Katz N, 1993. Sobre um foco urbano de esquistossomose em área metropolitana da região sudeste do Brasil. *Revista de Saúde Pública*; 27(3), 210-213. 1993
- Guimarães, Carlos Tito. "Controle biológico: *Pomacea haustorium* Reeve, 1856 (Mollusca, pilidae) sobre planorbíneos, em laboratório." *Revista de Saúde Pública* 17 (1983): 138-147. 1983
- Hagan, P., P. D. Ndhlovu, and D. W. Dunne. "Schistosome immunology: more questions than answers." *Parasitology Today* 14.10 (1998): 407-412. 1998
- Haggag, A. A., Partal, M. C., Rabiee, A., Abd Elaziz, K. M., Campbell Jr, C. H., Colley, D. G., & Ramzy, R. M. (2019). Multiple praziquantel treatments of *Schistosoma mansoni* egg-negative, CCA-positive schoolchildren in a very low endemic setting in Egypt do not consistently alter CCA results. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 100(6), 1507.
- Hamburger, J. (2020). Molecular tools and schistosomiasis transmission elimination. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 103(4), 1376. 2020
- Hawkins, K. R., Cantera, J. L., Storey, H. L., Leader, B. T., & de Los Santos, T. (2016). Diagnostic tests to support late-stage control programs for schistosomiasis and soil-transmitted helminthiasis. *PLoS neglected tropical diseases*, 10(12), e0004985.
- Hernández Mazariegos, W. C. (2016). *Determinación de la presencia de Hymenolepis nana e Hymenolepis diminuta en roedores sinantrópicos, en la comunidad los lirios, Masagua, Escuintla, Guatemala* (Doctoral dissertation, Universidad de San Carlos de Guatemala).
- Hershkovitz, P. (1944). A systematic review of the neotropical water rats of the genus *Nectomys* (Cricetinae). *Misc. Publs Mus.* 2001. Univ. Mich. No. 58: 1-88.
- Hershkovitz, P. (1948). Mammals of northern Colombia. Prelim. Rep. No. 3: Water rats (genus *Nectomys*), with supplemental notes on related forms. *Proc. US, Nut. Mus.* 98 49-55.
- Hewitt, Reynold, and Arve Lee Willingham. "Status of schistosomiasis elimination in the Caribbean region." *Tropical medicine and infectious disease* 4.1 (2019): 24. 2019
- Hofstede, Stefanie N., et al. "Long-term effect of mass chemotherapy, transmission and risk factors for *Schistosoma mansoni* infection in very low endemic communities of Venezuela." *Acta tropica* 140 (2014): 68-76.
- Hollanda, H. H. Educação sanitária. *Revista Brasileira de Malariologia e Doenças Tropicais*, 11: 525-533, 1959.
- Hotez, P.J.; Brindley, P.J.; Bethony, J.M.; King, C.H.; Pearce, E.J.; Jacobson, J. Helminth infections: the great neglected tropical diseases. *J. Clin. Invest.* v.118, n.4, p. 1311, 2008.
- Huang, Y, and Manderson L "Schistosomiasis and the social patterning of infection." *Acta tropica* 51.3-4 (1992): 175-194.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) - Cidades/2019. <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em fevereiro, 2021.
- Jannotti-Passos L. K., Caldeira R. L, Carvalho O. S. Técnicas utilizadas no estudo dos moluscos do gênero *Biomphalaria* e na manutenção do ciclo de *Schistosoma mansoni*. In OS Carvalho, PMZ Coelho, HL

Lenzi, *Schistosoma mansoni e esquistossomose: uma visão multidisciplinar*, Fiocruz, Rio de Janeiro, p. 531-544. 2008

Jarne, P; Pointier, J. P.; David, P. **Biosystematics of *Biomphalaria* spp. with an emphasis on *Biomphalaria glabrata***. p. 1-32. In: TOLEDO, R.; FRIED, B. *Biomphalaria* Snails and Larval Trematodes. Springer, 2011. 141p. New York, NY. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-7028-2_1

Kajihara N, Hirayama K. The war against a regional disease in Japan. A history of the eradication of schistosomiasis japonica. Trop Med Health. 2011; 39(1 Suppl 1):3–44. doi:10.2149/tmh.39-1-suppl_1-3.

Kamel, B., Laidemitt, M. R., Lu, L., Babbitt, C., Weinbaum, O. L., Mkoji, G. M., & Loker, E. 693 S. (2021). Detecting and identifying *Schistosoma* infections in snails and aquatic habitats: A 694 systematic review. PLoS Neglected Tropical Diseases, 15(3), e0009175.

Kampfer, P., *et al.* Molecular identification of coliform bacteria isolated from drinking water reservoirs with traditional methods and the Colilert-18 system. Int. J. Hyg. Environ. Health 211, 374e384. 2008

Kane, R. A.; Rollinson, D. Repetitive sequences in the ribosomal DNA internal transcribed spacer of *Schistosoma haematobium*, *Schistosoma intercalatum* and *Schistosoma mattheei*. **Molecular and Biochemical Parasitology**, uv. 63, n. 1, p. 153–156, 1994.

Katz, N. "*Inquérito Nacional de Prevalência da Esquistossomose mansoni e Geo-helminthoses*" Belo Horizonte: Centro de Pesquisa René Rachou (CPqRR), 2018. 76 p.

Katz, N., & Peixoto, S. V. (2000). Análise crítica da estimativa do número de portadores de esquistossomose mansoni no Brasil. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 33(3), 303–308. <https://doi.org/10.1590/S0037-86822000000300014>

Katz N. Schistosomiasis control in Brazil. **Mem Inst Oswaldo Cruz**; 93 (Suppl I):33- 5, 1998.

Katz, N. "Experiencias com quimioterapia em grande escala no controle da esquistossomose no Brasil." Rev. Inst. Med. Trop. São Paulo 22(1) : 40-51, janeiro-fevereiro, 1980a.

Katz, N., R. S. Rocha, and J. P. Pereira. "Controle da esquistossomose em Peri-Peri (Minas Gerais) através de repetidos tratamentos clínicos e aplicações de moluscicida." *Rev. Inst. Med. trop. S. Paulo* 22.Supl 4 (1980b): 203-11.

Katz, N, Chaves A, and Pellegrino J. "A simple, device for quantitative stool thick-smear technique in schistosomiasis mansoni." *Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo* 14.6 (1972): 397-400.

Katz, N., *et al.* "An attempt to control schistosomiasis mansoni in an endemic area by combining clinical treatment and molluscicide application." *J Parasitol* 56 (1970): 434.

Katz, N., and Z. Brener. "Evolução clínica de 112 casos de esquistossomose mansoni observados após 10 anos de permanência em focos endêmicos de Minas Gerais." *Rev. Inst. Med. Trop. S. Paulo* 8.3 (1966): 139-142.

Kawazoe, U, Pinto ACM. "Epidemiologic importance of some wild rodents in the schistosomiasis mansoni." *Revista de Saúde Pública* 17 (1983): 345-366.

Kawazoe U, Souza Dias LC, Piza JT (1978) Infecção natural de pequenos mamíferos por *Schistosoma mansoni*, na represa de Americana (São Paulo, Brasil). Rev Saude Publica 12:200–208. <https://doi.org/10.1590/s0034-89101978000200012>

Kawazoe, U. Alguns aspectos da biologia de *Biomphalaria glabrata* (Say,1818) e *Biomphalaria tenagophila* (Orbigny,1835) Pulmonata, planorbidae). II- Fecundidade e Fertilidade. Rev. Saúde púb. S. Paulo, v. 10, p.47-64, 1977

Keiser, J. Utzinger, J. Emerging foodborne trematodiasis, Emerg. Infect. Dis. 11 (2005) 1507–1514, <https://doi.org/10.3201/eid1110.050614>.

- King, K. C.; Stelkens, R. B.; Webster, J. P.; Smith, D. F.; Brockhurst, M. A. Hybridization in parasites: consequences for adaptive evolution, pathogenesis, and public health in a changing world. **PLoS Pathogens**, vol. 11, n. 9, p. e1005098, 2015.
- Kongs A, Marks G, Verlé P, Van der Stuyft P 2001. Limitations of Kato-Katz technique for evaluating *S. mansoni* infections. *Trop Med Int Health* 6: 163-169.
- Kloos, H. *et al.* The role of population movement in the epidemiology and control of schistosomiasis in Brazil: a preliminary typology of population movement. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, Rio de Janeiro, v. 105, n. 4, p. 578-586, 2010.
- Kloos, H. "Water resources development and schistosomiasis ecology in the Awash Valley, Ethiopia." *Social Science & Medicine* 20.6 (1985): 609-625.
- Kulldorff, M.; Nagarwalla, N. Spatial disease clusters: detection and inference. **Statistics in medicine**, v. 14, n. 8, p. 799–810, 30 abr. 1995.
- Kuntz E. R. Effect of light and temperature on shedding of *Schistosoma mansoni* cercariae. Naval Medical Research Institute 7: 16, 1946.
- Kyu, H. H. *et al.* Global, regional, and national disability-adjusted life-years (DALYs) for 359 diseases and injuries and healthy life expectancy (HALE) for 195 countries and territories, 1990-2017: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. **The Lancet**, v. 392, n. 10159, p. 1859–1922, 2018.
- Lainson, R. & Shaw, J. J. (1969). Some reservoir-hosts of *Leishmania* in wild animals of Mato Grosso State, Brazil. Two distinct strains of parasites isolated from man and rodents. Trans. R. SOC. trop. Med. Hyg. 63 408-409. term changes.
- Lambertucci, J. R., Drummond, S. C., Voieta, I., de Queiróz, L. C., Pereira, P. P. N., Chaves, B. A., ... & Antunes, C. M. (2013). An outbreak of acute *Schistosoma mansoni* Schistosomiasis in a nonendemic area of Brazil: a report on 50 cases, including 5 with severe clinical manifestations. *Clinical Infectious Diseases*, 57(1), e1-e6.
- Lambertucci, J. R. (2010). Diagnosing schistosomiasis: more than eggs in the stool. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 105(7), 880–885. <https://doi.org/10.1590/S0074-02762010000700013>
- Lambertucci, J.R. Acute schistosomiasis: clinical, diagnostic, and therapeutic features. *Rev Inst Med Trop São Paulo*. v.35, p.399-404, 1993.
- Léger, E., Borlase, A., Fall, C. B., Diouf, N. D., Diop, S. D., Yasenev, L., ... & Webster, J. P. (2020). Prevalence and distribution of schistosomiasis in human, livestock, and snail populations in northern Senegal: a *One Health* epidemiological study of a multi-host system. *The Lancet Planetary Health*, 4(8), e330-e342.
- Leger, E.; Webster, J. P. Hybridizations within the Genus *Schistosoma*: implications for evolution, epidemiology and control. **Parasitology**, vol. 144, n. 1, p. 65-80, 2017.
- Li HM, Qin ZQ, Bergquist R, Qian MB, Xia S, Lv S, *et al.* Nucleic acid amplification techniques for the detection of *Schistosoma mansoni* infection in humans and the intermediate snail host: a structured review and meta-analysis of diagnostic accuracy. *Int J Infect Dis* (2021) 112:152–64. doi: 10.1016/j.ijid.2021.08.061
- Lo NC, Bezerra FSM, Colley DG, Fleming FM, Homeida M, Kabatereine N, *et al.* Review of 2022 WHO guidelines on the control and elimination of schistosomiasis. *Lancet Infect Dis*. (2022) 3099(22). doi: 10.1016/s1473-3099(22)00221-3

Luz ZMP, Pimenta DN, Rabello A, Schall VT. Evaluation of informative materials on leishmaniasis distributed in Brazil criteria and basis for the production and improvement of health education materials. *Cad Saúde Pública* 19: 561-569, 2003

Magalhães, F. C., Resende, S. D., Senra, C., Graeff-Teixeira, C., Enk, M. J., Coelho, P. M. Z., ... & Carneiro, M. (2020). Accuracy of real-time polymerase chain reaction to detect *Schistosoma mansoni*-infected individuals from an endemic area with low parasite loads. *Parasitology*, 147(10), 1140-1148.

Magalhães, L. A.; De Lucca, O. Determinação do período de desenvolvimento e da viabilidade das desovas de duas populações de *Biomphalaria glabrata* e *Biomphalaria tenagophila* (Mollusca, Planorbidae). *Rev. Soc. Bras. Med. trop.*, v. 5, p. 307-313, 1971.

Maggi, Laura; Rocha, Izabella Chrystina ; Camelo, Genil Mororó Araújo ; Fernandes, Vanessa Rodrigues ; Negrão-Corrêa, Deborah . The IL-33/ST2 pathway is not essential to Th2 stimulation but is key for modulation and survival during chronic infection with *Schistosoma mansoni* in mice. *CYTOKINE*, v. 138, p. 155390, 2021.

Maldonado-Junior, Gentile R, Moraes CCF, D'Andrea OS, Lanfredi RM, Rey L (2006) Helminth communities of *Nectomys squamipes* naturally infected by the exotic trematode *Schistosoma mansoni* in southeastern Brazil. *Journal of Helminthology* 80(4):369-375. <https://doi.org/10.1017/JHL2006366>.

Maldonado, A., Loker, E., Morgan, J., Rey, L., & Lanfredi, R. (2001a). Description of the adult worms of a new Brazilian isolate of *Echinostoma paraensei* (Platyhelminthes: Digenea) from its natural vertebrate host *Nectomys squamipes* by light and scanning electron microscopy and molecular analysis. *Parasitology Research*, 87, 840-848.

Maldonado Júnior, A., Coura, R., Garcia, J. D. S., Lanfredi, R. M., & Rey, L. (2001b). Changes on *Schistosoma mansoni* (Digenea: Schistosomatidae) worm load in *Nectomys squamipes* (Rodentia: Sigmodontinae) concurrently infected with *Echinostoma paraensei* (Digenea: Echinostomatidae). *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 96, 193-198.

Maldonado, A., Vieira, G., Garcia, J., Rey, L., & Lanfredi, R. (2001c). Biological aspects of a new isolate of *Echinostoma paraensei* (Trematoda: Echinostomatidae): susceptibility of sympatric snails and the natural vertebrate host. *Parasitology Research*, 87, 853-859.

Maldonado Jr, A., Machado e Silva, J. R., Rodrigues e Silva, R., Lenzi, H. L., & Rey, L. (1994). Evaluation of the resistance to *Schistosoma mansoni* infection in *Nectomys squamipes* (Rodentia: Cricetidae), a natural host of infection in Brazil. *Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo*, 36, 193-198.

Malek, E. A. **Snail hosts of schistosomiasis and other snail-transmitted diseases in tropical America: a manual**. 1st Edition. Washington, DC: PAHO, 1985. 325 p.

Malone C. D., *et al.* Germ line transcripts are processed by a Dicer-like protein that is essential for developmentally programmed genome rearrangements of *Tetrahymena thermophila*. *Mol. Cell. Biol.* 2005

Martinez, E. M.; Costa-Silva, M.; Neves, R. H.; Oliveira, R. M. F.; Machado-Silva, J. R. Biological implications of the phenotypic plasticity in the *Schistosoma mansoni*-*Nectomys squamipes* model. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, vol.50, n. 4, p. 229-232, 2008.

Martins F. T. Mapeamento do risco da esquistossomose no Estado de Minas Gerais, usando dados ambientais e sociais. MSc Thesis, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, pp. 144. Retrieved from Schistosomiasis 278 <http://www.dpi.inpe.br/geoschisto/publicacoes/Martins_dissertacao.pdf>. 2008

Martins, Amílcar Vianna. *Diagnóstico de laboratório da esquistossomose mansoni*. Belo Horizonte: Imprensa Oficial, 1949, 1-265. (Tese de Concurso para Professor Catedrático de Parasitologia da Faculdade de Medicina da Universidade de Minas Gerais)

- Martins-Bedê F. T., *et al.* Risk Mapping of schistosomiasis in Minas Gerais, Brazil, Using MODIS and Socioeconomic Spatial Data. *Geoscience and Remote Sensing, IEEE Transactions on*, Vol. 47, No. 11, pp. 3899-3908, 0196-2892. 2009
- Martins-Bedê F. T., *et al.* Schistosomiasis risk mapping in the state of Minas Gerais, Brazil, using a decision tree approach, remote sensing data and sociological indicators. *Mem Inst Oswaldo Cruz*, Vol. 105, No. 4, pp. 541-548, 0074-0276. 2010
- Martins, A. V., Martins, G. & Brito, R. S. (1955). Reservatórios silvestres do *Schistosoma mansoni* no estado de Minas Gerais. *Revta bras. Malar. Doenq. rrop.* 7: 259-265.
- Massara, C. L.; *et al.* Esquistossomose em área de ecoturismo do Estado de Minas Gerais, Brasil. *Cadernos de Saúde Pública (ENSP. Impresso)*, v. 24, p. 1709-1712, 2008.
- Massara CL Peixoto SV, Enk MJ, Barros HS, Carvalho OS, Sakurai E, Schall VT. Evaluation of an improved approach using residences of schistosomiasis- positive school children to identify carriers in an area of low endemicity. *Am Soc Trop Med Hyg* 74: 495-499, 2006
- Massara, C. L, and Schall V. T.. "A Pedagogical approach of schistosomiasis an experience in health education in Minas Gerais, Brazil." *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 99 (2004): 113-119. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0074-02762004000900021>
- Massara, C. L., *et al.* "Factors associated with schistosomiasis mansoni in a population from the municipality of Jaboticatubas, State of Minas Gerais, Brazil." *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 99 (2004): 127-134.
- Mawa PA, Kincaid-Smith J, Tukahebwa EM, Webster JP and Wilson S (2021) Schistosomiasis Morbidity Hotspots: Roles of the Human Host, the Parasite and Their Interface in the Development of Severe Morbidity. *Front. Immunol.* 12:635869. doi: 10.3389/fimmu.2021.635869 REVIEW published
- McManus, D. P.; Dunne, D. W.; Sacko, M.; Utzinger, J.; Vennervald, B. J.; Zhou, X. N. Schistosomiasis. **Nature Reviews Disease primers**, vol. 4, n. 1, p. 13, 2018.
- Mejia, R., Slatko, B., Almazan, C., Cimino, R., Krolewiecki, A., Duran, N. M., ... & Cooper, P. J. (2024). Molecular Testing of Environmental Samples as a Potential Source to Estimate Parasite Infection. *Tropical Medicine and Infectious Disease*, 9(10), 226.
- Mejia, R., Seco-Hidalgo, V., Garcia-Ramon, D., Calderón, E., Lopez, A., & Cooper, P. J. (2020). Detection of enteric parasite DNA in household and bed dust samples: potential for infection transmission. *Parasites & vectors*, 13, 1-5.
- Melchior, L. A. K.; Brilhante, A. F.; Chiaravalloti-Neto, F. Spatial and temporal distribution of American cutaneous leishmaniasis in Acre state, Brazil. **Infectious Diseases of Poverty**, v. 6, n. 1, p. 99, 7 dez. 2017.
- Melo, A. L. D., & Pereira, L. H. (1985). On the finding of *Biomphalaria tenagophila* naturally infected with *Schistosoma mansoni* in the state of Minas Gerais, Brazil. *Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo*, 27, 99-101.
- Menezes, C. A., Montresor, L. C., Jangola, S. T. G., de Mattos, A. C., Domingues, A. L. C., Junior, A. M., ... & Oliveira, R. R. (2023). FioSchisto's expert perspective on implementing WHO guidelines for schistosomiasis control and transmission elimination in Brazil. *Frontiers in Immunology*, 14, 1268998. 2023
- Milward-de-Andrade, R., Maruch, S. M., & Costa, M. J. (1978). Alimentação e fecundidade de planorbídeos criados em laboratórios: IV-Helisoma duryi (Wetherby, 1879).(Pulmonata, Planorbidae). *Revista de Saúde Pública*, 12, 90-98.
- Milward-de-Andrade, R. "Controle biológico da esquistossomose mansoni." *Rev. Soc. bras. Med. trop* 6 (1972): 421.

- Milward-de-Andrade, R, and Carvalho, O. S.. "Colonização de *Pomacea haustum* (Reeve, 1856) em localidade com esquistossomose mansonii: Baldim, MG (Brasil).(Prosobranchia, Pilidae)." *Revista de Saúde Pública* 13 (1979): 92-107.
- Miranda, G. S., Rodrigues, J. G. M., de Oliveira Silva, J. K. A., Camelo, G. M. A., Silva-Souza, N., Neves, R. H., ... & Negrão-Corrêa, D. A. (2022). New challenges for the control of human schistosomiasis: the possible impact of wild rodents in *Schistosoma mansonii* transmission. *Acta tropica*, 236, 106677.
- Miranda, G. S.; Rodrigues, J. G. M.; Lira, M. G. S.; Nogueira, R. A.; Gomes, G. C. C.; Silva-Souza, N. *Schistosoma mansonii* Infection in *Holochilus sciureus* Shows Sex-Related Differences in Parasitological Patterns. **Open Journal of Animal Sciences**, vol. 9, n. 2, p. 173-182, 2019.
- Miranda, G. S.; Miranda, B. S.; Rodrigues, J. G. M.; Lira, M. G. S.; Nogueira, R. A.; Viegas-Melo, D.; Silva-Souza, N. Research Note. The wild water-rats and their relevance in the context of schistosomiasis mansonii in Brazil: what we know and recommendations for further research. **Helminthologia**, vol. 54, n. 2, p. 165-169, 2017.
- Miranda, G. S.; Rodrigues, J. G. M.; Lira, M. G. S.; Nogueira, R. A.; Gomes, G. C. C.; Silva-Souza, N. Monitoring positivity for *Schistosoma mansonii* in rodents *Holochilus* sp. naturally infected. *Ciência Animal Brasileira*, vol. 16, n. 3, p. 456 – 463, 2015.
- Moojen, J. (1952). Os roedores do Brasil. Rio de Janeiro: Minestkrio de Educaclo e Saude, Inst. Nacl. do Livro. OConnell, M. A. (1979). Ecology of didelphid marsupials from northern Venezuela. In *Vertebrate ecology in the northern neotropics: 73-87*. Eisenberg, J. F. (Ed.). Washington, D.C.: Smithson. Inst. Press.
- Montresor, A. (2002). *Helminth control in school-age children: a guide for managers of control programmes*. World Health Organization.
- Moreno, P. & Callisto, M. 2006. Benthic macroinvertebrates in the watershed of an urban reservoir in southeastern Brazil. *Hydrobiologia* 560: 311-321.
- Morgan, J.A.T., *et al.* "Origin and diversification of the human parasite *Schistosoma mansonii*." **Molecular ecology** 14.12 (2005): 3889-3902.
- Moura, A. C. M. *et al.* (2005). "Atualização de mapa de drenagem como subsídio para montagem de SIG para a análise da distribuição da esquistossomose em Minas Gerais" in *Anais do XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*. 8p. 2005.
- Murta, F. L. G., Massara, C. L., Nogueira, J. F. C., dos Santos Carvalho, O., de Mendonça, C. L. F., Pinheiro, V. A. O., & Enk, M. J. (2016). Ecotourism as a source of infection with *Schistosoma mansonii* in Minas Gerais, Brazil. *Tropical Diseases, Travel Medicine and Vaccines*, 2, 1-3.
- Murta, F. L. G. *et al.* Teachers as multipliers of knowledge about schistosomiasis: a possible approach for health education programmes. *BMC Infectious Diseases*, v. 22, Art. 853, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s12879-022-07829-x>.
- Nacife, M. B. P. E. S. L., Siqueira, L. M. V., Barbosa, K. F., Vianna, V. N., Masioli, C. Z., da Silva, J. C. & Machado-Coelho, G. L. L. (2024). Prevalence of helminthic infections in Brazilian Maxakali indigenous: a repeated cross-sectional design. *International Journal for Equity in Health*, 23(1), 18.
- Nascimento G, Oliveira M, 2014. Severe forms of schistosomiasis mansonii: epidemiologic and economic impact in Brazil, 2010. *Trans R Soc Trop Med Hyg*. Jan;108(1):29-36.
- Nicolato, A. J. P. G. (2014). Morbidade por esquistossomose mansônica nas terras Indígenas Maxakali e Xakriabá, Minas Gerais.

- N'goran, E. K., *et al.* "Reinfection with *Schistosoma haematobium* following school-based chemotherapy with praziquantel in four highly endemic villages in Côte d'Ivoire." *Tropical medicine & international health* 6.10 (2001): 817-825.
- Noya, B. A. D., Guevara, R. R., Colmenares, C., Losada, S., & Noya, O. (2006). Low transmission areas of schistosomiasis in Venezuela: consequences on the diagnosis, treatment, and control. *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz*, 101, 29-35.
- Nogueira, R. A., Lira, M. G. S., Licá, I. C. L., Frazão, G. C. C. G., Dos Santos, V. A. F., Mendes Filho, A. C. C., ... & Nascimento, F. R. F. (2022). Praziquantel: An update on the mechanism of its action against schistosomiasis and new therapeutic perspectives. *Molecular and Biochemical Parasitology*, 252, 111531.
- Oliveira, E. C. A. *et al.* Mapping the risk for transmission of urban schistosomiasis in the Brazilian Northeast. *Geospatial Health*, v. 15, n. 2, dez. 2020. DOI: 10.4081/gh.2020.861
- Oliveira, W. J., Magalhaes, F. D. C., Elias, A. M. S., de Castro, V. N., Favero, V., Lindholz, C. G., ... & Geiger, S. M. (2018). Evaluation of diagnostic methods for the detection of intestinal schistosomiasis in endemic areas with low parasite loads: Saline gradient, Helminx, Kato-Katz and rapid urine test. *PLoS neglected tropical diseases*, 12(2), e0006232. 2018
- Olivier, L, and Schneiderman, M. "A method for estimating the density of aquatic snail populations." *Experimental Parasitology* 5.2 (1956): 109-117.
- Oliver, L.; Barbosa, F. S.; Coelho, M. V. The influence of infection with *Schistosoma mansoni* on survival of *Australorbis glabratus*. *Publicações Avulsas do Instituto Aggeu Magalhães*, v. 3, p 63-71.1954
- PAHO Pan American Health Organization. **Schistosomiasis**. Disponível em: <<https://www.paho.org/en/topics/schistosomiasis>>. Acesso em: 20 outubro 2023.
- Paixão Siqueira, L., Fontes, D. A. F., Aguilera, C. S. B., Timóteo, T. R. R., Ângelos, M. A., Silva, L. C. P. B. B., ... & Neto, P. J. R. (2017). Schistosomiasis: Drugs used and treatment strategies. *Acta tropica*, 176, 179-187.
- Panzner, U. Clinical Applications of Isothermal Diagnosis for Human Schistosomiasis. **Encyclopedia**. p. 690–704, 2022.
- Paraense, W. L. Planorbidae, Lymnaeidae and Physidae of Ecuador (Mollusca: Basommatophora). **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, vol. 99, n. 4, p. 357-362, 2004.
- Paraense WL, 2001. The schistosome vectors in the Americas. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 96, 7-16.
- Paraense WL, 1986. Distribuição dos caramujos no Brasil. In: Reis FA, Faria J and Katz N (eds.), *Modernos Conhecimentos sobre a Esquistossomose Mansônica*. Suplemento dos Anais de 1983/1984. Academia Mineira de Medicina, Belo Horizonte, Brazil, 117-128.
- Paraense, L. "Estado atual da sistemática dos planorbídeos brasileiros". *Arq. Mus. Nac. Rio de Janeiro* (1975) 55:105-128.
- Paraense, W. L., & Corrêa, L. R. (1973). Susceptibility of *Biomphalaria peregrina* from Brazil and Ecuador to two strains of *Schistosoma mansoni*. *Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo*, 15(3), 127-130. 1973
- Paraense, W. L. 1972 'Fauna planorbídica do Brasil'. Em C. S. Lacaz, R. G. Baruzzi e W. Siqueira Jr. (orgs.), *Introdução à geografia médica do Brasil*, São Paulo, Edgard Blücher/Edusp, pp. 213-39. 1972
- Paraense, W. L., & Deslandes, N. (1956). *Australorbis nigricans* as the Transmitter of Schistosomiasis in Santos, State of São Paulo.

Paraense, W. L. Autofecundação e fecundação cruzada em *Australorbis glabratus*. Mem. do Inst. Oswaldo Cruz, v. 53, p.277-284, 1955

Pardini R, Umetsu F. Pequenos mamíferos não-voadores da Reserva Florestal do Morro Grande—distribuição das espécies e da diversidade em uma área de Mata Atlântica. Biota Neotropica. 2006; 6:1–22.

Paredes H., *et al.* Spatial pattern, water use and risk levels associated with the transmission of schistosomiasis on the north coast of Pernambuco, Brazil. Caderno de Saúde Pública 26: 1013-1023, 2010.

Patz, J. A.; Hahn, M. B. Climate change and human health: an *One Health approach*. Curr. Top. Microbiol. Immunol., v. 366, p. 141-171, 2014.

Paula, A. C. (1983). Relações espaciais de pequenos mamíferos em uma comunidade de mata de galeria do Parque Nacional de Brasília. MS thesis, Universidade de Brasília, Brazil.

Paulinyi, H. M., & Paulini, E. (1971). Laboratory observations on the biological control of *Biomphalaria glabrata* by *Pomacea* sp.(Ampullariidae).

Paz, W. S., Gomes, D. S., Ramos, R. E. S., Cirilo, T. M., Santos, I. G. A., Ribeiro, C. J. N., ... & Bezerra-Santos, M. (2020). Spatiotemporal clusters of schistosomiasis mortality and association with social determinants of health in the Northeast region of Brazil (1980–2017). *Acta Tropica*, 212, 105668. 2020

Peralta, J. M., & Cavalcanti, M. G. (2018). Is POC-CCA a truly reliable test for schistosomiasis diagnosis in low endemic areas? The trace results controversy. *PLoS neglected tropical diseases*, 12(11), e0006813.

Pellegrini, A.; Kulldorff, M. SaTScan - Manual do Usuário para versão 9.4. p. 113, 2016.

Perlowagora, S. A. Studies on the biology of *Australorbis glabratus*, Schistosome- Bearing Brazilian snail. Rev. Bras. Malariol. Doenças Trop, v.10, p. 459-531, 1958

Picot, H. (1992). *Holochilus brasiliensis* and *Nectomys squamipes* (Rodentia-Cricetidae) natural hosts of *Schistosoma mansoni*. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 87, 255-260.

Pinto, H.A.. *Amphimerus lancea* as a potential etiological agent of human amphimerosis in South America: a morphological analysis based on literature data, *Acta Parasitol.* 66 (2021) 277–281, <https://doi.org/10.1007/s11686-020-00264-5>.

Pinto, H. A.; Melo, A. L. A checklist of cercariae (Trematoda: Digenea) in molluscs from Brazil. *ZOOTAXA (ONLINE)*, v. 3666, p. 449-475, 2013.

Piva N, Barros PRC. Infecção natural de animais silvestres e domésticos pelo *Schistosoma mansoni* em Sergipe. Rev. bras. Malar. 1966;18:221-33.

Ramalho-Santos, J. O. Â. O., & Horta, S. “One Health”. Pinto, A. M., & Bom, A. T. 7. Uma Só Saúde (“One Health”)-A Visão Médica. “One Health”, 91.

Ramos, A. Da S.; Piza, J. De T. & Camargo, L. S. V. de Observações sobre *Australorbis tenagophilus*, transmissor da esquistossomose mansônica. *Arq. Hig. Saúde públ.*, 26:121-124, jun. 1961.

Reis, G., Silva, E. A., Silva, D. C., Thabane, L., Milagres, A. C., Ferreira, T. S. & Mills, E. J. (2022). Effect of early treatment with ivermectin among patients with Covid-19. *New England Journal of Medicine*, 386(18), 1721-1731.

Rey, L. Contribuição para o conhecimento da morfologia, biologia e ecologia dos planorbídeos brasileiros transmissores da esquistossomose. Rio de Janeiro: Serviço Nacional de Educação Sanitária, 1956. 217 p.

Rey, L. (1993): Non-human vertebrate hosts of *Schistosoma mansoni* and schistosomiasis transmission in Brazil. *Res. Rev. Parasitol.*, 53(1 – 2): 13 – 25

Ribeiro-dos-Santos, G., Verjovski-Almeida, S., & Leite, L. C. (2006). Schistosomiasis—a century searching for chemotherapeutic drugs. *Parasitology research*, 99, 505-521. 2006

Ribeiro, A. C., Maldonado Jr, A., D'Andrea, P. S., Vieira, G. O., & Rey, L. (1998). Susceptibility of *Nectomys rattus* (Pelzen, 1883) to experimental infection with *Schistosoma mansoni* (Sambon, 1907): a potential reservoir in Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 93, 295-299.

Rossomando, M. J., Márquez, W., Prado, J., & Chacón, N. (2008). Epidemiología de himenolepiosis y otras parasitosis intestinales en una comunidad suburbana de Escuque, Trujillo-Venezuela. *Revista de la Facultad de Medicina*, 31(2), 101-110.

Salvador, R.B., And Bichuette M.E., 2024. *Idiopyrgus* Pilsbry, 1911 (Gastropoda, Tomichiidae): a relict genus radiating into subterranean environments. *Zoosystematics and Evolution*, vol. 100, no. 4, pp. 1543-1556. <https://doi.org/10.3897/zse.100.136428>.

Valadão, M. C., Alves, P. V., López-Hernández, D., Assis, J. C., Coelho, P. R., Geiger, S. M., & Pinto, H. A. (2023). A new cryptic species of *Echinostoma* (Trematoda: Echinostomatidae) closely related to *Echinostoma paraensei* found in Brazil. *Parasitology*, 150(4), 337-347.

Van Dam, G. J., Wichers, J. H., Ferreira, T. F., Ghatai, D., Van Amerongen, A., & Deelder, A. M. (2004). Diagnosis of schistosomiasis by reagent strip test for detection of circulating cathodic antigen. *Journal of clinical microbiology*, 42(12), 5458-5461.

Van Dam GJ, Bergwerff AA, Thomas-Oates JE, Rotmano JP, Kamerling JP, Vliegenthart JF, *et al.* The immunologically reactive O-linked polysaccharide chains derived from circulating cathodic antigen isolated from the human blood fluke *Schistosoma mansoni* have Lewis x as repeating unit. *Eur J Biochem*. 1994; 225(1):467±482. <https://doi.org/10.1111/j.1432-1033.1994.00467.x> PMID: 7925469

Van Dam GJ, Claas FH, Yazdanbakhsh M, Kruize YC, van Keulen AC, Ferreira ST, *et al.* *Schistosoma mansoni* excretory circulating cathodic antigen shares Lewis-x epitopes with a human granulocyte surface antigen and evokes host antibodies mediating complement-dependent lysis of granulocytes. *Blood*. 1996; 88(11):4246±4251. PMID: 8943860

Van Lieshout, L., Panday, U. G., De Jonge, N., Krijger, F. W., Oostburg, B. F. J., Polderman, A. M., & Deelder, A. M. (1995). Immunodiagnosis of schistosomiasis mansoni in a low endemic area in Surinam by determination of the circulating antigens CAA and CCA. *Acta tropica*, 59(1), 19-29.

Van't Wout, A. B., De Jonge, N., Tiu, W. U., Garcia, E. E., Mitchell, G. F., & Deelder, A. M. (1992). Schistosome circulating anodic antigen in serum of individuals infected with *Schistosoma japonicum* from the Philippines before and after chemotherapy with praziquantel. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 86(4), 410-413.

Saijuntha, W. Sithithaworn, P. Kiatsopit, N. Andrews, R.H. Petney, T.N.. Liver flukes: *Clonorchis* and *Opisthorchis*, *Adv. Exp. Med. Biol.* 1154 (2019) 139–180, https://doi.org/10.1007/978-3-030-18616-6_6.

Santos, M. A. *et al.* Integrating environmental, parasitological and spatial data to detect high-risk areas for schistosomiasis transmission. *Tropical Medicine & International Health*, [S. l.], v. 29, n. 2, p. 120–131, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1111/tmi.13993>.

Santos, J. P. (2019). Epidemiologia da esquistossomose mansoni nos municípios do Parque Nacional da Serra do Cipó (ParnaCipó): desempenho de métodos de diagnóstico, monitoramento da transmissão, e de marcadores de morbidade em escolares. Tese de Doutorado—Instituto de Ciências Biológicas da UFMG.

Sato, M. O., Rafalimanantsoa, A., Ramarokoto, C., Rahetilahy, A. M., Ravoniarimbina, P., Kawai, S., Minamoto T., Sato, M., Kirinoki, M., Rasolofo, V., De Calan, M., & Chigusa, Y. (2018). Usefulness of environmental DNA for detecting *Schistosoma mansoni* occurrence sites in Madagascar. *International Journal of Infectious Diseases*, 76, 130-136 2018

Schall, V. T.; Massara, C. L. & Diniz, M. C. P. Educação em Saúde no Controle da Esquistossomose. In: Carvalho, O. S.; Coelho P. M. Z. & Lenzi, H. L. (Orgs.). *Schistosoma mansoni* e Esquistossomose: uma visão multidisciplinar. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2008.

Schall, V. T. *et al.* (Org). Os caminhos da esquistossomose no meio ambiente. Belo Horizonte: **Fiocruz**. 26 p. (Série Esquistossomose; 8, Parte II), 2007.

Schall, V.; and M. C. P. D. "Information and education in schistosomiasis control: an analysis of the situation in the state of Minas Gerais, Brazil." *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 96 (2001): 35-43. 2001

Schall, V. T.; Struchiner, M.. Educação em saúde: novas perspectivas. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 15, supl. 2, p. 4-6, 1999. Disponível em: <https://www.scielo.org/article/ress/2016.v25n3/575-584/>

Schall, V. T. An interactive perspective of health education for the tropical disease control: the schistosomiasis case. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 93(Suppl. 1): 51-58, 1998.

Schall, V. T. "Health education, public information, and communication in schistosomiasis control in Brazil: a brief retrospective and perspectives." *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 90 (1995): 229-234. 1995 Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0074-02761995000200018>

Schall, V. T. *et al.* Educação sanitária para alunos de primeiro grau: avaliação de um material de ensino e profilaxia da esquistossomose. *Revista de Saúde Pública*, 21: 387-404, 1987.

Scholte, R.G.C. *et al.* Predictive risk mapping of schistosomiasis in Brazil using Bayesian geostatistical models. *Acta Tropica*, v. 132, p. 57-63, 2014.

Scholte, R. G. C. *et al.* Spatial distribution of *Biomphalaria* spp., the intermediate host snails of *Schistosoma mansoni*, in Brazil. *Geospatial Health*, v. 6, n. 3, p. 95-101, 2012.

Sengupta, M. E., Hellström, M., Kariuki, H. C., Olsen, A., Thomsen, P. F., Mejer, H., ... & 782 Vennervald, B. J. (2019). Environmental DNA for improved detection and environmental 783 surveillance of schistosomiasis. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(18), 784 8931-8940.

Silva-Moraes, Vanessa, *et al.* "Diagnosis of *Schistosoma mansoni* infections: what are the choices in Brazilian low-endemic areas?." *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 114 (2019).

Silva GM. Helmintos de *Didelphis albiventris* Lund, 1841, capturados em Belo Horizonte, Minas Gerais: frequências, intensidades médias, associações parasitárias e aspectos morfológicos com o auxílio do microscópio eletrônico de varredura. Belo Horizonte. Brasil. Instituto de Ciências Biológicas UFMG. 1995.

Silva, R. E., de Melo, A. L., & Pereira, L. H. (1994). Suscetibilidade de *Biomphalaria tenagophila* e *Biomphalaria glabrata* de uma mesma região a duas cepas de *Schistosoma mansoni*. *Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo*, 36(5), 409-415.

Silva TM, Andrade ZA 1989. Infecção natural de roedores silvestres pelo *Schistosoma mansoni* *Mem Inst Oswaldo Cruz* 84: 227-235.

Siqueira, L.M.; Couto, F.F.; Taboada, D., Oliveira, A.A.; Carneiro, N.F.; Oliveira, E.; Coelho, P.M.; Katz, N. Performance of POC-CCA® in diagnosis of schistosomiasis mansoni in individuals with low parasite burden. *Rev. Soc. Bras. Med. Trop.*, v. 49, n.3, p.341-347, 2016.

Siqueira, L. M.; Gomes, L. I.; Oliveira, E.; Oliveira, E. R.; Oliveira, A.; Enk, M. J.; Carneiro, N.F.; Rabello, A.; Coelho, P. M. Evaluation of parasitological and molecular techniques for the diagnosis and assessment of cure of schistosomiasis mansoni in a low transmission area. *Mem Inst Oswaldo Cruz.*, v.2, p.209-214, 2015.

- Siqueira, L. M. V., Coelho, P. M. Z., Oliveira, Á. A. D., Massara, C. L., Carneiro, N. F. D. F., Lima, A. C. L., & Enk, M. J. (2011). Evaluation of two coproscopic techniques for the diagnosis of schistosomiasis in a low-transmission area in the state of Minas Gerais, Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 106, 844-850.
- Souza, M. A. A. *et al.* Aspectos ecológicos e levantamento malacológico para identificação de áreas de risco para transmissão da esquistossomose mansoni no litoral norte de Pernambuco, Brasil. *Iheringia, Sér. Zool.* [online]. 2010, vol.100, n.1, pp.19-24. 2010
- Souza, M. A. A.; Barbosa, V. S.; Wanderlei, T. N. G. & Barbosa, C. S. Criadouros de *Biomphalaria*, temporários e permanentes, em Jaboatão dos Guararapes, PE. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical* 41(3):252-256. 2008
- Souza, M. A. A.; Souza, L. A.; Melo, A. L. Levantamento malacológico e mapeamento das áreas de risco para transmissão da esquistossomose mansoni no Município de Mariana, Minas Gerais, Brasil. *Revista de Ciências Médicas e Biológicas, Salvador*. Aceito, v. 5, p. 132-139, 2006.
- Souza Msl, Carvalho Os, Souza Dwc, Massara Cl, Araújo Rl, Paulino Nms, Ribeiro Mja, Oliveira Fc, Nogueira Jn, Chaves Te, Bayão Jr E, Assis Rl. Inter-relação entre parasitoses e hipovitaminose A. Infecção por *Schistosoma mansoni* e o nível sérico de retinolização da população da zona endêmica de Minas Gerais (Brasil). *Rev Inst Med Trop São Paulo* 39: 281-287, 1988.
- Souza, C. P. D., Araujo, N., & Azevedo, M. D. L. L. D. (1983). Potentiality of the *Biomphalaria straminea* populations of the State of Minas Gerais, as hosts of *Schistosoma mansoni*. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 78, 251-256.
- Sperandio, A. M. G.; Filho, L. L. F.; Mattos, T. P. Política de promoção da saúde e planejamento urbano: Articulações para o desenvolvimento da cidade saudável. *Ciência e Saude Coletiva*, Rio de Janeiro, v. 21, n. 6, p. 1931-1937, 2016.
- Standley, C. J., Lwambo, N. J. S., Lange, C. N., Kariuki, H. C., Adriko, M., & Stothard, J. R. (2010). Performance of circulating cathodic antigen (CCA) urine-dipsticks for rapid detection of intestinal schistosomiasis in schoolchildren from shoreline communities of Lake Victoria. *Parasites & vectors*, 3, 1-5.
- Steinmann, P.; Keiser, J.; Bos, R.; Tanner, M; Utzinger, J. Schistosomiasis and water resources development: systematic review, meta-analysis, and estimates of people at risk. *Lancet Infect Dis.* v.6, p.411-25, 2006.
- Stothard, J. R., Chitsulo, L., Kristensen, T. K., & Utzinger, J. (2009). Control of schistosomiasis in sub-Saharan Africa: progress made, new opportunities and remaining challenges. *Parasitology*, 136(13), 1665-1675.
- Tchuenté, L. A. T., Rollinson, D., Stothard, J. R., & Molyneux, D. (2017). Moving from control to elimination of schistosomiasis in sub-Saharan Africa: time to change and adapt strategies. *Infectious diseases of poverty*, 6(01), 12-25.
- Tchuem Tchuenté, L. A., Kamwa Ngassam, R. I., Sumo, L., Ngassam, P., Dongmo Noumedem, C., Nzu, D. D. O. L., ... & Angwafo III, F. F. (2012). Mapping of schistosomiasis and soil-transmitted helminthiasis in the regions of centre, east and west Cameroon. *PLoS neglected tropical diseases*, 6(3), e1553.
- Teixeira, C.F.; Neuhauss, E.; Ben, R.; Romanzini, J. Detection of *Schistosoma mansoni* Eggs in Feces through their Interaction with Paramagnetic Beads in a Magnetic Field. *PLoS Neglected Tropical Diseases*. v.1, e73, 2007.
- Teles, H. M. S., Carvalho, M. E. D., Ferreira, C. S., Zacharias, F., Lima, V. R. D., & Fadel, M. L. C. (2002). Schistosomiasis mansoni in Bananal (State of São Paulo, Brazil): I. Efficiency of diagnostic and treatment procedures. *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz*, 97, 181-186.

- Teodoro T.M., *et al.*, Occurrence of *Biomphalaria cousini* (Mollusca: Gastropoda) in Brazil and its susceptibility to *Schistosoma mansoni* (Platyhelminths: Trematoda). *Mol Phylogenet Evol* 57: 144-151.2010
- Tibiriçá S. H. C., *et al.* Malacological survey of *Biomphalaria* snails in municipalities along the Estrada Real in the southeast of the state of Minas Gerais, Brazil. *Rev Soc Bras Med Trop*, Vol. 44, No. 2, pp. 163-167, 0037-8682. 2011.
- Théron, A., *et al.* "Long-term dynamics of natural populations of *Schistosoma mansoni* among *Rattus rattus* in patchy environment." *Parasitology* 104.2 (1992): 291-298.
- Travassos L. Introdução ao Estudo da Helminologia. Rio de Janeiro. Rev Bras Biol. 1950; 173.
- Turner, H. C. *et al.* Economic Considerations for Moving beyond the Kato-Katz Technique for Diagnosing Intestinal Parasites As We Move Towards Elimination. **Trends in Parasitology**, v. 33, n. 6, p. 435–443, 2017.
- Uchoa, E. *et al.* The control of schistosomiasis in Brazil: an ethno-epidemiological study of the effectiveness of a community mobilization program for health education. *Social Science & Medicine*, v. 51, p. 1529–1541, 2000. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0277-9536\(00\)00052-6](https://doi.org/10.1016/S0277-9536(00)00052-6).
- Utzinger J, Becker SL, van Lieshout L, van Dam GJ, Knopp S. New diagnostic tools in schistosomiasis. *Clin Microbiol Infect* (2015) 21(6):529–42. doi: 10.1016/j.cmi.2015.03.014
- Utzinger, J.; N'goran, E.K.; Caffrey, C.R.; Keiser, J., 2011. From innovation to application: social-ecological context, diagnostics, drugs and integrated control of schistosomiasis. **Acta Tropica**, vol. 120, n. 1, p. S121-S137, 2011.
- Utzinger, J., *et al.* "Schistosomiasis and neglected tropical diseases: towards integrated and sustainable control and a word of caution." *Parasitology* 136.13 (2009): 1859-1874.
- Utzinger, J., Shuhua, X., N'Goran, E. K., Bergquist, R., & Tanner, M. (2001). The potential of artemether for the control of schistosomiasis. *International Journal for Parasitology*, 31(14), 1549-1562.
- Van Der Werf, M. J.; De Vlas, S. J.; Brooker, S.; Looman, C. W.; Nagelkerke, N. J.; Habbema, J. D.; Engels, D. Habbema and Dirk Engels. Quantification of clinical morbidity associated with schistosome infection in sub-Saharan Africa. **Acta Tropica**, vol. 89, n. 2-3, p. 125-139, 2003.
- Van Etten, L., Engels, D., Krijger, F. W., Nkulikyinka, L., Gryseels, B., & Deelder, A. M. (1996). Fluctuation of schistosome circulating antigen levels in urine of individuals with *Schistosoma mansoni* infection in Burundi. *The American journal of tropical medicine and hygiene*, 54(4), 348-351.
- Viana, A. G., Gazzinelli-Guimarães, P. H., de Castro, V. N., Dos Santos, Y. L. D. O., Ruas, A. C. L., Bezerra, F. S. D. M., ... & Fujiwara, R. T. (2019). Discrepancy between batches and impact on the sensitivity of point-of-care circulating cathodic antigen tests for *Schistosoma mansoni* infection. *Acta tropica*, 197, 105049.
- Vidigal, THDA, *et al.*, "Further studies on the molecular systematics of *Biomphalaria* snails from Brazil." *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 95 (2000): 57-66.
- Wang, W., Wang, L., & Liang, Y. S. (2012). Susceptibility or resistance of praziquantel in human schistosomiasis: a review. *Parasitology research*, 111, 1871-1877.
- Wang LD, Chen HG, Guo JG, Zeng X-J, Hong X-L, Xiong J-J, *et al.* A strategy to control transmission of *Schistosoma japonicum* in China. *N Engl J Med*. 2009; 360(2):121–8. 51.
- Weerakoon, K. G. A. D.; Gobert, G. N.; Cai, P.; McManus, D. P. Advances in the Diagnosis of Human Schistosomiasis. **Clinical microbiology reviews**, vol. 28, n. 4, p. 939–967, 2015.

WHO. Health topics: vaccinating against rabies to save lives. Geneva, Switzerland: World Health Organization. See <https://www.who.int/activities/> 2023

WHO. **GUIDELINE on control and elimination of human schistosomiasis**. Geneva: World Health Organization; 2022.

WHO. Ending the neglect to attain the sustainable development goals. *One Health: approach for action against neglected tropical diseases 2021–2030*. Geneva, Switzerland: World Health Organization. 2022

WHO. Schistosomiasis. Disponível em: <shorturl.at/GJTWX>. Acesso em: 10 ago. 2022.

WHO. Ending-the-neglect-to-attain-the-SDGs--NTD-Roadmap. 2021.

WHO. Ending the neglect to attain the sustainable development goals: a road map for neglected tropical diseases 2021–2030. Geneva, Switzerland: World Health Organization. 2020

WHO. Schistosomiasis Guidelines for implementation of control and elimination of schistosomiasis and verification of interruption of transmission. Geneva: WHO, 2020b. Disponível em: <https://www.who.int/schistosomiasis/news/public-consultation-experts-guideline-development-group/en/>. Acesso em: jun. 2023.

WHO. “Schistosomiasis and soil- transmitted helminthiasis: numbers of people treated in 2017.” 2018.

WHO. **Department of control of neglected tropical diseases**. Schistosomiasis and soil-transmitted helminthiasis: number of people treated in 2018. Geneva: WHO, 2018b.

WHO. “WHO data show unprecedented treatment coverage for bilharzia and intestinal worms.” 2017

WHO. Schistosomiasis: progress report 2001– 2011, strategic plan 2012–2020. Geneva, Switzerland: World Health Organization. 2013

WHO. Schistosomiasis: progress report 2001–2011 and strategic plan 2012–2020. Geneva: WorldHealth Organization, 2012.

WHO. Helminth control in school-age children: A guide for managers of control programmes. Geneva p. xii; 75 p, September/2011 2011. ISSN 978 92 4 150 312 9. Disponível em: <http://apps.WHO.int/iris/bitstream/handle/10665/44671/9789241548267_eng.pdf?sequence=1>. 2011

WHO. (2002). *Prevention and control of schistosomiasis and soil-transmitted helminthiasis: Report of a WHO Expert Committee*. WHO Technical Report Series 912.

WHO. Bench Aids for the Diagnosis of Intestinal Parasites-World Health Organization, 1994, Sw. Fr. 35.00 (Sw. Fr. 24.50 in developing countries)." *Parasitology Today* 6.11 (1994): 238. 1994

Yuill, R. S. The Standard Deviation Ellipse; An Updated Tool for Spatial Description. **Geografiska Annaler. Series B, Human Geography**, v. 53, n. 1, p. 28, 1971.

Zhou, Liu-Yang *et al.* The effects of health education on schistosomiasis japonica prevalence and relevant knowledge in the People’s Republic of China: a systematic review and meta-analysis. *Parasitology International*, v. 62, n. 2, p. 150–156, 2013.

Zhou, X.N.; Guo, J.G.; Wu, X.H.; Jiang, Q.W.; Zheng, J.; Dang, H. Epidemiology of schistosomiasis in the People’s Republic of China, 2004. *Emerg Infect Dis*, v. 13, n. 10, p. 1470-1476, 2007.

Zinsstag, Jakob, *et al.*, eds. *One Health: the theory and practice of integrated health approaches*. CABI, 2021.

Zou H-Y, Yu Q-F, Qiu C, Webster JP, Lu D-B. 2020 Meta-analyses of *Schistosoma japonicum* infections in wild rodents across China over time indicates a potential challenge to the 2030 elimination targets. *PLoS Negl. Trop. Dis.* 14, e0008652. (doi:10.1371/journal.pntd.0008652)

9. ANEXOS

9.1 Anexo I – Parecer do Comitê de Ética para coletar material biológico dos escolares.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
MINAS GERAIS



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: SITUAÇÃO ATUAL DA ESQUISTOSSOMOSE MANSONI NO MUNICÍPIO DE BALDIM, MINAS GERAIS, BRASIL: EPIDEMIOLOGIA E AVALIAÇÃO DO RISCO POTENCIAL POR UMA ABORDAGEM ONE HEALTH

Pesquisador: Stefan Michael Geiger

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 64024222.4.0000.5149

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Patrocinador Principal: Universidade Federal de Minas Gerais

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 5.955.224

Apresentação do Projeto:

Segundo os autores deste Estudo, “em áreas endêmicas para esquistossomose mansonii no Brasil, o Programa de Controle da Esquistossomose (PCE) prioriza em suas intervenções o diagnóstico e o tratamento dos pacientes infectados. Atualmente o método de Kato-Katz é o diagnóstico recomendado pela Organização Mundial de Saúde (OMS), porém, em áreas de baixa endemicidade e/ou baixa carga parasitária este método demonstrou baixa sensibilidade, necessitando um aumento de amostras fecais e de lâminas examinadas para um controle mais eficaz. A partir dessa limitação para a eliminação da doença, a OMS em 2022, tem recomendado diferentes abordagens, além do diagnóstico e tratamento: o uso de medidas integradas incluindo abordagens Water, Sanitation and Hygiene (WASH) e One Health.”

Os autores acrescentam que “segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), a doença é um dos maiores problemas em relação à saúde pública. Aproximadamente 200 milhões de indivíduos estão infectados por espécies de *Schistosoma* Weiland, 1858 nos países tropicais, e ainda 700-800 milhões de pessoas vivem sob o risco de infecção. (McMANUS, 2018; WHO, 2013, 2017). No Brasil, a doença é causada pelo trematódeo da espécie *Schistosoma mansonii* Sambon, 1907 e os moluscos de água doce *Biomphalaria glabrata* (Say, 1818), *B. straminea* (Dunker, 1848) e *B. tenagophila* (d'Orbigny, 1835) são os hospedeiros intermediários do parasito (BRASIL, 2014). Apesar dos sucessivos programas de controle realizados no Brasil, a doença se encontra em

Endereço: Av. Presidente Antonio Carlos, 6627 2º. Andar Sala 2005 Campus Pampulha

Bairro: Unidade Administrativa II

CEP: 31.270-901

UF: MG

Município: BELO HORIZONTE

Telefone: (31)3409-4592

E-mail: coep@prpq.ufmg.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
MINAS GERAIS

Continuação do Parecer: 5.955.224

expansão geográfica adquirindo um novo perfil epidemiológico. A transmissão contínua está concentrada nas regiões Nordeste e Sudeste, afetando principalmente populações de baixa renda, com precariedade de saneamento básico (Katz, 2018, Sarvel et al. 2011) com um número ainda alto de formas hepatoesplênicas graves e mortes (Barbosa et al. 2016; Martins-Melo et al. 2018) mesmo passível de prevenção e cura, sabe-se que custo de seu controle ainda é alto.

Baldim, Minas Gerais, Brasil é um município historicamente endêmico para a esquistossomose. A história do município de Baldim (MG) com a esquistossomose não é recente. No ano de 1968, Katz apresentou os primeiros relatos na avaliação de um novo quimioterápico (Hycanthone) no município. Um total de 1800 habitantes foi examinado e foi constatada uma prevalência de aproximadamente 50%. Em julho do mesmo ano, 760 pacientes foram tratados com dose única de Hycanthone (2,5 mg/kg i.m.). Em abril de 1970, pacientes não-curados e alguns pacientes novos foram tratados. Um ano após, cerca de 95% dos pacientes tratados permaneciam sem ovos nas fezes e foram considerados curados. Dois anos de acompanhamento demonstraram que 40% das crianças tratadas e 9% dos adultos novamente estavam eliminando ovos de *S. mansoni* nas fezes. Três anos depois mais de 50% de toda a população apresentava-se novamente infectada (Katz, 1980)".

Além disso, "o município de Baldim, de acordo com Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN) 2022, continua sendo classificado como um município endêmico para esquistossomose, mesmo tendo sido feitas várias intervenções na década de 70. As diferentes medidas integradas para o combate da doença, como o tratamento em massa da população humana, ações de educação em saúde junto a população escolar e adulta, aplicação de Bayluscide e a introdução de Pomacea nas coleções de água para o controle de *Biomphalaria*, reduziram a prevalência e o número de moluscos na área. Hoje, embora o perfil epidemiológico seja de baixa carga parasitária, o município conta apenas com uma equipe do PCE ativa para a realização do diagnóstico e tratamento dos pacientes infectados, com o objetivo de controlar a morbidade."

Estudos realizados em diversas comunidades da zona rural brasileira demonstraram que diferentes níveis de saneamento básico, altos índices de distribuição e infecção de hospedeiro intermediário, alta densidade populacional e contato frequente com coleções hídricas contaminadas são determinantes para manter a prevalência da infecção humana pelo *S. mansoni*. Durante os anos 80 e 90 algumas abordagens foram feitas como sendo iniciativa de controle integrado. Entretanto muitas destas tentativas falharam, quando alguns itens não foram considerados, como o

Endereço: Av. Presidente Antonio Carlos, 6627 2º. Andar Sala 2005 Campus Pampulha**Bairro:** Unidade Administrativa II**CEP:** 31.270-901**UF:** MG**Município:** BELO HORIZONTE**Telefone:** (31)3409-4592**E-mail:** coep@prpq.ufmg.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
MINAS GERAIS

Continuação do Parecer: 5.955.224

desconhecimento das crenças, atitudes, padrões de comportamento, conhecimentos, conceitos da população e fatores ecológicos (HUANG & MADERSON 1992; KLOOS 1985). A discrepância entre o que se sabe e o que se faz é observado em muitos estudos. Verifica-se que a “mensagem” veiculada parece “sem uso” num ambiente onde é utópico pretender, por exemplo que os indivíduos evitem as águas de que dependem para sua própria subsistência e lazer (COUTINHO & PIMONT, 1981). A realização de estudos ambientais, com atenção para as bacias hidrográficas, é importante para a compreensão da dinâmica dos ciclos dos parasitos e a degradação ambiental decorrente das diversas atividades humanas. É preciso considerar ainda o problema de informação para o comportamento preventivo em lugares onde os melhoramentos ambientais não são feitos em paralelo às medidas educacionais. As experiências de diferentes países apontam para medidas integradas para conferir sustentabilidade às ações de vigilância em saúde, como a integração de medidas de educação em saúde, tratamento, fornecimento de água não-contaminada, construção de rede de esgoto e o monitoramento por uma abordagem One Health (WHO, 2022; 2017; 1994). Este estudo, que será realizado no município de Baldim-MG, procura revelar os elementos históricos, biológicos, sociais, econômicos, políticos e culturais contidos nesta estrutura, para direcionar conhecimentos que permitirão uma construção lógica das ações de controle. Os dados malacológicos e epidemiológicos humanos e ambientais obtidos neste estudo poderão auxiliar na definição de áreas de risco no município e apontar para definição das estratégias de intervenção.

Assim a 1ª parte do estudo se propõe a “descrever a situação atual da esquistossomose mansoni no município de Baldim, pela epidemiologia e pela avaliação do risco potencial numa abordagem One Health. A pesquisa humana desse projeto utilizará dados dos pacientes positivos para esquistossomose fornecidos pela Secretaria Municipal de Saúde, correspondente ao período de 2012 a 2022”.

A 2ª parte do estudo será baseada “na avaliação da infecção em escolares, com idade entre 11 a 17 anos, da rede estadual de ensino. Os escolares responderão questionários com informações demográficas e sanitárias, bem como de padrão de contato com a água. Para a detecção da esquistossomose será coletada uma única amostra do material fecal e da urina, a partir disso, serão confeccionadas seis lâminas pelo método de Kato-Katz com as amostras de fezes e um teste rápido de urina para detecção de antígeno circulante (POC-CCA).

Registra-se que “as casas de todos os pacientes correspondentes ao período 2012 a 2022 e dos escolares participantes serão georreferenciadas para a análise do risco potencial. Espera-se que os

Endereço: Av. Presidente Antonio Carlos, 6627 2º. Andar Sala 2005 Campus Pampulha**Bairro:** Unidade Administrativa II**CEP:** 31.270-901**UF:** MG**Município:** BELO HORIZONTE**Telefone:** (31)3409-4592**E-mail:** coep@prpq.ufmg.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
MINAS GERAIS

Continuação do Parecer: 5.955.224

resultados possam subsidiar ações voltadas para os profissionais de saúde e gestão pública, aliando a produção de conhecimento à intervenções concretas de melhorias na atenção e cuidado em saúde, especialmente na determinação das áreas de risco para o controle da esquistossomose.

Objetivo da Pesquisa:**Objetivo Geral:**

Descrever a situação atual da esquistossomose mansoni no município de Baldim, a partir da epidemiologia e da avaliação do risco potencial por abordagem One Health.

Objetivos Específicos:

- 1) Analisar a distribuição temporal e espacial da esquistossomose no município, no período entre 2012 a 2022;
- 2) Produzir e validar material paradidático a ser disponibilizado nas redes sociais;
- 3) Descrever a taxa de positividade da infecção por *S. mansoni*, entre escolares do Ensino Fundamental 2 e Médio do município, utilizando os métodos de diagnóstico: Kato-Katz (parasitológico quantitativo-qualitativo) e o teste rápido de urina (POC-CCA);
- 4) Avaliar, utilizando questionários, a associação entre os fatores demográficos, sócio-ambientais e os padrões de contato com água em relação à esquistossomose nos escolares estudados;
- 5) Confeccionar mapas de risco para identificar os focos de infecção por *S. mansoni* e os fatores associados.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Segundo os autores da Pesquisa acerca dos Riscos "Não há riscos adicionais dos pacientes porque serão coletadas fezes e urina dos pacientes. As amostras biológicas serão tratadas como potencialmente infectantes e dentro das normas de biossegurança da UFMG. Após o tratamento pode ocorrer temporariamente leve desconforto abdominal/intestinal como náuseas, vômitos e

Endereço: Av. Presidente Antonio Carlos, 6627 2º. Andar Sala 2005 Campus Pampulha**Bairro:** Unidade Administrativa II**CEP:** 31.270-901**UF:** MG**Município:** BELO HORIZONTE**Telefone:** (31)3409-4592**E-mail:** coep@prpq.ufmg.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
MINAS GERAIS

Continuação do Parecer: 5.955.224

diarreia seguido de expulsão e morte dos vermes. A idade de cada paciente será mantida em sigilo, e as amostras codificadas."

E quanto aos Benefícios do estudo, os autores destacam: "Escolares positivos para qualquer parasitose intestinal (protozoários ou helmintos), serão encaminhados para o posto de saúde mais próximo e serão tratados sob supervisão dos médicos e da Secretaria de Saúde de Baldim com as devidas drogas (Metronidazol, Albendazol e Praziquantel). Assim, o tratamento preventivo pode contribuir para a saúde dos indivíduos e para o crescimento e aprendizagem dos escolares. Além disso, o mapeamento das áreas de risco para esquistossomose pode contribuir para o direcionamento adequado de intervenções WASH ('Water, Sanitation and Hygiene') pelo município em termos de saneamento básico e intervenções educativas na população."

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Pesquisa muito interessante e bastante pertinente para a área de Saúde Pública e Coletiva, no município de Baldim, MG, reconhecido historicamente como endêmico para a esquistossomose. Além disso, "o município de Baldim, de acordo com Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN) 2022, continua sendo classificado como um município endêmico para esquistossomose, mesmo tendo sido feitas várias intervenções na década de 70.

Assim, este estudo se propõe na sua 1ª parte a "descrever a situação atual da esquistossomose mansoni no município de Baldim, pela epidemiologia e pela avaliação do risco potencial numa abordagem One Health. A pesquisa humana desse projeto utilizará dados dos pacientes positivos para esquistossomose fornecidos pela Secretaria Municipal de Saúde, correspondente ao período de 2012 a 2022".

A 2ª parte do estudo será baseada "na avaliação da infecção em 222 escolares proveniente de duas Escolas Estaduais do município de Baldim, com idade entre 11 a 17 anos, portanto, alunos da rede estadual de ensino. Os escolares responderão questionários com informações demográficas e sanitárias, bem como de padrão de contato com a água. Para a detecção da esquistossomose será coletada uma única amostra do material fecal e da urina, a partir disso, serão confeccionadas seis lâminas pelo método de Kato-Katz com as amostras de fezes e um teste rápido de urina para detecção de antígeno circulante (POC-CCA).

Endereço: Av. Presidente Antonio Carlos, 6627 2º Andar Sala 2005 Campus Pampulha**Bairro:** Unidade Administrativa II**CEP:** 31.270-901**UF:** MG**Município:** BELO HORIZONTE**Telefone:** (31)3409-4592**E-mail:** coep@prpq.ufmg.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
MINAS GERAIS

Continuação do Parecer: 5.955.224

No primeiro Parecer elaborado, foi solicitado ao Coordenador do estudo que fizesse várias adequações sobre os dois pontos abaixo, nos principais documentos do Projeto que haviam sido postados na Plataforma Brasil entre 21/07/2022 a 14/09/2022:

1. Coleta e Armazenamento das Amostras Biológicas e 2. Tratamento dos indivíduos positivos.

Registra-se que o Coordenador da Pesquisa retirou dos documentos Protocolo da Pesquisa da Plataforma Brasil, Projeto Detalhado (Brochura) do Pesquisador, TCLE e TALE, a parte relativa ao Armazenamento das amostras Biológicas (fezes, lâminas, sedimentos, e urina), explicando diretamente na Carta-resposta, e em alguns documentos do Projeto, que o armazenamento temporário das mesmas seria realizado por curto período de tempo, e apenas para fins de confirmação dos resultados dos métodos diagnósticos utilizados. Assim, suprime-se a necessidade de adicionar à documentação do Projeto o "Termo de Biorepositório" que seria indispensável apresentar caso o Projeto pretendesse realizar o armazenamento das referidas amostras biológicas.

Destaca-se também, que foi adicionado nos textos do TCLE, TALE, Protocolo da Pesquisa da Plataforma Brasil e Projeto Detalhado (Brochura) do Pesquisador, os Riscos relativos aos efeitos colaterais do tratamento, uma vez que haverá a possibilidade de realizar o tratamento em crianças e adolescentes. Adequações no formato do TCLE e no TALE (alteração de termos para versão mais acessível, adição de campos para Rubrica dos Participantes e Pesquisador Responsável.

Finalmente, registra-se, que o Coordenador do estudo realizou a adequação do Cronograma do Estudo tanto no Protocolo da Pesquisa da Plataforma Brasil quanto no Projeto Detalhado (Brochura) do Pesquisador.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Foram apresentados os seguintes documentos: Projeto Detalhado (Brochura do Pesquisador), Protocolo Básico de Pesquisa apresentado à Plataforma Brasil (PB), Parecer da Câmara Departamental aprovado em reunião de 25/08/2022, Declaração de Anuência da Secretaria Municipal de Saúde do Município, postado em 21/07/2022, Folha de rosto, TCLE (Termo de Consentimento Livre e Esclarecido) e TALE.

Destaca-se que tanto o TALE quanto o TCLE relativos ao Projeto de pesquisa a ser desenvolvido apresentam um texto bastante adequado no que diz respeito aos Objetivos, Metodologia da

Endereço: Av. Presidente Antonio Carlos, 6627 2º Andar Sala 2005 Campus Pampulha
Bairro: Unidade Administrativa II CEP: 31.270-901
UF: MG Município: BELO HORIZONTE
Telefone: (31)3409-4592 E-mail: coep@prpq.ufmg.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS



Continuação do Parecer: 5.955.224

Pesquisa, Riscos e Benefícios, e Aspectos éticos observados, além do direito à não-participação e à desistência da referida pesquisa.

Registra-se a adição na Plataforma Brasil em 02/03/2023, dos documentos modificados pelo Coordenador, Projeto Detalhado (Brochura do Pesquisador), Protocolo Básico de Pesquisa apresentado à Plataforma Brasil (PB), TCLE e TALE, além da Carta resposta do Coordenador.

Recomendações:

Sou a favor, S.M.J., pela aprovação do presente Projeto de Pesquisa, uma vez que o Coordenador do Estudo atendeu a todas as diligências apresentadas e solicitadas no 1º Parecer.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Não há.

Considerações Finais a critério do CEP:

Tendo em vista a legislação vigente (Resolução CNS 466/12), o CEP-UFMG recomenda aos Pesquisadores: comunicar toda e qualquer alteração do projeto e do termo de consentimento via emenda na Plataforma Brasil, informar imediatamente qualquer evento adverso ocorrido durante o desenvolvimento da pesquisa (via documental encaminhada em papel), apresentar na forma de notificação relatórios parciais do andamento do mesmo a cada 06 (seis) meses e ao término da pesquisa encaminhar a este Comitê um sumário dos resultados do projeto (relatório final).

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1982957.pdf	02/03/2023 18:40:36		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_020323_Comite_de_Etica_Humano.pdf	02/03/2023 18:38:17	PAULO RICARDO SILVA COELHO	Aceito
Outros	CartaCOEP020323.pdf	02/03/2023 18:36:20	PAULO RICARDO SILVA COELHO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TALE_Comite_de_Etica_Humano_020323.pdf	02/03/2023 18:35:12	PAULO RICARDO SILVA COELHO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento /	TCLE_Comite_de_Etica_Humano_020323.pdf	02/03/2023 18:32:57	PAULO RICARDO SILVA COELHO	Aceito

Endereço: Av. Presidente Antonio Carlos, 6627 2º. Andar Sala 2005 Campus Pampulha
 Bairro: Unidade Administrativa II CEP: 31.270-901
 UF: MG Município: BELO HORIZONTE
 Telefone: (31)3409-4592 E-mail: coep@prpq.ufmg.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS



Continuação do Parecer: 5.955.224

Justificativa de Ausência	TCLE_Comite_de_Etica_Humano_020323.pdf	02/03/2023 18:32:57	PAULO RICARDO SILVA COELHO	Aceito
Folha de Rosto	SEI_UFMG_1743532_Folha_de_Rosto_HumanosEsquistossomoseBaldim_PRSC_SMG.pdf	14/09/2022 11:42:16	PAULO RICARDO SILVA COELHO	Aceito
Solicitação registrada pelo CEP	Oficio_Aprovacao_Projeto_CEP.pdf	25/08/2022 11:39:30	PAULO RICARDO SILVA COELHO	Aceito
Parecer Anterior	PARECER_CONSUBSTANCIADO.pdf	25/08/2022 11:38:16	PAULO RICARDO SILVA COELHO	Aceito
Declaração de concordância	Declaracao_de_anuencia_do_Municipio.pdf	21/07/2022 11:24:25	PAULO RICARDO SILVA COELHO	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

BELO HORIZONTE, 21 de Março de 2023

Assinado por:
Corinne Davis Rodrigues
(Coordenador(a))

Endereço: Av. Presidente Antonio Carlos, 6627 2º. Andar Sala 2005 Campus Pampulha

Bairro: Unidade Administrativa II CEP: 31.270-901

UF: MG Município: BELO HORIZONTE

Telefone: (31)3409-4592

E-mail: coep@prpq.ufmg.br

9.2 Anexo II – Declaração de Anuência do Município de Baldim



Universidade Federal de Minas Gerais
Instituto de Ciências Biológicas
Departamento de Pós-graduação em Parasitologia



DECLARAÇÃO

A Secretaria de Saúde do Município de Baldim, Minas Gerais, Brasil, inscrita no CNPJ sob o número 9 18.116.129/0001-25, situada no endereço Rua Vitalino Augusto, 635, centro, CEP: 35.732-000, e representada pela Secretária **Andréa Freire** manifesta interesse e anuência na participação no projeto de pesquisa intitulado: **“Situação atual da esquistossomose mansoni no município de Baldim, Minas Gerais, Brasil: epidemiologia e avaliação do risco potencial por uma abordagem *one health*”** coordenado pelos Pesquisadores Dr. Stefan Michael Geiger e o aluno de doutorado Paulo Ricardo Silva Coelho do Laboratório e Helminthoses Intestinais da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

Assim, manifesto o compromisso em colaborar no projeto, me comprometendo com as atividades de atendimento e acompanhamento dos pacientes e no fornecimento de dados do Programa de Controle da Esquistossomose (PEC) do período de 2012 a 2021 para a realização do referido projeto.

Baldim, 23 de maio de 2023.

Documento assinado digitalmente
gov.br ANDREA DA CONCEICAO FREIRE
Data: 23/05/2023 12:39:27-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Andréa Freire

Secretária de Saúde do Município de Baldim

9.3 Anexo III – Termo de consentimento Livre e Esclarecido

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

(Pais ou responsáveis dos participantes menores de 18 anos)

BALDIM - MINAS GERAIS

Seu filho(a) ou menor sob sua responsabilidade, cujo nome é _____

foi convidado a participar voluntariamente do projeto de pesquisa: **“Situação atual da esquistossomose mansoni no município de Baldim, Minas Gerais, Brasil: epidemiologia e avaliação do risco potencial por uma abordagem *One Health*”**.

Pedimos a sua autorização para a coleta, o armazenamento, a utilização e descarte do material biológico humano **fezes e urina** da criança e/ou adolescentes. Para esta pesquisa adotaremos os seguintes procedimentos: será coletada uma amostra de fezes (50mg) e a primeira urina (30 mL) da manhã para avaliar a eficácia de um método de diagnóstico rápido. Todas as amostras de urina serão armazenadas em freezer -20°C e -80°C até o final da pesquisa. Para essa pesquisa não existirão riscos para a sua saúde. A pesquisa contribuirá para entender sobre a infecção em indivíduos com a doença e auxiliar na determinação das áreas de risco no município de Baldim.

O tratamento realizado para a esquistossomose será feito com Praziquantel e para geohelmintíases serão utilizados o Albendazol ou Mebendazol. Estes medicamentos podem trazer um leve desconforto ao ingerir, mas que serão minimizados com o oferecimento de um lanche para a criança antes de tomar o comprimido.

Para participar deste estudo o Sr. (a) ou a criança não terá custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. O Sr. (a) terá o esclarecimento sobre o estudo em qualquer aspecto que desejar e estará livre para aceitar ou recusar a participação da criança a qualquer tempo e sem quaisquer prejuízos. Pode também retirar o consentimento de guarda e utilização do material biológico do menor, armazenado no Biorrepositório, valendo a desistência a partir da data de formalização desta. A aceitação da participação da criança é voluntária, e a recusa em

participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que a criança será atendido (a) pelo pesquisador, que tratará a identidade com padrões profissionais de sigilo.

Os resultados obtidos, a partir dos materiais biológicos e aplicação de questionários, estarão à sua disposição quando finalizada a pesquisa. Seu nome ou o material que indique sua participação ou da criança não será liberado sem a sua permissão. O (A) Sr. (a) ou o menor não serão identificados (a) em nenhuma publicação que possa resultar deste trabalho.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável, no Laboratório de Helmintos Intestinais, e a outra será fornecida ao Sr. (a). Os dados, materiais e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos na sala 164/L4 do Instituto de Ciências Biológicas da UFMG e após esse tempo serão destruídos. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resoluções Nº 466/12; 441/11 e a Portaria 2.201 do Conselho Nacional de Saúde e suas complementares), utilizando as informações somente para fins acadêmicos e científicos.

Consentimento: Declaro que li e entendi as informações relativas a este estudo. Fui informado que assinarei duas vias do consentimento e que uma delas ficará comigo. Concordo com a participação voluntária da criança nesta pesquisa.

Nome da criança: _____

Nome do responsável: _____

Assinatura do responsável _____

Assinatura do entrevistador: _____

Data: ____ de _____ de 202__

Endereço e telefone do pesquisador:

Para maiores informações sobre o estudo, você poderá se comunicar com o pesquisador responsável: Dr. Stefan Michael Geiger Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Parasitologia/ICB, Bloco L4, Sala 164; Avenida Antônio Carlos 6627, CEP 31270-901, Pampulha, Belo Horizonte-MG; Tel.: (31)3409-2869.

Para informações éticas do estudo, você poderá contatar o Comitê de Ética da UFMG (Comitê de Ética em Pesquisas com Seres Humanos da Universidade Federal de Minas Gerais). Endereço: Av. Antônio Carlos, nº 6627, Unidade Administrativa II, Sala 2005–Bairro Pampulha/ Belo Horizonte – MG. CEP: 31270-901. Tel.: (31) 3409 4592 Email: coep@prpq.ufmg.br

9.4 Anexo IV – Termo de Assentimento Livre e Esclarecido

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Crianças e Adolescentes participantes (11 - 17 anos)

BALDIM - MINAS GERAIS

Título da pesquisa: **“Situação atual da esquistossomose mansoni no município de Baldim, Minas Gerais, Brasil: epidemiologia e avaliação do risco potencial por uma abordagem *One Health*”**

DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DO VOLUNTÁRIO

NOME DA CRIANÇA/ADOLESCENTE: _____

DATA DE NASCIMENTO: _____

Informações ao voluntário participante da pesquisa

Estamos convidando você para participar de um projeto de pesquisa desenvolvido por pesquisadores da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). O objetivo deste estudo é verificar se existe a presença de vermes ou produto deles nas suas amostras de fezes e urina para, assim, saber se você tem xistose ou outro verme, além de realizar questionários relacionados ao tema. A xistose ou barriga d'água como é conhecida é uma doença que é transmitida no contato com águas que contém caramujos infectados. Importante saber que as pessoas que têm a doença podem ser tratadas e curadas, mas para isso é preciso saber se você tem ou não a doença. Caso seja encontrado algum verme, faremos o tratamento com medicamento.

Riscos e benefícios

Caso aceite participar da pesquisa, não existirão riscos para a sua saúde. Isso irá te beneficiar, pois se for descoberto a presença do verme, nós iremos tratar e você ficará forte e saudável.

Confidencialidade

Não falaremos para ninguém que você está participando deste projeto.

Armazenamento de amostras biológicas para uso em pesquisas futuras

As suas amostras de fezes e urina que serão utilizadas para saber se você tem a xistose ou outro verme, serão guardadas em freezer.

Participação voluntária: Você não é obrigado a participar. Não haverá problemas nas suas atividades na escola. O seu tratamento médico será realizado se você quiser, ou não, participar da pesquisa.

Assentimento: Declaro que li e entendi as informações relativas a este estudo. Fui informado que assinarei duas vias do assentimento e que uma delas ficará comigo. Concordo com a minha participação voluntária nesta pesquisa.

Assinatura da criança/adolescente (11 a 17 anos): _____

Assinatura do entrevistador: _____

Data: ____ de _____ de 202__

Endereço e telefone do pesquisador:

Para maiores informações sobre o estudo, você poderá se comunicar com o pesquisador responsável: Dr. Stefan Michael Geiger

Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Parasitologia/ICB, Bloco L4, Sala 164; Avenida Antônio Carlos 6627, CEP 31270-901, Pampulha, Belo Horizonte-MG; Tel.: (31)3409-2869.

Para informações éticas do estudo, você poderá contatar o Comitê de Ética da UFMG (Comitê de Ética em Pesquisas com Seres Humanos da Universidade Federal de Minas Gerais).
Endereço: Av. Antônio Carlos, nº 6627, Unidade Administrativa II, Sala 2005–Bairro Pampulha/ Belo Horizonte – MG. CEP: 31270-901. Tel.: (31) 3409 4592 Email: coep@prpq.ufmg.br

9.5 Anexo V – Questionário Sociodemográfico

INFORMAÇÕES SOBRE FAMÍLIA, RESIDÊNCIA E SANEAMENTO

Pesquisa: “Situação atual da esquistossomose mansoni no município de Baldim, Minas Gerais, Brasil: epidemiologia e avaliação do risco potencial por uma abordagem *One Health*”

Nome: _____

Série/Turma: _____

() E.E. José Ribeiro da Silva () E.E. Oscar Artur Guimarães

1) Escolaridade da MÃE ou outro responsável: _____

() Analfabeto () Fundamental incompleto () Fundamental completo () Médio incompleto
() Médio completo () Superior incompleto () Superior completo () Pós-graduado
() Não sei/não lembro () Não quero responder () Não se aplica

2) Escolaridade do PAI ou outro responsável: _____

() Analfabeto () Fundamental incompleto () Fundamental completo () Médio incompleto
() Médio completo () Superior incompleto () Superior completo () Pós-graduado
() Não sei/não lembro () Não quero responder () Não se aplica

3) Qual a profissão dos responsáveis pela casa? _____

4) Número de pessoas na sua casa _____

5) Área: () Urbano () Rural

6) Endereço da sua casa: _____

7) Há quanto tempo você mora nessa casa? _____

8) Origem da água utilizada em casa:

() Mina/Poço artesiano () Torneira pública () Açude/córrego () COPASA

() Outros: _____

9) A água para beber é:

() Filtrada () Fervida () Direto do córrego () Direto da Mina/Poço () Direto da COPASA

() Outros: _____

10) Fonte de água utilizada mais próxima da sua casa:

() Vala de horta () Cachoeira () Córrego () Lago () Poço artesiano () Açude () Rio () Mina
() Represa () Poça d' água em ponto de passagem obrigatório () Não utilizo outras fontes de água

11) Motivo de contato com a água

() Lavar roupa () Buscar água () Lavar vasilha () Tomar banho/higiene pessoal () Nadar
(lazer) () Pescar () Atravessar córrego () Trabalho na lavoura () Regar horta () Lavar
animais () Lavar moto e bicicletas () Não utilizo outras fontes de água

() Outros: _____

12) A casa possui caixa d'água? () Sim () Não () Não lembro

13) Tipo de instalação sanitária: () Privada com água e descarga () Privada com fossa seca

() Sem privada, com assento no chão () Não sei () Outros: _____

14) Destino do esgoto:

() Via pública canalizada () Rio ou córrego () Fossa séptica () Mato () Vala negra

() Outros: _____

9.6 Anexo VI - Aprovação e registro da pesquisa no SISBIO



Ministério do Meio Ambiente - MMA

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio

Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

Licença permanente para coleta de material zoológico

Número: 12989-6	Data da Emissão: 30/11/2022 16:03:09	Data da Revalidação*: 01/07/2023
De acordo com o art. 28 da IN 03/2014, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.		

Dados do titular

Nome: Adriano Pereira Paglia	CPF: 893.843.266-15
Nome da Instituição: Universidade Federal de Minas Gerais	CNPJ: 17.217.985/0001-04

Atividades

#	Atividade	Grupo de Atividade
1	Coleta/transporte de amostras biológicas in situ	Fora de UC Federal
2	Captura de animais silvestres in situ	Fora de UC Federal
3	Marcação de animais silvestres in situ	Fora de UC Federal
4	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Fora de UC Federal

Táxons autorizados

#	Nível taxonômico	Táxon(s)
1	Ordem	Animalia > Chordata > Mammalia > Chiroptera
2	Ordem	Animalia > Chordata > Mammalia > Lagomorpha
3	Ordem	Animalia > Chordata > Mammalia > Rodentia
4	Ordem	Animalia > Chordata > Mammalia > Didelphimorphia

Destino do material biológico coletado

#	Nome local destino	Tipo destino
1	Universidade Federal de Minas Gerais	Coleção

9.7 Anexo VII – Questionário para avaliação do conhecimento pré e pós-teste**QUESTIONÁRIO DE PESQUISA PARA OS ALUNOS – PRÉ E PÓS-TESTE**

Pesquisa: **“Situação atual da esquistossomose mansoni no município de Baldim, Minas Gerais, Brasil: epidemiologia e avaliação do risco potencial por uma abordagem *One Health*”**

Nome: _____
Idade: _____ **Gênero:** () Feminino () Masculino () Outros: _____
Série/Turma: _____ () Ensino Fundamental () Ensino Médio
() Escola Estadual José Ribeiro da Silva () Escola Estadual Oscar Artur Guimarães

1. Você sabe o que é Xistose? Se sim, explique com suas palavras.

2. Você já ouviu falar sobre Xistose na sua cidade?

() Sim () Não

3. Você conhece alguém que tem/teve xistose?

() Sim, o que essa pessoa é sua? () Eu mesmo () pais/irmãos () amigo(a) () vizinho(a)
() Não () Não lembro () Outros: _____

4. Você sabe como a xistose é transmitida?

() Sim () Não () Não lembro

4.1 Qual bicho pode transmitir a xistose?

() Mosquito () Barbeiro () Caramujo () Não lembro () Outro. Qual? _____

4.2 Onde esse bicho que transmite a xistose vive?

() Ar () Água () Terra () Mar () Não lembro

5. Tem algum exame que é feito para saber se a pessoa tem xistose?

() Sim () Não () Não lembro

5.1. Se sim. Qual material utilizado deve ser examinado?

() Sangue () Urina () Fezes () Não sei () Não lembro () Nenhum

6. Existe tratamento para a xistose?

() Sim () Não () Não lembro

7. Você sabe como evitar a xistose?

8. Você já estudou sobre a esquistossomose (xistose) em sala de aula? Se sim, em qual série?

() Sim, _____
() Não () Não lembro

9.8 Anexo VIII – Questionário de avaliação do vídeo**QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DO VÍDEO - QUESTIONÁRIO PÓS-TESTE**

1) O que a xistose causa na pessoa infectada?

2) Como a pessoa se infecta no ambiente?

3) Você consegue reconhecer os lugares mostrados no vídeo? Qual o nome desses lugares?

4) Você frequenta esses lugares? Utiliza de alguma forma?

5) Você já observou caramujos nesses ambientes? () Sim () Não () Não lembro

6) Você aprendeu com o material apresentado? () Sim () Não

7) Tem algo que você não gostou no vídeo? Se sim, poderia descrever.

() sim () Não

8) Se você pudesse mudar algo na sua cidade para evitar que as pessoas peguem xistose, o que você faria?

9) Você tem algum relato/experiência com esquistossomose na sua cidade?

10) É possível ficar doente novamente após o tratamento? () Sim () Não

11) A pessoa infectada, depois de se tratar, pode se infectar novamente?

() Sim () Não () Não sei / Não lembro

12) Você foi batizado em rios ou córregos no município de Baldim?

() Sim, Qual o nome/localidade do rio ou córrego? _____

() Não () Não sei/Não lembro

13) Você conhece alguém que foi batizado em rios ou córregos em Baldim?

() Sim. O que você é dessa pessoa? () Não () Não lembro.

9.9 Anexo IX – Autorização para instalação de armadilhas**AUTORIZAÇÃO PARA INSTALAR ARMADILHAS DE ROEDORES
EM PROPRIEDADE PRIVADA**

Eu, _____
portador da identidade de nº _____
proprietário ou responsável pelo imóvel, situado na _____

AUTORIZO a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), a INSTALAR ARMADILHAS PARA CAPTURA DE ROEDORES EM MEU IMÓVEL. Para tal acordo, estou ciente que a UFMG, pode a qualquer tempo, de acordo com a sua necessidade ou interesse, utilizar os roedores coletados para as pesquisas na área da saúde. O objetivo desses estudos, em conjunto com a Secretaria de Saúde de Baldim, beneficiará os moradores do Município a partir da avaliação de possíveis doenças transmitidas por roedores.

Baldim, _____ de _____ de 2023.

PROPRIETÁRIO OU RESPONSÁVEL

Cláudia de Castro
Agente de Endemias de Baldim
TESTEMUNHA 1

Paulo Ricardo Silva Coelho
Pesquisador responsável
TESTEMUNHA 2

9.10 Anexo X – Carta com os resultados da reavaliação das lâminas do PCE/2021

À Secretaria Municipal de Saúde de Baldim.

Prezado (a) senhor (a),

Conforme acordado com a Coordenadora de Vigilância em Saúde, Maria de Fátima Ferreira, da Secretaria Municipal de Baldim, o Laboratório de Helmintoses Intestinais do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais (ICB/UFMG) reavaliou diversas lâminas de Kato-Katz. As lâminas foram produzidas pelo Programa de Controle da Esquistossomose (PCE) do município e são referentes ao ano de 2021. O controle de qualidade foi feito com o intuito de pesquisar outras verminoses, além dos casos de esquistossomose. Foram identificados mais 04 (quatro) casos de esquistossomose com baixa carga parasitária (1-2 ovos por lâmina) e 05 (cinco) casos com infecção por *Ascaris lumbricoides* e *Taenia* sp. Pedimos para notificar os indivíduos identificados abaixo e encaminhar para o tratamento adequado.

Na análise, foram lidas 545 lâminas e identificadas:

- 4 lâminas com ovos de *Schistosoma mansoni*;
Identificação: 21000321; 21000511; 21000636; 21000640

- 3 lâminas com ovos de *Ascaris lumbricoides*;
Identificação: 21000430; 21000388; 21000078

- 2 lâminas com ovos de *Taenia* sp.
Identificação: 21000898; 21000316

Foi realizado também o treinamento de microscopia para a servidora Cláudia de Castro, com carga horária de 16 horas, realizado nos dias 9 e 10 de dezembro 2021, no ICB/UFMG.

Nos colocamos à disposição para quaisquer esclarecimentos
Belo Horizonte, 04/01/2022

Professor Stefan Michael Geiger
Laboratório de Helmintoses Intestinais
Departamento de Parasitologia, Bloco L4, Sala 168
Fone: 31 3409-2869

10. APÊNDICES

10.1 Apêndice I – Material de divulgação do trabalho realizado nas escolas

Comunicado

Cuidando da Saúde dos alunos!!

Exames de **Fezes** e **Urina** gratuitos para **alunos do Ensino Fundamental e Ensino Médio.**

- ✓ E.E. José Ribeiro em Baldim - 27 a 29 de junho.
- ✓ E.E. Oscar Artur Guimarães em São Vicente - 28 a 30 de junho.

8h às 14h

Obs: Caso os alunos ou responsáveis prefiram, as amostras também poderão ser entregues na Unidade de Saúde de São Vicente ou no Laboratório da Vigilância de Baldim, nos mesmos horários da pesquisa.

Maiores informações:
031 98402-8858
031 3718-1555 RAMAL 28

Figura 47. Divulgação da campanha de exame de fezes e urina, com foco na detecção da esquistossomose, realizada nas Escolas Estaduais José Ribeiro da Silva e Oscar Arthur Guimarães. Este material foi produzido pelo setor de comunicação da Prefeitura de Baldim, com o intuito de ampliar a conscientização sobre a importância do diagnóstico precoce da doença e incentivar a participação dos alunos. A divulgação ocorreu tanto nas redes sociais quanto nos canais de Whatsapp, visando alcançar um maior número de pessoas e promover a adesão à campanha.

10.2 Apêndice II – Roedores depositados em coleção



Figura 48. *Nectomys squamipes* taxidermizados e depositados na coleção científica do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais (ICB/UFMG).

10.3 Apêndice III – Treinamento para Diagnóstico de helmintoses intestinais de interesse médico e veterinário: montagem de lâminas e identificação morfológica de formas infectantes



Figura 49. Minicurso oferecido no XII Encontro de Pesquisa em Parasitologia em dezembro de 2022. A - Turma do Minicurso “Diagnóstico de helmintoses intestinais de interesse médico e veterinário: montagem de lâminas e identificação morfológica de formas infectantes”; B. Participante do minicurso Cláudia de Castro, Agente de Saúde de Baldim. Fonte: Programa de Pós-graduação em Parasitologia. Disponível em: <http://www.parasitologia.icb.ufmg.br/XIIencontrodez2022.php>

10.4 Apêndice IV – Artigo 1

Parasitology International 100 (2024) 102867



Contents lists available at ScienceDirect

Parasitology International

journal homepage: www.elsevier.com/locate/parint



Idiopyrgus souleyetianus (Gastropoda: Tomichiidae) as an intermediate host of the liver fluke *Amphimerus* sp. (Trematoda: Opisthorchiidae) in Brazil

Paulo R.S. Coelho, Danimar López-Hernández, Nathália M.T. Oliveira, Dharlilton S. Gomes, Stefan M. Geiger, Hudson A. Pinto*

Department of Parasitology, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brazil

ARTICLE INFO

Keywords:
Amphimerosis
Brazil
Cercariae
Liver
Snail
Trematodes

ABSTRACT

Despite the importance of fish-borne trematodes of the family Opisthorchiidae as causative agents of human liver fluke disease, studies on these parasites outside Asia are relatively scarce. In South America, human focus of amphimerosis is known in Ecuador since the mid-20th century, and *Amphimerus* spp. have also been reported in wild and domestic mammals. Nevertheless, the knowledge on the snails that act as the first intermediate host of these potentially zoonotic parasites are scarce. Herein, a new cercaria of the pleurolophocercous morphotype found in the freshwater snail *Idiopyrgus souleyetianus* from Brazil was subjected to morphological and molecular studies. Multigene phylogenetic analyses based on 28S, 5.8S-ITS-2 and *Cox-1* sequences enabled the identification of *Amphimerus* sp., a species distinct from that reported in humans from Ecuador. This cercariae was morphologically compared with other opisthorchiid cercariae known. The possible occurrence of human amphimerosis in Brazil is discussed.

The family Opisthorchiidae includes important fish-borne trematodes involved in human liver fluke disease, mainly in Asia. Estimates point to about 45 million infected individuals and >600 million living in areas of risk for infection with *Clonorchis sinensis* and *Opisthorchis* spp. [1,2]. The disease caused by these flukes can result in significant morbidity and even mortality if we consider them as inducers of cholangiocarcinoma [2]. Despite their endemicity in Asia, factors such as globalization, dissemination of food habits involving the ingestion of raw fish, and the introduction and spread of potential vectors in new areas reveal the possibility of liver fluke diseases by opisthorchiids being emerging or neglected in other continents. In this sense, liver flukes also should be a monitoring target in non-endemic areas.

Outside Asia, a human focus of fish-borne liver fluke is known in Ecuador since the mid-20th century [3]. The causative agent was identified as *Amphimerus* sp. and more recently suggested to be *Amphimerus lancea* [4]. So far, human amphimerosis is restricted to the Ecuadorian provinces of Manabi and Esmeraldas [3,5]. In recent years, new epidemiological information was published, including the identification of non-human vertebrates as definitive hosts, and fish and snails as intermediate ones [5–7]. Although *Amphimerus* spp. was reported to occur in other South American countries, studies on the life cycle and intermediate hosts of these parasites are non-existent. This gap in

knowledge contrasts with the possibility that human amphimerosis or other fish-borne trematode infections might be a future concern in Latin American countries other than Ecuador.

In this short report, we present the results of a malacological study, focused on the epidemiology of schistosomiasis mansoni, carried out in the municipality of Baldim (19°17'18"S; 43°57'25"W), State of Minas Gerais, Brazil, in October 2022. In total, 391 freshwater snails were collected and subjected to evaluation of infection with larval trematodes. Cercariae emerged from a specimen identified as *Idiopyrgus souleyetianus* (Fig. 1 A) were vitally stained (0.05% neutral red) for morphological characterization and analyzed in an optical microscope. A subsample of larvae killed in hot water was fixed in formalin, and subsequently measured with a micrometer eyepiece. DNA extraction of ethanol-fixed cercariae was made with a commercial kit (Qiagen micro kit, Thermo Fisher Scientific, USA). We amplified fragments of the 28S, ITS and *Cox-1* with primers widely used in the identification of trematodes (Dig12/1500R, BD1/BD2 and JB3/COI R-Trema, respectively). The reagents, PCR conditions and methods for phylogenetic analysis were as previously described [8]. Amplicons were subjected to Sanger sequencing, and the chromatograms were assembled in ChromasPro version 2.0.1 (Technelysium Pty Ltd., Australia). The contigs were compared with data available in GenBank, and alignments were

* Corresponding author.

E-mail address: hudsonalvesufmg@gmail.com (H.A. Pinto).

<https://doi.org/10.1016/j.parint.2024.102867>

Received 21 December 2023; Received in revised form 1 February 2024; Accepted 12 February 2024

Available online 15 February 2024

1383-5769/© 2024 Elsevier B.V. All rights reserved.

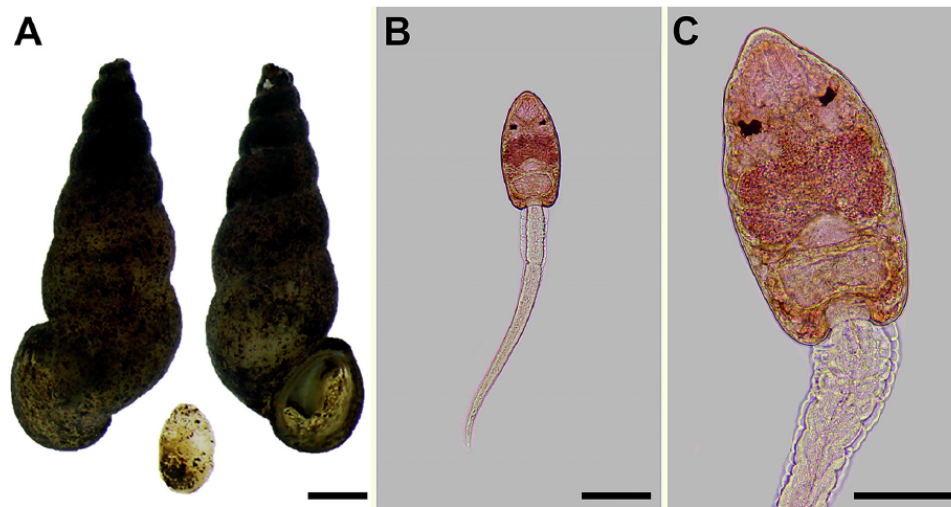


Fig. 1. *Idiopyrgus souleyetianus* as intermediate host of a zoonotic liver fluke, *Amphimerus* sp., in Brazil. A: Shell and operculum of the specimen found infected. B: Whole view of a cercaria vitally stained with neutral red. C: Detail of the body of the cercaria. Scales bars: A: 1 mm, B: 100 µm, C: 50 µm.

Table 1

Measurements of cercariae ($n = 20$) of *Amphimerus* sp. found in *Idiopyrgus souleyetianus* from Brazil. Data available to larvae of selected species of the family Opisthorchiidae are presented for comparison.

Species	<i>Amphimerus</i> sp.	<i>Amphimerus elongatus</i>	<i>Clonorchis sinensis</i>	<i>Opisthorchis felineus</i>	<i>Opisthorchis viverrini</i>	
Host	<i>Idiopyrgus souleyetianus</i>	<i>Amnicola limosa</i>	<i>Parafossarulus manchouricus</i>	<i>Bithynia leachii</i>	<i>Bithynia</i> spp.	<i>Bithynia siamensis</i>
Country	Brazil	USA	Japan	Germany	Thailand	Laos
Reference	Present study	Font (1991) [14]	Yamaguti (1935) [10]	Vogel (1932) [11]	Wykoff et al. (1965) [12]	Ditrich et al. (1992) [13]
Body	162 ± 8 (150–171)	215 (193–243)	130–170	145–188	154 (140–183)	178 ± 16
Oral sucker	47 ± 2 (44–50)	66 (53–75)	60–80	–	75 (61–96)	67 ± 11
	37 ± 3 (33–44)	35 (28–38)	28–39	43–48	36 (36–37)	39 ± 3
	26 ± 2 (21–28)	29 (25–33)	22–34	22–24	43 (34–51)	39 ± 3
Tail	361 ± 15 (307–378)	435 (400–475)	330–380	440–500	392 (350–437)	390 ± 48
	22 ± 1 (19–24)	33 (28–38)	32–42	–	26	25 ± 2

constructed for each genetic marker to phylogenetic analyses, which were done using maximum likelihood and Bayesian inference methods. The newly generated sequences were deposited in GenBank [accession numbers: PP259037 (28S), PP259038 (ITS), PP255838 (*Cox-1*)].

The larvae (Fig. 1 B–C) here reported for the first time in *I. souleyetianus* belonged to the pleurolophocercous type, presenting at the rest position the typical pipe form known for cercariae of Opisthorchiidae. The larvae here characterized presents as main morphological traits: body elongated, spinous, with a pair of small rectangular-shaped and pigmented eyespots in the anterior region, oral sucker oval and subterminal, with rows of minuscule spines, pharynx small, among the eyespots, caeca not visualized, seven pairs of penetration glands with granular content occupying the middle third of the body, acetabulum rudimentary at the middle body, excretory vesicle oval and epithelial, in the posterior region, spherical cystogenic cells with granular content scattered throughout the body, tail simple, gradually tapering in direction to the posterior end, with evident dorsoventral fin-fold. The formula of the excretory system was not determined. The measures of heat killed larvae are presented in the Table 1.

The multigene molecular phylogenetic analyses revealed the affiliation of the parasite with members of the family Opisthorchiidae (Fig. 2). In the 28S (1116 bp), our cercariae grouped with *Amphimerus ovalis*, but the nodal support was weak and the genetic divergence relatively high (4.0%). In the analysis of ITS, a fragment of 1069 bp was obtained, but only the region 5.8S-ITS-2 (370 bp), available to most of

the closely related species, was used in the phylogenetic analysis. The results obtained reveals our parasite falls in a clade with *Amphimerus* sp. from Ecuador, presenting a low genetic divergence (0–0.3%). However, the comparison of *Cox-1* (742 bp) with the mitochondrial genome of an Ecuadorian isolate revealed significant genetic divergence (5.4%). Taken together, these results identified our cercariae as *Amphimerus* sp., but apparently distinct from the species reported in amphimerosis focus from Ecuador. It may be *Amphimerus bragai*, described from the aquatic rodent *Nectomys squamipes* in the same geographic region of Brazil [9]. This hypothesis still needs to be confirmed by experimental infection or molecular datum.

So far, the only information available on the finding of cercaria of a species of *Amphimerus* in South America was the recent report of *Aroa-pyrgus* sp., also a species of the superfamily Truncatelloidea, found infected in Ecuador [7]. The general morphology of the larvae here characterized was similar to that visualized in the image provided by these authors. Overall, the morphology and the size of the structures evaluated in the cercariae of *Amphimerus* sp. are also similar to that described to larvae of other species of Opisthorchiidae, such as *Clonorchis sinensis* [10], *Opisthorchis felineus* [11], and *Opisthorchis viverrini* [12,13]. On the other hand, they are smaller than the cercariae of *Amphimerus elongatus*, a congeneric species found in *Amnicola limosa* from USA [14] (Table 1). In this sense, considering the difficulties related to the morphological identification, use of molecular tools has been an approach recently used to study of larval stages of different

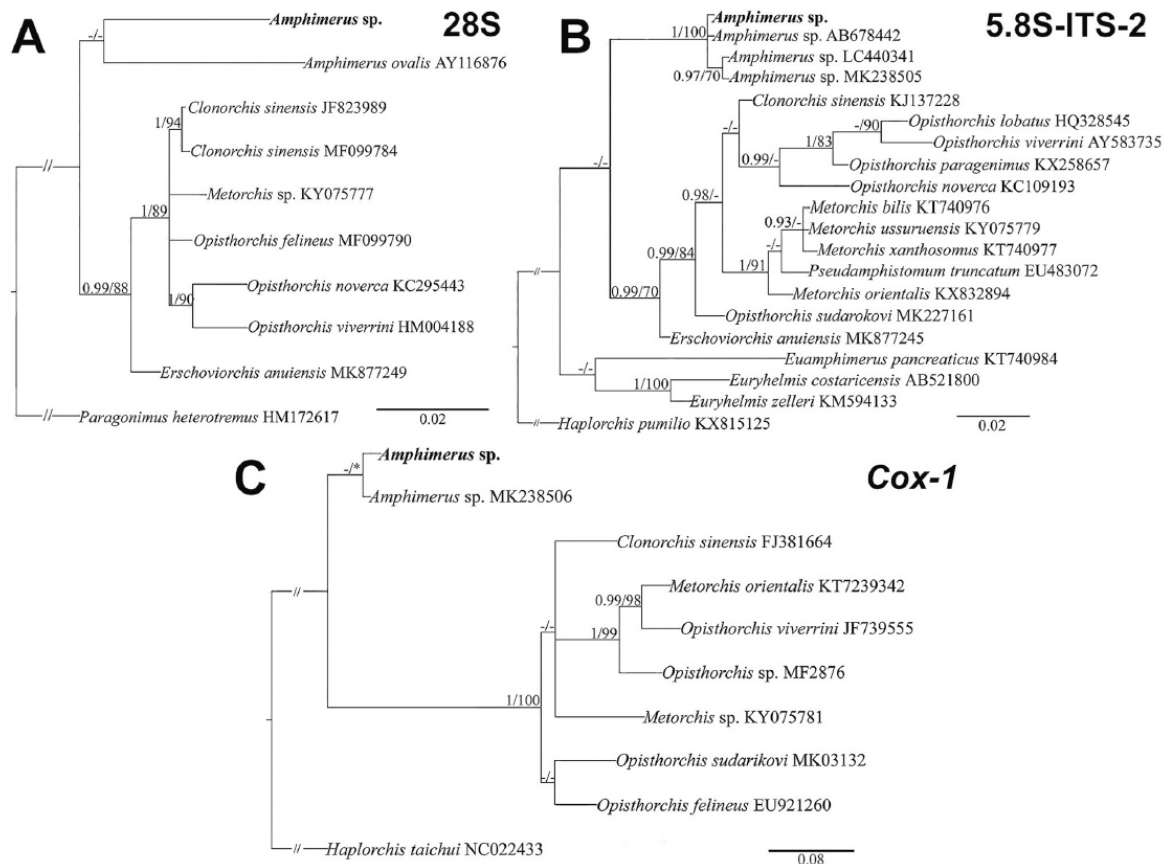


Fig. 2. Phylogenetic relationships between *Amphimerus* sp. found in the snail *Idiopyrgus souleyetianus* from Brazil and other members of the family Opisthorchiidae. A: phylogenetic tree inferred from sequences 28S (1116 bp; nucleotide substitution model: HKY + I). B: phylogenetic tree inferred from sequences 5.8S-ITS-2 (370 bp; nucleotide substitution model: HKY + I). C: Phylogenetic tree inferred from sequences Cox-1 (742 bp; nucleotide substitution model: HKY + G + I) based on maximum likelihood (ML) and Bayesian inference (BI) analyses. Nodal support is indicated as ML/BI; values <0.70 (BI) and < 70 (ML) are indicated by a dash. Asterisks indicate clades do not observed by ML. Bars indicates numbers of substitution per site.

species of Opisthorchiidae [15–17]. However as verified in the present study, to achieve the specific identification can be challenging, considering the scarcity of sequences and the complex taxonomy of *Amphimerus* spp. In fact, 8 species of this genus are known from mammals in the continent [18], all of them lacking molecular sequences available.

Regarding *I. souleyetianus*, its potential involvement in trematode transmission in Brazil was proposed in the past [19], which was confirmed same decades later with the identification of its infection with *Amphimerus* sp. Although human fish-borne trematode infections are not common in South America, the possibility of future cases cannot be ruled out, considering the growing popularity of Oriental and Peruvian food habits, involving dishes made with fresh raw fish. The present report might serve as an alert for the future emergence of human amphimerosis and other fish-borne trematodioses in South America.

CRedit authorship contribution statement

Paulo R.S. Coelho: Writing – original draft, Methodology, Investigation, Conceptualization. **Danimar López-Hernández:** Writing – original draft, Methodology, Formal analysis. **Nathália M.T. Oliveira:** Writing – original draft, Methodology, Formal analysis. **Dharlito S. Gomes:** Writing – original draft, Methodology, Formal analysis. **Stefan M. Geiger:** Writing – original draft, Project administration, Methodology, Investigation, Funding acquisition, Conceptualization. **Hudson A.**

Pinto: Writing – review & editing, Writing – original draft, Supervision, Project administration, Methodology, Investigation, Funding acquisition, Formal analysis, Conceptualization.

Acknowledgments

We thank Dr. Rodrigo Salvador, Museum of New Zealand Te Papa Tongarewa, for confirming the identification of the snail species. This project was supported by Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (CAPES), Brazil (Ph.D. scholarship to PRSC) and National Council for Scientific and Technological Development (CNPq), Brazil (research scholarship to HAP, Ph.D. scholarship to DSG and post-doc scholarship to DLH). Thanks are due to the Institute of the Environment and Renewable Natural Resources (IBAMA), Brazil, for the permission to collect snails (SISBIO/ICMBIO - license n°. 68627-1).

References

- [1] J. Keiser, J. Utzinger, Emerging foodborne trematodiasis, *Emerg. Infect. Dis.* 11 (2005) 1507–1514, <https://doi.org/10.3201/eid1110.050614>.
- [2] W. Saijuntha, P. Sithithaworn, N. Kiatsovit, R.H. Andrews, T.N. Petney, Liver flukes: *Clonorchis* and *Opisthorchis*, *Adv. Exp. Med. Biol.* 1154 (2019) 139–180, https://doi.org/10.1007/978-3-030-18616-6_6.
- [3] M. Calvopiña, W. Cevallos, H. Kumazawa, J. Eisenberg, High prevalence of human liver infection by *Amphimerus* spp. flukes, *Ecuador Emerg. Infect. Dis. Ther.* 17 (2011) 2331–2334, <https://doi.org/10.3201/eid1712.110373>.

- [4] H.A. Pinto, *Amphimerus lancea* as a potential etiological agent of human amphimerosis in South America: a morphological analysis based on literature data, *Acta Parasitol.* 66 (2021) 277–281, <https://doi.org/10.1007/s11686-020-00264-5>.
- [5] M. Calvopiña, W. Cevallos, R. Atherton, M. Saunders, A. Small, H. Kumazawa, H. Sugiyama, High prevalence of the liver fluke *Amphimerus* sp. in domestic cats and dogs in an area for human amphimeriasis in Ecuador, *PLoS Negl. Trop. Dis.* 9 (2015) e0003526, <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0003526>.
- [6] D. Romero-Alvarez, G. Valverde-Muñoz, M. Calvopiña, M. Rojas, W. Cevallos, H. Kumazawa, H. Takagi, H. Sugiyama, Liver fluke infections by *Amphimerus* sp. (Digenea: Opisthorchiidae) in definitive and fish intermediate hosts in Manabí province, Ecuador, *PLoS Negl. Trop. Dis.* 14 (2020) e0008286, <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0008286>.
- [7] M. Calvopiña, C. Bastidas-Caldes, F. Romero, I. Villacrés-Granda, J.P. Pointier, H. Takagi, H. Sugiyama, Molecular identification of the human pathogen *Amphimerus* sp. in the freshwater snail *Aroapyrgus* sp. in Ecuador, *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 106 (2021) 222–228, <https://doi.org/10.4269/ajtmh.21-0697>.
- [8] M.C. Valadão, P.V. Alves, D. López-Hernández, J.C.A. Assis, P.R.S. Coelho, S. M. Geiger, H.A. Pinto, A new cryptic species of *Echinostoma* (Trematoda: Echinostomatidae) closely related to *Echinostoma paraensei* found in Brazil, *Parasitology* 150 (2023) 337–347, <https://doi.org/10.1017/S003118202300001X>.
- [9] A.H.A. Moraes-Neto, V.E. Thatcher, R.M. Lanfredi, *Amphimerus bragai* n. sp., (Digenea: Opisthorchiidae), a parasite of the rodent *Nectomys squamipes* (Cricetidae) from Minas Gerais, Brazil, *Mem. Inst. Oswaldo Cruz* 93 (1998) 181–186, <https://doi.org/10.1590/s0074-02761998000200008>.
- [10] S. Yamaguti, Über die cercarie von *Clonorchis sinensis* (Cobbold), *Z. Parasitenkd.* 8 (1935) 183–187, <https://doi.org/10.1007/BF02134238>.
- [11] H., Vogel Über den ersten Zwischenwirt und die Zerkarie von *Opisthorchis felinus* (Riv.) Arch, *Schiffs.* 36 (1932) 558–562.
- [12] D.E. Wykoff, C. Harinasuta, P. Juttijudata, M.M. Winn, *Opisthorchis viverrini* in Thailand: the life cycle and comparison with *O. felinus*, *J. Parasitol.* 51 (1965) 207–214, <https://doi.org/10.2307/3276083>.
- [13] O. Ditrich, V. Nasincová, T. Scholz, M. Giboda, Larval stages of medically important flukes (Trematoda) from Vientiane province, Laos. Part II, Cercariae. *Ann. Parasitol. Hum. Comp.* 67 (1992) 75–81, <https://doi.org/10.1051/parasite/199267375>.
- [14] W. Font, Life cycle of *Amphimerus elongatus* (Trematoda: Opisthorchiidae), *J. Helminthol. Soc. Wash.* 58 (1991) 24–30.
- [15] A.V. Katokhin, E.A. Serbina, Molecular genetic species definition of Opisthorchiidae-like cercariae from Bithyniidae snails of Chany Lake (South-Western Siberia, Russia), *Parasitol. Res.* 122 (2023) 341–345, <https://doi.org/10.1007/s00436-022-07725-y>.
- [16] E.A. Serbina, Bithyniid snails as hosts of Opisthorchiidae and Notocotylidae in the south of Western Siberia, Russia, *Parasitol. Res.* 8 (2022) 2367–2377, <https://doi.org/10.1007/s00436-022-07558-9>.
- [17] P. Rachprakhon, W. Purivirojkul, Very low prevalence of *Opisthorchis viverrini* s.l. cercariae in *Bithynia siamensis siamensis* snails from the canal network system in the Bangkok metropolitan region, Thailand, *Parasite* 28 (2021) 2, <https://doi.org/10.1051/parasite/2020072>.
- [18] B.M.M. Fernandes, M.C.N. Justo, M.Q. Cárdenas, S.C. Cohen, South American Trematodes Parasites of Birds and Mammals, *FIOCRUZ*, Rio de Janeiro, 2015.
- [19] L.C. Lima, C.P. Souza, Ocorrência de um hidroboídeo (Mollusca: Mesogastropoda) nos municípios de Pedro Leopoldo e Lagoa Santa, MG, Brasil, *Rev. Inst. Med. Trop. São Paulo* 32 (1990) 86–90, <https://doi.org/10.1590/S0036-46651990000200004>.

11. RELAÇÃO DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA E DE OUTRAS ATIVIDADES NO PERÍODO (2020-2024)

11.1 Artigo derivado da tese

- **Coelho, P. R. S.**; López-Hernández, D ; Moreira T O, Nathália ; Gomes, D S ; Geiger, S M. ; Pinto, H. A. . *Idiopyrgus souleyetianus* (Gastropoda: Tomichiidae) as an intermediate host of the liver fluke *Amphimerus* sp. (Trematoda: Opisthorchiidae) in Brazil. PARASITOLOGY INTERNATIONAL, v. 100, p. 1, 2024.

11.2 Artigos como primeiro autor

- **Coelho, P.R.S.**; Thiengo, S.C.; De Mendonça, C.L.F.; De Oliveira, N.M.T.; Dos Santos, S.B.; Caldeira, R.L.; Geiger, S.M. Diversity of Freshwater Mollusks from Lake Pampulha, Municipality of Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil. DIVERSITY, 16, 193. 2024
- **Coelho, P R S**; Neves, R L S ; Massara, C L . Abordagem das Helmintíases e Protozooses nos Livros Didáticos de Biologia Aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) 2018/2020. REVISTA BRASILEIRA DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, v. 22, p. e35880-1?25, 2022.
- **Coelho, P. R. S.**; Ker, F.; Araujo, A. D.; Pinto, H. A.; Correa, D. A. N.; Caldeira, R. L.; Geiger, S. M. Survey on Limnic Gastropods: Relationships between Human Health and Conservation. PATHOGENS, v. 11, p. 1533, 2022.
- **Coelho, P R. S.**; Ker, F T. O.; Araújo, A D.; Guimarães, R. J. P. S.; Negrão-Corrêa, D A.; Caldeira, R L.; Geiger, S M. . Identification of Risk Areas for Intestinal Schistosomiasis, Based on Malacological and Environmental Data and on Reported Human Cases. FRONTIERS IN MEDICINE, v. 8, p. 1-14, 2021.

11.3 Artigos como colaborador

- Machado, Fo M.; Miranda, Ml S.; Salvador, R B.; Pimenta, Ae D.; Côrtes, M O. ; Gomes, J A.J. ; Miyahira, I C.; Agudo-Padrón, I; Oliveira, Cléo D.C.; Caetano, C H.S.; **Coelho, Paulo R.S.**; D'ávila, S; Arruda, Eliane P. De ; Almeida, Sérgio M. De; Gomes, Suzete R.; Alvim, J; Galvão-Filho, H L. Ferreira-Júnior, A; Marques, Ro C.; Martins, I . How many species of Mollusca are there in Brazil? A collective taxonomic effort to reveal this still unknown diversity. Zoologia, v. 40, p. 1-43, 2023.
- Gomes, D Soares; **Coelho, P R S**; De Jesus M S, Allan; Martins Cirilo, Tatyane; Moreira Teodoro De Oliveira, Nathália; Soeiro Barbosa, David; Michael Geiger, Stefan. Intestinal schistosomiasis-related mortality in Minas Gerais, Brazil, 2000-2019: Temporal trends and spatial patterns for determining priority areas. TROPICAL MEDICINE & INTERNATIONAL HEALTH, v. 29, p. 1, 2023.
- Valadão, M C.; Alves, P V.; López-Hernández, D; Assis, J C. A.; **Coelho, P R. S.**; Geiger, S M.; Pinto, H A. . A new cryptic species of *Echinostoma* (Trematoda: Echinostomatidae) closely related to *Echinostoma paraensei* found in Brazil. PARASITOLOGY, v. 1, p. 1-34, 2023.
- Oliveira, B A S; Moreira, J M P; **Coelho, P R S**; Negrão-Corrêa, D A; Geiger, S M; Guimarães, F G. Automated diagnosis of schistosomiasis by using faster R-CNN for egg detection in microscopy images prepared by the Kato-Katz technique. NEURAL COMPUTING & APPLICATIONS, v. 34, p. 9025-9042, 2022.

11.4 Trabalho completo publicado em Anais de Congresso como colaborador

- Oliveira, Bruno Alberto Soares; Moreira, Joao Marcelo Peixoto; **Coelho, Paulo Ricardo Silva**; Negrão-Corrêa, Deborah Aparecida; Geiger, Stefan Michael; Guimarães, Frederico Gadelha. Uma Abordagem de Classificação de Ovos de Parasitos Intestinais Humanos em Imagens Microscópicas usando Redes Neurais Convolucionais. In: Congresso Brasileiro de Inteligência Computacional, 2021, Joinville, SC. Anais do 15. Congresso Brasileiro de Inteligência Computacional, 2021. p. 1.