



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE E
CONSERVAÇÃO

**RIQUEZA E ABUNDÂNCIA DE GASTRÓPODES E
TREMATÓDEOS ASSOCIADOS EM ÁREAS AO REDOR DA
REGIÃO DOS LENÇÓIS MARANHENSES, BRASIL**

BRENO NUNES COSTA

SÃO LUÍS - MA
2024

BRENO NUNES COSTA

**RIQUEZA E ABUNDÂNCIA DE GASTRÓPODES E
TREMATÓDEOS ASSOCIADOS EM ÁREAS AO REDOR DA
REGIÃO DOS LENÇÓIS MARANHENSES, BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Conservação da Universidade Federal do Maranhão, como requisito final para obtenção do título de Mestre em Biodiversidade e Conservação.

Orientador: Dr. José Manuel Macário Rebêlo

SÃO LUÍS – MA
2024

Costa, Breno Nunes.

RIQUEZA E ABUNDÂNCIA DE GASTRÓPODES E TREMATÓDEOS
ASSOCIADOS EM ÁREAS AO REDOR DA REGIÃO DOS LENÇÓIS
MARANHENSES, BRASIL / Breno Nunes Costa. - 2024.

84 f.

Orientador(a): José Manuel Macário Rebêlo.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em
Biodiversidade Conservação/ccbs, Universidade Federal do
Maranhão, São Luís, Maranhão, 2024.

1. Gastrópodes. 2. Trematódeos. 3. Lençóis
Maranhenses. 4. . 5. . I. Rebêlo, José Manuel Macário.
II. Título.

BRENO NUNES COSTA

**RIQUEZA E ABUNDÂNCIA DE GASTRÓPODES E
TREMATÓDEOS ASSOCIADOS EM ÁREAS AO REDOR DA
REGIÃO DOS LENÇÓIS MARANHENSES, BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação da Universidade Federal do Maranhão, como requisito final para obtenção do título de Mestre em Biodiversidade e Conservação.

Aprovada em / /

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. José Manuel Macário Rebêlo (Orientador)
Universidade Federal do Maranhão

Prof. Dr. Rafael Alves Esteves
Universidade Estadual do Rio de Janeiro (UERJ)

Prof^a. Dra. Christiane de Oliveira Goveia
Instituto Evandro Chagas – Belém (PA)

“O que sabemos é uma gota; o que ignoramos é um oceano.”

Isaac Newton

Dedico este trabalho à minha família.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço à Santíssima Trindade, que, nos momentos mais difíceis da minha caminhada, sempre me sustentou e fez mais do que vencedor. Sem Deus, nada seria possível.

Em segundo lugar, expresso minha gratidão à minha maravilhosa família, especialmente aos meus queridos pais, Evaldo e Margarete de Jesus, pelo apoio constante, incentivo aos estudos e por todos os sacrifícios feitos em prol da minha vida. Agradeço também a fé dos meus irmãos, Bruno e Larissa, que sempre acreditaram na minha capacidade de realizar este sonho de tornar-me mestre, e estendo meu muito obrigado ao meu cunhado Welitton pelo seu apoio e confiança. Sou igualmente grato aos meus amores Ana Laura e Júnior, sobrinhos que enchem nosso coração de alegria e estão presentes nos melhores momentos da minha vida. E, claro, agradeço a ela, minha esposa linda e perfeita, que desde o primeiro momento foi uma grande apoiadora do meu sonho e demonstra seu orgulho por mim onde quer que vá. Você é o amor da minha vida.

Em terceiro lugar, deixo meus sinceros agradecimentos ao meu respeitado e nobre orientador, Dr. Macário, que sempre compartilhou orientações valiosas e dicas preciosas sobre como fazer uma pesquisa científica. Com sua orientação, pude me tornar um discente mais qualificado e preparado para a obtenção deste título. A Universidade Federal do Maranhão tem, em Dr. Macário, um grande educador.

Agradeço ainda aos amigos, em especial à minha querida e primeira incentivadora para a inscrição e conclusão deste mestrado, a sempre professora Adriana de Mendonça Marques. Foi minha professora no Ensino Médio e na graduação no IFMA e, hoje, é também minha companheira de pesquisa. Sou muitíssimo grato por tudo. Além disso, registro meu profundo e eterno agradecimento aos nossos companheiros de pesquisa que tornaram este estudo possível, nossos dedicados pesquisadores PIBIC: Andreina, Eliana, Luiz e Karla (hoje também no mestrado) e nossas professoras da mesma instituição Luana e Paula pela ajuda com projetos de pesquisa auxiliares.

Por fim, agradeço à Prefeitura de Barreirinhas, por meio da Secretaria de Saúde, e à nossa sempre parceira, a instituição IFMA-Barreirinhas, pelo apoio logístico e pelos espaços físicos, ambos cruciais para a realização deste trabalho.

Agradeço também à Universidade Estadual do Maranhão, na pessoa da professora Dra. Lígia e professora Dra. Patrícia Cantanhede pelo suporte e apoio inestimáveis.

SUMÁRIO

Capítulo 1 – Apresentação Geral	17
1.1. Introdução	17
1.2. Revisão Teórica	19
1.2.1. Filo Mollusca: características gerais	19
1.2.2. Gastrópodes e trematódeos: características e suas interações parasitológicas associadas	19
1.2.3. Gastrópodes e trematódeos em uma perspectiva <i>one health</i>	21
1.3. Objetivos	24
1.3.1. Geral	24
1.3.2. Específicos	24
Referências	25
Capítulo 2 – Artigo Original	30
1. Introdução	32
2. Materiais e métodos	34
3. Resultados	36
3.1. Riqueza e abundância de gastrópodes límnicos	36
3.2. Distribuição geográfica de gastrópodes límnicos por localidade na Região dos Lençóis Maranhenses	38
3.3. Distribuição sazonal de gastrópodes límnicos	39
3.4. Relação parasitológica gastrópodes e trematódeos	40
3.5. Distribuição dos trematódeos por pontos de coletas	42
3.6. Análises de correlações possíveis entre gastrópodes, coliformes e fatores abióticos	42
5. Discussão	44
6. Conclusão	47
Referências	48
Capítulo 3 – Artigo Original	52
1. Introdução	54
2. Materiais e métodos	55
3. Resultados	56
5. Discussão	63
6. Conclusão	64
Referências	66
Capítulo 4 – Considerações Finais	69
Anexos	73

LISTA DE ABREVIações

ANOVA - Análise de Variância

APHA - American Public Health Association (Associação Americana de Saúde Pública)

COFAUMA - Coleção de Tecidos e DNA da Fauna Maranhense

IFMA - Instituto Federal do Maranhão

SISPCE - Sistema de Informação do Programa de Controle da Esquistossomose

SUS - Sistema Único de Saúde

UEMA - Universidade Estadual do Maranhão

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Padrões de riqueza e abundância de gastrópodes límnicos por 38 município

Tabela 2 – Distribuição sazonal de gastrópodes límnicos na Região dos Lençóis Maranhenses 40

Tabela 3 – Tipos cercarianos encontrados na Região dos Lençóis Maranhenses 41

Tabela 1 Localidades participantes dos inquéritos coproscópicos em 58 Barreirinhas, no período de 2000 a 2019

Tabela 2 – Idades e gêneros dos diagnosticados para esquistossomose no 63 município de Barreirinhas de 2000 a 2019

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa da Microrregião dos Lençóis Maranhenses e pontos de coletas	34
Figura 2 – Riqueza e abundância de gastrópodes límnicos	37
Figura 3 – Localidades positivas para gastrópodes na Região dos Lençóis Maranhenses	39
Figura 4 – Distribuição de carcárias nas localidades da Região dos Lençóis Maranhenses	42
Figura 5 – Correlações entre gastrópodes e microrganismos	43
Figura 6 – Correlações entre gastrópodes e fatores abióticos	44
Figura 1 – Localidades participantes do inquéritos coproscópicos para <i>Schistosoma mansoni</i> , no município de Barreirinhas de 2000 a 2019	57
Figura 2 – Taxa de prevalência para esquistossomose por 100 mil habitantes nas localidades positivas	59
Figura 3 – Taxa de incidência para esquistossomose por 100 mil habitantes nas localidades positivas	60
Figura 4 – Série histórica da esquistossomose mansoni em Barreirinhas (2000 a 2019)	61
Figura 5 – Taxa anual de prevalência para esquistossomose por 100 mil habitantes no município de Barreirinhas entre 2000 a 2019	61
Figura 6 – Taxa anual de incidencia para esquistossomose por 100 mil habitantes no município de Barreirinhas entre 2000 a 2019	62

RESUMO

Os moluscos constituem o segundo maior filo animal, ultrapassando 100 mil espécies e inferiorizado somente pelo grupo dos artrópodes. Entre as classes que constitui esse importante grupo de animais, destaca-se os gastrópodes límnicos, conhecidos dentro dos aspectos ambiental e epidemiológico por possuírem forte parasitismo com helmintos trematódeos. O presente estudo teve por objetivo conhecer a fauna de gastrópodes e trematódeos e suas interações na região dos Lençóis Maranhenses. O trabalho foi realizado na região dos Lençóis Maranhenses, tendo 28 localidades definidas, espalhadas entre os municípios de Santo Amaro do Maranhão, Barreirinhas e Paulino Neves. Os gastrópodes foram coletados em ambientes de água doce, como restingas, campos, rios, afluentes e dunas. Foram verificadas as taxas de riqueza e abundâncias desses moluscos. Aplicou-se o teste ANOVA para verificação de diferenças na abundância dos gastrópodes entre as áreas estudadas, além da avaliação de infecções por trematódeos e correlação entre coliformes e fatores abióticos com gastrópodes. Foram coletados 3.483 espécimes de gastrópodes, sendo possível a identificação de três espécies: *Biomphalaria straminea*, *Melanooides tuberculata* e *Drepanotrema lucidum*, além de *Pomacea spp.* e *Physa spp.* A espécie *B. straminea*, que representou 51% (1.787) dos espécimes recolhidos, foi mais abundante. Foi detectada a presença de trematódeos em 0,34% (12) dos moluscos, com a maior incidência em *M. tuberculata*. O ANOVA demonstrou não haver diferença estatística significativa entre as populações de moluscos, apesar da estação seca apresentar maior quantidade de espécimes de moluscos. Os achados apontam presença de coliformes totais e termotolerantes nos habitats dos gastrópodes, em especial pontos de Barreirinhas e Paulino Neves, indicando possível contaminação por esgoto entre os corpos hídricos avaliados. A presente pesquisa pode auxiliar na compreensão da biodiversidade regional, além da identificação de importantes táxons envolvidos em problemáticas ambientais e de saúde, apontando a necessidade de monitoramento constante dos pontos de ocorrência dos animais.

Palavras-chave: Gastrópodes; Trematódeos; Lençóis Maranhenses.

ABSTRACT

Mollusks constitute the second largest animal phylum, surpassing 100,000 species and ranked only below the arthropods. Among the phyla within this significant group of animals, limnic gastropods stand out, known in environmental and epidemiological contexts for their strong parasitic associations with trematode helminths. This study aimed to explore the gastropod and trematode fauna and their interactions in the Lençóis Maranhenses region. The research was conducted across 28 defined locations within the Lençóis Maranhenses, spanning the municipalities of Santo Amaro do Maranhão, Barreirinhas, and Paulino Neves. Gastropods were collected from freshwater environments, including restinga forests, fields, rivers, tributaries, and dunes. Species richness and abundance rates were analyzed. ANOVA testing was applied to assess differences in gastropod abundance among the studied areas, along with an evaluation of trematode infections and correlations between coliforms and abiotic factors with gastropods. A total of 3,483 gastropod specimens were collected, identifying three species: *Biomphalaria straminea*, *Melanoides tuberculata*, and *Drepanotrema lucidum*, along with *Pomacea* spp. and *Physa* spp. The species *B. straminea*, representing 51% of the collected specimens, was the most abundant. Trematode presence was detected in 0.34% of the mollusks, with the highest incidence in *M. tuberculata*. ANOVA results indicated no statistically significant difference among mollusk populations, although the dry season presented a higher number of mollusk specimens. The findings reveal the presence of total and thermotolerant coliforms, particularly in Barreirinhas and Paulino Neves, suggesting possible sewage contamination among the evaluated water bodies. This research contributes to the understanding of regional biodiversity, highlights significant taxa involved in environmental and health issues, and underscores the need for ongoing monitoring of these species' occurrence sites.

Keywords: Gastropods; Trematodes; Lençóis Maranhenses.

APRESENTAÇÃO

A presente dissertação constitui-se um estudo investigativo original e inédito para região dos Lençóis Maranhenses, tendo espécimes de gastrópodes límnicos e trematódeos associados como elementos de análise. O presente estudo foi realizado na jurisdição de três importantes municípios da Mesorregião Maranhenses: Santo Amaro do Maranhão, Barreirinhas e Paulino Neves, ambos conhecidos e visitados por diversas pessoas em virtude de suas vastas belezas naturais de dunas, lagos, lagoas e rios.

O presente estudo foi impulsionado pelo potencial que a Região dos Lençóis Maranhenses apresenta do ponto de vista ecológico, no tocante ao ecoturismo que o Parque Nacional do Lençóis Maranhenses vivencia, bem como heterogeneidade ecológica prevalente (rica coleção hídrica, vegetação nativa de cerrado preservada, dunas e restingas) e deficiência no saneamento básico, o que poderia propiciar refúgio para muitas espécies de animais de interesses ambientais e epidemiológicos, entre elas gastrópodes e trematódeos.

Este trabalho está dividido em quatro capítulos, sendo o primeiro a apresentação geral constituído por introdução (abordagem mais geral e objetiva sobre os gastrópodes e suas associações com trematódeos), revisão teórica (apresentação de trabalhos teóricos e sistemáticos que sustentam a perspectiva desta proposta de pesquisa desenvolvida) e objetivos de pesquisa, apontando o que buscou alcançar e responder ao longo das análises e confrontação de resultados.

O segundo capítulo é apresentado em formato de artigo científico que será submetido à “Revista Interfaces Científicas - Saúde e Ambiente”, *Qualis* B1, sob o título “Riqueza e abundância de gastrópodes límnicos e trematódeos associados na Região dos Lençóis Maranhenses, Brasil”, que objetivou conhecer a fauna de gastrópodes e trematódeos e suas interações na região dos Lençóis Maranhenses.

O terceiro capítulo também se constitui como trabalho científico em formato de artigo, tendo por título “Epidemiologia da esquistossomose mansoni em áreas circunvizinhas ao Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses, Brasil”, enviado para apreciação do periódico “Revista Interfaces Científicas - Saúde e Ambiente”, *Qualis* B1. O trabalho avaliou a série histórica de dados epidemiológicos da doença supramencionada no município de Barreirinhas, Maranhão, compreendendo o

intervalo de 2000 a 2019, a partir de dados secundários de bases oficiais de saúde pública.

Por fim, a última parte é estruturada em consideração final, aborda-se uma visão de conclusão sobre o estudo integrado desenvolvido, demonstrando os objetivos alcançados e limitações encontradas ao longo do trabalho, além de apontamentos pertinentes, em formato de recomendações, direcionados às autoridades de saúde e ambientais dos municípios contemplados com a pesquisa.

CAPÍTULO 1 – APRESENTAÇÃO GERAL

1. 1. Introdução

Os gastrópodes são a classe mais diversa do filo Mollusca, com cerca de 40.000 a 100.000 espécies, dependendo da autoridade (BIELER, 1992; PONDER e LINDBERG, 1997). Tradicionalmente, os gastrópodes são divididos em três subclasses: Prosobranchia, Opisthobranchia e Pulmonata (BROWN, 2001), sendo essa última referência para estudos ambiental e sanitário/saúde (SOARES *et al.*, 2023).

Os pulmonados constituem a maioria dos gastrópodes, mas têm uma capacidade limitada de explorar habitats de águas mais profundas porque não possuem um ctenídio (verdadeira brânquia de molusco). Em vez disso, usam um “pulmão” fino e vascularizado para trocas gasosas. Dentro desse grupo, os planorbídeos têm uma brânquia secundária (pseudobrânquio) e o pigmento respiratório hemoglobina; portanto, estão mais bem equipados para explorar ambientes com pouco oxigênio (BRASIL, 2008).

Ainda sobre os gastrópodes pulmonados, esses são hospedeiros de trematódeos digenéticos. A relação parasitária entre gastrópodes e trematódeos envolve diferentes eventos de transmissão em função dos distintos hospedeiros e circunstâncias ambientais. Os trematódeos alcançam a maturidade sexual no hospedeiro definitivo, na maioria das vezes, um vertebrado, onde realiza a reprodução sexuada que resulta na produção de ovos que darão origem a formas larvares, os miracídios

Ato contínuo, estes infectam os hospedeiros intermediários, principalmente moluscos gastrópodes, tanto aquáticos quanto terrestres, iniciando a fase de reprodução assexuada. Esta ocorre com a formação de esporocistos e/ou rédias e resulta na produção de cercárias por um processo de poliembrionia. As cercárias irão infectar os vertebrados fechando o ciclo (SUKHDEO e SUKHDEO, 2004).

A detecção de trematódeos em moluscos hospedeiros permite verificar interações parasito-hospedeiro, sua participação no funcionamento dos ecossistemas e padrão de disseminação de trematodíases, para tanto diversas pesquisas focadas nessa relação foram desenvolvidas (TELES, LEITE e RODRIGUES, 1991;

SERRA-FREIRE., 1999; SOUZA *et al.*, 1998; SOUZA *et al.*, 2001; THIENGO *et al.*, 2004). Nesse contexto, em terra maranhenses, estudos dessa relação ainda são incipientes e restritos à Mesorregião Norte, onde já foram encontrados gastrópodes dos gêneros *Pomacea*, *Biomphalaria* e *Melanooides* infectados por Cryptogonimidae, Diplostomatidae, Echinostomatidae, Haplometridae, Schistosomatidae e outros (DAVID, 2018).

Considerando essa observância, vale destacar a região de entorno dos Lençóis Maranhenses, que a julgar pelo vasto sistema hídrico (rios, lagos e lagoas entre outros tipos), clima semi-úmido e com estação chuvosa de seis meses, além do deficitário saneamento básico entre a população, acrescido pelo histórico de positividade para esquistossomose (mais de 500 casos de 2000 a 2019), faz referida área propícia para a ocorrência de gastrópodes e trematódeos com relevâncias ambientais (BRASIL, 2024).

Tendo em vista o pressuposto anterior, a presente pesquisa pretende responder à seguinte indagação: Qual a fauna de gastrópodes límnicos e trematódeos, sua interação, diversidade, frequência e distribuição na área de entorno da Região dos Lençóis Maranhenses, Brasil?

O presente trabalho levou a seguinte hipótese: Há uma diversidade de espécies que compõem a comunidade de gastrópodes e trematódeos nas áreas silvestres dos municípios da região dos Lençóis Maranhenses, em virtude da riqueza do sistema hídrico e outros fatores ambientais (temperatura, oxigênio disponível, pH em equilíbrio, condutividade, salinidade e outros parâmetros) e vem se alterando devido a fatores sociais, sanitários e turísticos predominantes.

1.2. Revisão teórica

1.2.1. Filo Mollusca: características gerais

Os moluscos constituem o segundo maior filo animal, ultrapassando 100 mil espécies e inferiorizado somente pelo grupo dos artrópodes. Esses animais apresentam corpo mole, tendo, em sua maioria três partes (cabeça, pé e massa visceral), formatos e tamanhos diversos, com hábitos alimentares variados, respiração pulmonar (no caso dos terrestres) ou branquial (para os viventes em ambientes aquáticos) e dispersados por vários ambientes pelo mundo (RUSSELL-HUNTER, 1979; RUPPER *et al.*, 2005; PASSOS, MIRANDA e CORRÊA, 2019; CAMARGO *et al.*, 2021).

Os moluscos estão agrupados em classes: Polyplacophora, Scaphopoda, Aplacophora, Monoplacophora, Cephalopoda, Bivalvia e Gastropoda (SCHRÖDL, STÖGER, 2014; HICKMAN *et al.*, 2016). As três últimas são apresentadas como as mais relevantes, tendo em vista os contextos econômicos que apresentam, além da intrínseca relação meio ambiente e processo saúde-doença (VIDAL, 2010; BORBOSA *et al.*, 2019; GUIMARÃES *et al.*, 2021; CAMARGO *et al.*, 2021).

Os moluscos além de contribuem para riqueza e abundância do reino animal, também vêm sendo utilizados como importantes instrumentos de estudos de bioindicação de qualidade, bem como epidemiológicos, no caso espécies da classe gastropoda são exemplos, posto que trematódeos e nematódeos causadores de enfermidade possuem as espécies desse agrupamento como hospedeiros intermediários (ROSSATO, 2017; ZANARDI, 2018; RAMOS-DE-SOUSA, 2023).

1.2.2. Gastrópodes e trematódeos: características e suas interações parasitológicas associadas

Os gastrópodes são uma classe de moluscos que se caracterizam por apresentar uma concha univalve e um pé muscular utilizado para locomoção. Além disso, possuem uma rádula, uma estrutura dentada que utilizam para raspar o alimento e um sistema nervoso (BARNES, FOX e RUPPERT, 2003). São considerados um dos grupos mais bem-sucedidos em termos evolutivos, com mais de 80 mil espécies descritas até o momento (MOLLUSCABASE, 2021).

Os gastrópodes possuem ampla variedade de espécies. Essa classe pode ser organizada em três subclasses, considerando a classificação ainda usual: Prosobranchia, Opisthobranchia e Pulmonata, sendo a última a mais conhecida por sua relação com agravos ambientais de ordem parasitária, tendo em vista que espécies de *Biomphalaria spp.* e caramujos de água doce da família *Lymnaeidae* são vetores dos helmintos *Schistosoma mansoni* e *Fasciola hepática*, respectivamente, causadores da esquistossomose mansoni e fasciolose, de modo respectivo (SIMONE, 1999; BRASIL, 2008; SANTOS, 2014; FALCÃO, 2021).

Os trematódeos fazem parte do grupo platelmintos sem segmentação corporal e são revestidos de cutícula protetora, apresentam corpo foliáceo oval ou tubular, possuem ventosas orais e ventrais, aplicadas na fixação e absorção de nutrientes dos parasitados (GIBSON *et al.*, 2002; NEVES, 2016). Além disso, são classificados como digenéticos (necessitam de dois ou mais hospedeiros intermediários, além do definitivo, para se desenvolvem), sendo esse ciclo biológico facilmente observado em gastrópodes (PINTO e MELO, 2013; NEVES, 2016).

Ao interagir com gastrópodes, essa relação adquire importante relevância ambiental e epidemiológica, principalmente quando potencializada pela ausência de saneamento básico e manejo ambiental precário, o que favorece aos platelmintos *Schistosoma mansoni* e *Fasciola hepática*, por exemplo, situações propícias para continuarem seus ciclos de vida e ocasionarem transtornos para saúde humana e veterinária (SANTOS, 2014; AMORIM e BARBOSA, 2021).

No estado do Maranhão, vários táxons de trematódeos já foram encontrados associados com gastrópodes em áreas degradadas e poluídas pela presença humana: Clinostomidae, Diplostomidae, Echinostomatidae, Schistosomatidae, Spirorchiidae e Strigeidae (RODRIGUES, *et al.*, 2017). Esses estudos iniciais já indicam uma estreita associação dos trematódeos a áreas com problemas ambientais (MIRANDA *et al.*, 2016; RODRIGUES *et al.*, 2017). Dessa forma, estudo com vertente de gastrópodes e trematódeos associados vem tentando se ampliar em terras maranhenses com o passar do tempo (DAVID *et al.*, 2018).

1.2.3. Gastrópodes e trematódeos em uma perspectiva *one health*

A abordagem de questões ambientais, de saúde humana e animal tem ganhado força ao longo do tempo, especialmente após diversas crises epidemiológicas ocorridas pelo mundo. Isso ressalta a constatação de que tais impactos não ocorreram de forma isolada, mas em diferentes segmentos correlacionados, tanto naturais quanto humanos. Isso evidencia a necessidade de uma análise constante das interconexões desses elementos, que agora estão em estudo (GIBBS, 2014; DESTOUMIEUX-GARZON *et al.* 2018).

Ato contínuo, historicamente, a humanidade sempre foi impactada por diversas frentes. Ou seja, quando, por exemplo, a comunidade de Minamata sofreu com surtos psicóticos, microcefalia e outras malformações devido à contaminação por mercúrio lançado irregularmente na baía, ela não apenas negligenciou a necessidade de cuidados com a saúde humana, mas também o seu mar, assim como os peixes desse ambiente que eram pela comunidade consumidos (EKINO *et al.*, 2007; SILVA *et al.*, 2017).

Ademais, nos anos 50, em Londres, *Big Smog* ocasionado pela queima massiva de carvão, rico em dióxido de carbono e outros poluentes impactar adversamente a atmosfera e a saúde dos cidadãos, causando a morte de mais de 13.000 pessoas por questões respiratórias (DAVIS, 2002; SEINFELD, 2004). Além disso, epidemias recentes, como a do ebola, e pandemias, exemplificadas pelos vírus HIV e Sars-Cov-2, têm vínculos complexos com o contato humano inadequado com a natureza e animais hospedeiros de agentes infecciosos (BROOKS *et al.*, 2014; SAMPAIO e SCHÜTZ, 2016; ZHANG, WU e ZHANG, 2020; SOUZA *et al.*, 2023).

No contexto de avaliar impactos negativos sobre os seres vivos, a partir do viés associativo de saúde humana, animal e ambiental, o conceito de "*One Health*" torna-se aplicável, uma vez que essa ideia visa trabalhar a explicação de fenômenos não a partir de uma causa, mas do todo envolvido. Ou seja, analisar uma doença não se deve deter somente em questões epidemiológicas, mas também na avaliação do meio ambiente onde ocorre a situação e dos animais envolvidos nela (GIBBS *et al.* 2014; DESTOUMIEUX-GARZON *et al.* 2018).

Na perspectiva de interconexão entre saúde humana, animal e ambiental (*One Health*), ao considerar a presença de animais com potencial para atuarem como vetores e agentes infecciosos, aliada à falta de saneamento básico, é possível exemplificar alguns moluscos, especialmente os pertencentes aos gêneros *Biomphalaria* e *Lymnaea*, bem como helmintos associados, respectivamente, *Schistosoma mansoni* e *Fasciola hepática*, visto seus impactos na saúde e ecologia (VIDAL, 2010; SANTOS, 2014; BARBOSA *et al.*, 2019; BORGES *et al.*, 2023; BARBOSA *et al.*, 2021).

A associação entre o gastrópode do tipo *Biomphalaria* e o verme *S. mansoni* ocorre a partir de um ciclo biológico que se inicia pelo descarte irregular de fezes humanas contendo ovos do helminto mencionado em ambientes hídricos. Em contato com a água, esses ovos eclodem e liberam miracídeos, os quais buscam os moluscos em destaque e se desenvolvem em cercárias. Posteriormente, essas cercárias são liberadas no ambiente, atingindo seres humanos (VIDAL, 2010; BARBOSA, 2019; BARBOSA *et al.*, 2021). Isso demonstra que a situação não pode ser apresentada apenas como um problema de saúde humana, mas também ambientalmente associado (GOMES *et al.*, 2014; GOMES *et al.*, 2016; PEREIRA FILHO *et al.*, 2023).

No Brasil, a relação entre *Biomphalaria* e *S. mansoni* ainda causam problemas significativos entre a população, como a doença esquistossomose, que possui uma extensão relevante do Pará até o Rio Grande do Sul, com número de doentes resultante em 423.117 entre 2009 e 2019, com uma média de 294 internações, e 490 mortes provocadas entre 2009 e 2013 (BRASIL, 2017; BRASIL, 2021).

Também, como exemplo que reforça a perspectiva de saúde única, tendo gastrópodes e trematódeo como potencializadores, diz respeito justamente os caramujos do gênero *Lymnaea* e o helminto *F. hepática*, onde o primeiro é hospedeiro intermediário do segundo, e atinge ovinos, bovinos, suínos e seres humanos em seu desenvolvido final (MENDES, LIMA e MELO, 2008; CORREA *et al.*, 2010). Quando alcança seus hospedeiros finais, provoca a fasciolose, doença de inflamação do fígado e ductos biliares devido às lesões provocadas pelo verme (NEVES, 2016).

Ainda, vale lembrar que essa enfermidade apresenta relevância veterinária, tendo em vista que provoca redução no ganho de peso e na produção de leite, e problemas de reprodução nos rebanhos, ocasionando perdas econômicas (SERRA-

FREIRE, 1999). No Brasil, especialmente os estados de Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Minas Gerais, Rio de Janeiro e Goiás são os mais atingidos (CUNHA *et al.*, 2007).

A implementação do princípio da "Saúde Única" no âmbito dos gastrópodes e trematódeos revela sua pertinência, destacando que as questões de saúde humana e veterinária não podem ser exclusivamente abordadas sob uma perspectiva epidemiológica (GIBBS, 2014; DESTOUMIEUX-GARZON *et al.* 2018). Esse enfoque ressalta a importância de considerar o ambiente, bem como as interações entre hospedeiros intermediários e definitivos, juntamente com os agentes patogênicos envolvidos, ampliando assim a compreensão e abordagem desses problemas de saúde (MAS-COMA, VALERO e BARGUES, 2023).

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Geral

- Conhecer a fauna de gastrópodes e trematódeos e suas interações na região de entorno dos Lençóis Maranhenses.

1.3.2. Específicos

- Determinar a riqueza e abundância das espécies de gastrópodes e trematódeos em diferentes ecossistemas;
- Analisar a distribuição sazonal de gastrópodes e trematódeos;
- Estudar a distribuição de gastrópodes e trematódeos no espaço geográfico em tela;
- Avaliar os parâmetros microbiológicos e físico-químicos dos ambientes hídricos estudados;
- Mapear as áreas de importância ecológica e epidemiológica na região em estudo.

REFERÊNCIAS

- AMORIM, J. S.; BARBOSA, A. M. F. (2021). INDICADORES DE RISCO SOCIOAMBIENTAL PARA ESQUISTOSSOMOSE MANSONI EM ESPAÇOS URBANOS. *Revista Multidisciplinar Em Saúde*, 2(3), 114. <https://doi.org/10.51161/rem/s/1526>
- BARNES, R. D.; FOX, R. S.; RUPPERT, E. E. *Zoologia dos Invertebrados: A Functional Evolutionary Approach*. Seventh Edition, 2003.
- BIELER, R. 1992. Gastropod phylogeny and systematics. *Annual Review of Ecology and Systematics* 23:311–338.
- BORGES, D. L.; PEREIRA, T. L.; TORQUATO, T. G.; ANDRADE, J. F. C. de M.; AMARAL, L. de F.; DE FARIA, M. T.; MARTINS, I. P.; PINHEIRO, P. L. L.; BARBOSA, F. S. Influência das chuvas na população de moluscos límnicos transmissores da esquistossomose. *Caderno Pedagógico*, [S. l.], v. 20, n. 1, p. 164–182, 2023. DOI: 10.54033/cadpedv20n1-009. Disponível em: <https://ojs.studiespublicacoes.com.br/ojs/index.php/cadped/article/view/1472>. Acesso em: 09 fev. 2024
- 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 (FIOCRUZ). *Análise de Situação em Clima e Saúde*. Rio de Janeiro - RJ: FIOCRUZ, 2017. 83 p.
- BRASIL, Ministério da Saúde. *Esquistossomose*. Brasília - DF, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/e/esquistossomose-1>. Acesso em: 22 maio 2022.
- BRASIL. Ministério da Saúde. DATASUS: Programa de Controle a Esquistossomose - Maranhão. Brasília (DF): Ministério da Saúde; 2024. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/deftohtm.exe?sinan/pce/cnv/pceMA.def>. Acesso em: 12 fev. 2024.
- BROOKS, G. F. et al. *Microbiologia médica de Jawetz, Melnick e Adelberg*. 26. ed. Porto Alegre: AMGH, 2014.
- BROWN, K.M. 2001. *Mollusca: Gastropoda. Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates*. 2nd Edition. Copyright © 2001 by Academic Press. All rights of reproduction in any form reserved.
- CAMARGO, Paulo Ricardo da Silva et al. Estado atual de conhecimento das principais características dos Moluscos. *Brazilian Journal of Development*, v. 7, n. 4, p. 40950–40963, abr. 2021. Disponível

em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/28603>. Acesso em: 5 fev. 2024.

BARBOSA, F. S. et al. Levantamento malacológico, identificação de moluscos e cercárias transmissoras de *Schistosoma mansoni* do município de Arcos-MG. *Revista Conexão Ciência*, v. 14, p. 37-46, 2019. DOI: <https://doi.org/10.24862/ccco.v14i4.1077>. Acesso em: 5 fev. 2024.

CORREA, A. C. et al. Bridging gaps in the molecular phylogeny of the Lymnaeidae (Gastropoda: Pulmonata), vectors of Fascioliasis. *BMC Evolutionary Biology*, v. 10, n. 381, p. 1-12, 2010.

CUNHA, F. E. A. Prevalence of slaughter and liver condemnation due to *Fasciola hepática* among sheep in the state of Rio Grande do Sul, Brazil 2000 and 2005. *Parasitol. latinoam.* v.62 n.3-4 Santiago dic. 2007

DAVID et al., N.F. Spatial distribution and seasonality of *Biomphalaria* spp. in São Luís (Maranhão, Brazil). *Parasitol Res* 117, 1495–1502 (2018). <https://doi.org/10.1007/s00436-018-5810-1>. Acesso em: 5 fev. 2024.

DAVID, N. F. Estudo de comunidades de trematódeos e gastrópodes límnicos da Mesorregião do Norte Maranhense, Maranhão, Brasil. 2018. 52 p. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade e Conservação) - UFMA, São Luís - MA, 2018.

DAVIS, D. *When Smoke Ran Like Water*. New York: Basic books, 2002.

DESTOUMIEUX-GARZÓN, D. et al., The One Health Concept: 10 Years Old and a Long Road Ahead. *Frontiers in Veterinary Science*, v. 5, n. FEB, p. 1-13, 12 Feb. 2018. doi: <https://doi.org/10.3389/fvets.2018.00014>.

EKINO, S.; SUSAKI, M.; NINOMIYA, T.; IMAMURA, K.; KITAMURA, T. (2007). "Minamata disease revisited: An update on the acute and chronic manifestations of methyl mercury poisoning". *Journal of Neurological Sciences*, v. 262, pp. 131-144. DOI: 10.1016/j.jns.2007.06.036

FALCÃO, Éverton Paredes. Esquistossomose: focos de transmissão, espécies de *Biomphalaria* sp. envolvidas e fatores socioambientais em Pitimbu/PB, Brasil. 2021. 108 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Exatas e da Natureza, João Pessoa, 2021.

GIBBS E.P. The evolution of One Health: a decade of progress and challenges for the future. *Vet Rec.* 2014 Jan 25;174(4):85-91. doi: 10.1136/vr.g143. PMID: 24464377.

GIBSON, D.; JONES, A.; BRAY, R. *Keys to the Trematoda*. Wallingford and London: International and the natural history museum, v. 1, 2002. 521 p.

GOMES, E. C. de S. et al. Risk analysis for occurrences of schistosomiasis in the coastal area of Porto de Galinhas, Pernambuco, Brazil. *BMC Infectious Diseases*, v. 14, n. 1, p. 1-12, 2014. DOI: 10.1186/1471-2334-14-101

GOMES, E. C. de S. et al. Transmissão urbana da esquistossomose: novo cenário epidemiológico na Zona da Mata de Pernambuco. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, v. 19, p. 822-834, 2016.

BARBOSA, S. B. et al. Identificação dos locais de risco para transmissão de *Schistosoma mansoni* no município de Lagoa da Prata-MG. *Revista Conexão Ciência*, v. 16, p. 63-77, 2021. DOI: <https://doi.org/10.24862/ccov16i3.1143>. Acesso em: 5 fev. 2024..

MAS-COMA, S.; VALERO, M.A.; BARGUES, M.D. One Health for fascioliasis control in human endemic areas. *Trends Parasitol.*, v. 39, n. 8, p. 650-667, 2023. DOI: 10.1016/j.pt.2023.05.009

MENDES, E. A.; LIMA, W. S.; MELO, A. L. Development of *Fasciola hepatica* in *Lymnaea columella* infected with miracidia derived from cattle and marmoset infections. *Journal of Helminthology*, v. 82, n. 1, p. 81-84, 2008.

MIRANDA, G. S., RODRIGUES, J. G. M., LIRA, M. G. S., NOGUEIRA, R. A., GOMES, G. C. C., MIRANDA, B. S., ARAÚJO, A. DE, e SILVA-SOUZA, N. (2016). Moluscos límnicos como hospedeiros de trematódeos digenéticos de uma região metropolitana da ilha do Maranhão, Brasil. *Scientia Plena*, 12(9). <https://doi.org/10.14808/sci.plena.2016.091004>

MOLLUSCABASE. Gastropoda. 2021. World Register of Marine Species. Disponível em: <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=101>. Acesso em: 27 abr. 2023.

NEVES, David Pereira. *Parasitologia humana*. 13. ed. São Paulo: Atheneu, 2016. Vários colaboradores. Bibliografia. ISBN 978-85-388-0715-5.

PASSOS, F.D.; MIRANDA, M.S.; CORRÊA, PV.F. Synopsis of the knowledge on the Brazilian aplacophorans (Mollusca: Caudofoveata e Solenogastres). *Biota Neotropica*, v.19, n.1, p.1-6, 2019.

PEREIRA FILHO, A. A. et al. Presença de caramujos e aspectos ambientais que favorecem a ocorrência da esquistossomose no Sá Viana, bairro de periferia de São Luís, Maranhão – Brasil. In: *A pesquisa em saúde: desafios atuais e perspectivas futuras 3*. Atena Editora, 2023. p. 159-167. DOI: 10.22533/at.ed.95423150817

PINTO, H.; MELO, A. larvas de trematódeos em moluscos do Brasil: panorama e perspectivas após um século de estudos. *Revista Patologia Tropical*, v. 42, n. 4, p. 369-386, 2013.

PONDER, W.F., LINDBERG, D.R. 1997. Towards a phylogeny of gastropod molluscs: an analysis using morphological characters. *Zoological Journal of Linnaean Society* 119:83–265.

RAMOS-DE-SOUZA, J.; RODRIGUES GOMES, S.; CARVALHO DE MATTOS, A.; PORFÍRIO DE SOUSA, A. K.; FEITOSA DA SILVA, E.; MALDONADO-JUNIOR, A.; CARVALHO THIENGO, S. *Achatina fulica* infected by *Angiostrongylus cantonensis* in Manaus, Brazilian Amazon region, and the risk of transmission of eosinophilic meningitis. *Revista de Patologia Tropical / Journal of Tropical Pathology*, Goiânia, v. 52, n. 4, p. 295–303, 2023. DOI: 10.5216/rpt.v52i4.77199. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/iptsp/article/view/77199>. Acesso em: 24 jan. 2024.

RODRIGUES, J.G. M.; MIRANDA, G.S.; LIRA, M.G.S.; NOGUEIRA, R.A.; GOMES, G. C. C.; CUTRIM, R.S.; SOUZA, N. S. Larval trematodes in *Biomphalaria* spp. (Gastropoda: Planorbidae) from two municipalities of eastern Brazilian Legal Amazon. *Revista Pan-Amazônica de Saúde*, [s. l.], v. 8, ed. 3, 2017. DOI <http://dx.doi.org/10.5123/s2176-62232017000300006>. Disponível em: http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2176-62232017000300051. Acesso em: 19 jul. 2023.

ROSSATO, M. Influência de fatores biológicos e ambientais na acumulação de tributelastanho (TBT) e desenvolvimento de imposex em gastrópodes bioindicadores. 2017. Tese de doutorado (Doutorado em Oceanografia, física, química e geológica) - Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande - RS, 2017.

RUPPER, E.E.; FOX, R.S.; BARNES, R.D. *Zoologia dos Invertebrados*. 7ª ed. São Paulo: Roca: 2005. 1145 p.

RUSSEL-HUNTER, W. D. *Life of invertebrates*. 1. ed. Lincoln: MacMillan Publishing Company, 1979.

SAMPAIO, João Roberto Cavalcante; SCHÜTZ, Gabriel Eduardo. A epidemia de doença pelo vírus Ebola de 2014: o Regulamento Sanitário Internacional na perspectiva da Declaração Universal dos Direitos Humanos. *Cad. Saúde Colet*, Rio de Janeiro, v. 24, ed. 2, p. 242-247, 2016. DOI DOI: 10.1590/1414-462X201600020184. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cadsc/a/MMdyYbSpTBdHvJ6R7vtVXmt/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 5 fev. 2024.

SANTOS, I. L. Q. S. Epidemiologia da fasciolose em duas fazendas na região do Vale do Paraíba-SP. 2014. 63 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Malacologia de Vetores)-Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2014.

SEINFELD, John. Air Pollution: a half century of progress. *American Institute of Chemical Engineers (AIChE) Journal*, vol. 50, n. 6, p.1096-1108, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1002/aic.10102>

SERRA-FREIRE, N. Fasciolose hepática no Brasil: Análise retrospectiva e prospectiva. *Caderno Técnico-Científico da Escola de Medicina Veterinária*, p. 9-70, 1999.

SERRA-FREIRE, N. Fasciolose hepática no Brasil: Análise retrospectiva e prospectiva. Caderno Técnico-Científico da Escola de Medicina Veterinária, p. 9-70, 1999.

SILVA, R. R. D. et al. Convenção de Minamata: análise dos impactos socioambientais de uma solução em longo prazo. SAÚDE DEBATE, [s. l.], v. 41, p. 50-62, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-11042017S205>

SIMONE, Luiz Ricardo L. Reino animalia: gastropoda terrestres gastropoda terrestres. São Paulo: Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, 1999.

SOARES, Ana Clara Mendes et al. Aspectos gerais sobre a esquistossomose mansoni: uma breve revisão de literatura. In: BACHUR, Tatiana Paschoalette Rodrigues; NEPOMUCENO, Denise Barguil (Org.). Doenças infecciosas e parasitárias no contexto brasileiro. [S. l.]: AMPLLA Editora, 2023. v. III e IV, p. 161-169. ISBN 978-65-5381-120-

SOUZA, C. et al. Moluscos límnicos da microrregião de Belo Horizonte MG, com ênfase nos vetores de parasitoses. Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical, v. 31, p. 449-456, 1998.

SOUZA, C. et al. Geographical distribution of Biomphalaria snails in the state of Minas Gerais, Brazil. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, v. 96, p. 293-302, 2001.

SOUZA, P. R. R. de et al. Pandemias pelo mundo. ANALECTA-Centro Universitário Academia, v. 8, n. 1, 2023. Disponível em: <https://seer.uniacademia.edu.br/index.php/ANL/article/view/3393/2387>

SUKHDEO, M.V.K, e SUKHDEO, S.C. Trematode behaviours and the perceptual worlds of parasites. Can J Zool. 2004, 82(2):292-315.

TELES, H.; LEITE, R.; RODRIGUES, F. Moluscos límnicos de uma área do Alto Araguaia (Brasil). Revista Saúde Pública, v. 25, p. 197-183, 1991.

THIENGO, S. et al. Freshwater snails and Schistosoma mansoni in the State of Rio de Janeiro, Brazil: Sul Fluminense Mesoregion. Mem Inst Oswaldo Cruz, v. 99, n. 3, p. 275-280, 2004.

VIDAL, C. H. F. et al. Aspectos epidemiológicos na neuroesquistossomose. Arquivos de Neuro-Psiquiatria, v. 68, p. 72-75, 2010.

ZANARDI, V. S. Prevalência de infecção de Biomphalaria glabrata infectados por Schistosoma mansoni em coleções hídricas de Salvador, Bahia, Brasil. / Vanessa Sousa Zanardi. - 2018. Orientador: Prof. Dr. Mitermayer Galvão dos Reis, Laboratório de Patologia e Biologia Molecular. Dissertação (Mestrado em Patologia) – Universidade Federal da Bahia, Faculdade de Medicina. Fundação Oswaldo Cruz, Instituto Gonçalo Moniz, 2018.

ZHANG, T.; WU, Q.; ZHANG, Zhigang. Probable pangolin origin of SARS-CoV-2 associated with the COVID-19 outbreak. Current biology, v. 30, n. 7, p. 1346-1351. e2, 2020. DOI: 10.1016/j.cub.2020.03.022

CAPÍTULO 2 - ARTIGO ORIGINAL

RIQUEZA E ABUNDÂNCIA DE GASTRÓPODES LÍMNICOS E TREMATÓDEOS ASSOCIADOS NA REGIÃO DOS LENÇÓIS MARANHENSES, BRASIL

RICHNESS AND ABUNDANCE OF LIMNIC GASTROPODS AND ASSOCIATED TREMATODES IN THE LENÇÓIS MARANHENSES REGION, BRAZIL

RIQUEZA Y ABUNDANCIA DE GASTERÓPODOS LÍMNICOS Y TREMATODOS ASOCIADOS EN LA REGIÓN DE LENÇÓIS MARANHENSES, BRASIL

Resumo

O presente estudo teve por objetivo conhecer a fauna de gastrópodes e trematódeos e suas interações na região dos Lençóis Maranhenses. O trabalho foi realizado nos municípios de Santo Amaro do Maranhão, Barreirinhas e Paulino Neves, tendo 28 localidades definidas. Os gastrópodes foram coletados em ambientes de água doce, como restingas, campos, rios, afluentes e dunas. Foram verificadas as taxas de riqueza e abundâncias desses moluscos. Aplicou-se o teste ANOVA para verificação de diferenças na abundância dos gastrópodes entre as áreas estudadas, além da avaliação de infecções por trematódeos e correlação entre coliformes e fatores abióticos com gastrópodes. Foram coletados 3.483 espécimes de gastrópodes pertencentes a cinco táxons, sendo possível a identificação de três espécies *Biomphalaria straminea*, *Melanooides tuberculata* e *Drepanotrema lucidum*, além das morfoespécies *Pomacea spp.* e *Physa spp.* A espécie *B. straminea*, que representou 51% (1.787) dos espécimes recolhidos, foi mais abundante. Foi detectada a presença de trematódeos em 0,34% (12) dos moluscos, com a maior incidência em *M. tuberculata*. O ANOVA demonstrou não haver diferença estatística significativa entre as populações de moluscos, apesar da estação seca apresentar ou ter apresentado maior quantidade de espécimes. Os achados apontam a presença de coliformes totais e termotolerantes, em especial em Barreirinhas e Paulino Neves, indicando possível contaminação por esgoto entre os corpos hídricos avaliados. A presente pesquisa pode auxiliar na compreensão da biodiversidade regional, além da identificação de importantes táxons envolvidos em problemáticas ambientais e de saúde, apontando a necessidade de monitoramento constante dos pontos de ocorrência dos animais.

Palavras-chave: Moluscos; Platelminhos; Coliformes; Pólo Turístico; Saúde e Ambiente.

Abstract

The present study aimed to investigate the fauna of gastropods and trematodes and their interactions in the Lençóis Maranhenses region. The research was conducted in the municipalities of Santo Amaro do Maranhão, Barreirinhas, and Paulino Neves, encompassing 28 defined locations. Gastropods were collected in freshwater environments, such as restingas, fields, rivers, tributaries, and dunes. The richness and abundance rates of these mollusks were assessed. An ANOVA test was applied to determine differences in gastropod abundance across the studied areas, along with the evaluation of trematode infections and the correlation between coliforms, abiotic factors, and gastropods. A total of 3,483 gastropod specimens were collected, representing five taxa, with three species identified: *Biomphalaria straminea*, *Melanoides tuberculata*, and *Drepanotrema lucidum*, in addition to the morphospecies *Pomacea spp.* and *Physa spp.*. The species *B. straminea*, accounting for 51% (1.787) of the collected specimens, was the most abundant. Trematodes were detected in 0.34% (12) of the mollusks, with the highest incidence in *M. tuberculata*. The ANOVA test revealed no statistically significant differences between mollusk populations, although the dry season exhibited a higher number of specimens. The findings also indicated the presence of total and thermotolerant coliforms, particularly in Barreirinhas and Paulino Neves, suggesting potential sewage contamination among the evaluated water bodies. This research contributes to the understanding of regional biodiversity and the identification of key taxa involved in environmental and health issues, highlighting the need for continuous monitoring of the sites where these animals occur.

Keywords: Mollusks; Platyhelminths; Coliforms; Tourism Hub; Health and Environment.

Resumen

El presente estudio tuvo como objetivo investigar la fauna de gasterópodos y trematodos y sus interacciones en la región de los Lençóis Maranhenses. La investigación se llevó a cabo en los municipios de Santo Amaro do Maranhão, Barreirinhas y Paulino Neves, abarcando 28 localidades definidas. Los gasterópodos se recolectaron en ambientes de agua dulce, como restingas, campos, ríos, afluentes y dunas. Se evaluaron las tasas de riqueza y abundancia de estos moluscos. Se aplicó la prueba ANOVA para determinar diferencias en la abundancia de gasterópodos entre las áreas estudiadas, además de evaluar infecciones por trematodos y la correlación entre coliformes, factores abióticos y gasterópodos. Se recolectaron 3,483 especímenes de gasterópodos pertenecientes a cinco taxones, con tres especies identificadas: *Biomphalaria straminea*, *Melanoides tuberculata* y *Drepanotrema lucidum*, además de las morfoespecies *Pomacea spp.* y *Physa spp.*. La especie *B. straminea*, que representó el 51% (1.787) de los especímenes recolectados, fue la más abundante. Se detectaron trematodos en el 0,34% (12) de los moluscos, con la mayor incidencia en *M. tuberculata*. La prueba ANOVA no reveló diferencias

estadísticamente significativas entre las poblaciones de moluscos, aunque la estación seca presentó un mayor número de especímenes. Los hallazgos también señalaron la presencia de coliformes totales y termotolerantes, especialmente en Barreirinhas y Paulino Neves, lo que sugiere una posible contaminación por aguas residuales entre los cuerpos de agua evaluados. Esta investigación contribuye a la comprensión de la biodiversidad regional y a la identificación de taxones clave involucrados en problemáticas ambientales y de salud, destacando la necesidad de un monitoreo constante de los puntos de ocurrencia de estos animales.

Palabras clave: Moluscos; Platelminotos; Coliformes; Polo Turístico; Salud y Medio Ambiente.

1. INTRODUÇÃO

Os moluscos constituem o segundo maior filo do reino animal, concentrando espécies dos ambientes hídricos e terrestres (CAMARGO et al., 2021). Muitos de seus representantes apresentam significâncias para estudos ambientais e epidemiológicos, especialmente quando ligados à ocorrência de enfermidades e contaminação de ambientes (MENDES LIMA e MELO, 2008; CORREA et al., 2010).

Os gastrópodes são uma importante classe desse filo, pois além de apresentarem significados para composição da fauna ambiental, também estão relacionados a agravos de saúde como os provocados pelos gêneros *Biomphalaria* e *Lymnaea*. Espécimes desses gêneros são hospedeiros intermediários de helmintos causadores da esquistossomose mansoni - *Schistosoma mansoni* (Sambon, 1907) - e fasciolose - *Fasciola hepática* (Linnaeus, 1758), respectivamente (VIDAL, 2010; BARBOSA, 2019; BORGES, 2023; BARBOSA et al., 2021).

Estudos sobre a riqueza e abundância de gastrópodes, particularmente aqueles de água doce que são hospedeiros de trematódeos, demonstram a importância desses elementos para o ecossistema. Nesse contexto, é preciso entender como essa relação ecológica ocorre e seus impactos para saúde humana e veterinárias e dos demais seres envolvidos no habitat compartilhado (WILKE et al., 2000; CARVALHO et al., 2001; DEJONG et al., 2003 e 2004; JANNOTTI-PASSOS, MAGALHÃES e VIDIGAL, 2006; CARDOSO et al., 2006; NDASSA et al., 2007).

Os achados sobre gastrópodes límnicos e seus trematódeos associados, apresentam importantes ferramentas para conhecimento da biodiversidade de determinada região, particularmente entre aquelas que apresentam condições naturais, sanitárias e antrópicas favoráveis para essa ocorrência (VIDAL, 2010;

GOMES et al., 2014; GOMES et al., 2016; BARBOSA, 2019; BARBOSA, 2021; PEREIRA FILHO et al., 2023).

Nesse cenário, mostra-se necessário apontar, especificamente, a Região dos Lençóis Maranhenses, que por possui rica coleção hídrica, vegetação preservada e clima tropical, além de severa deficiência de saneamento básico e registros de esquistossomose mansoni, bem como morte pela enfermidade, se mostra com potencial área para estudo ecológicos sobre a riqueza e abundância de gastrópodes e trematódeos associados (MONTEIRO et al., 2018; BRASIL, 2003).

Considerando essas condições na Região dos Lençóis Maranhenses, em especial, as deficiências sanitárias, um aspecto que também precisa ser estudado são as condições microbiológicas dos corpos d'água onde os gastrópodes ocorrem, além das características ambientais, tais como fatores físico-químicos da água que normalmente interferem na dinâmica das relações desse grupo de organismos.

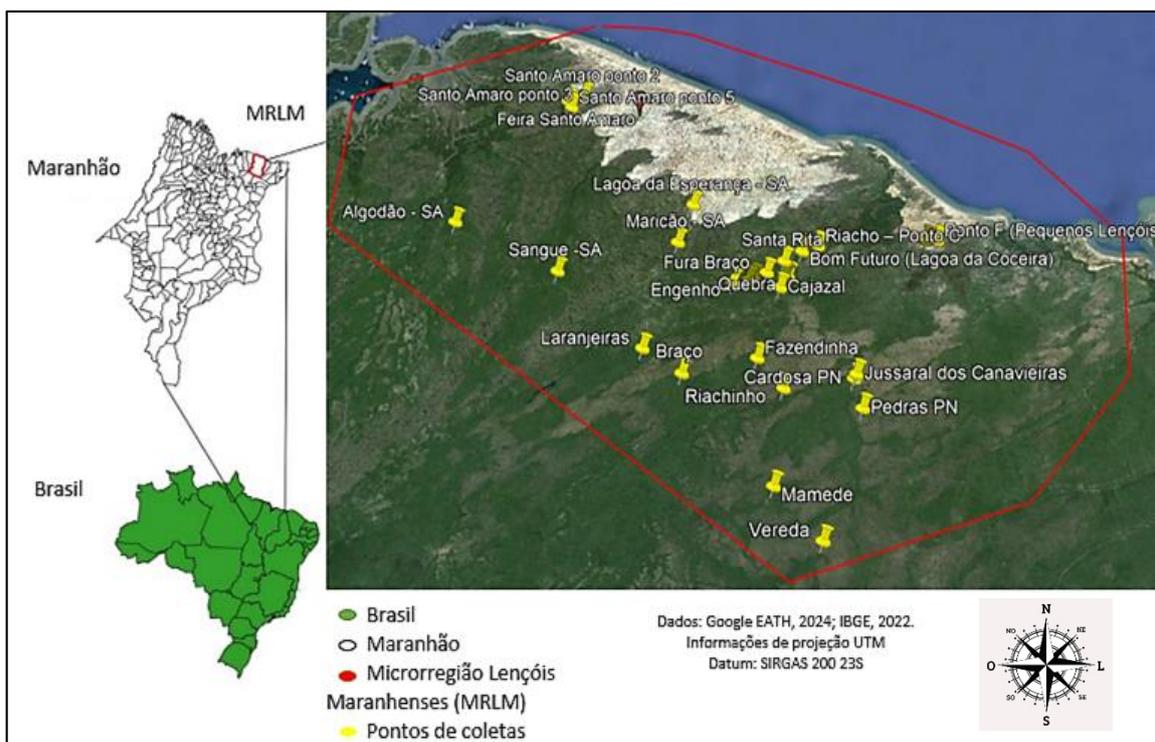
Sabe-se que as populações de gastrópodes do gênero *Biomphalaria* são influenciadas por fatores abióticos tais como pH, salinidade, temperatura e pluviometria (BARBOSA et al., 2017). De mesmo modo, pesquisadores alertam que a proliferação de coliformes totais e *Escherichia coli*, por exemplo, nos criadouros de *Biomphalaria* é um fator preocupante, uma vez que a contaminação desses ambientes atua como mais um fator para manutenção do ciclo da esquistossomose nas localidades (BARBOSA et al., 2017).

Diante do exposto, o presente trabalho teve por objetivo conhecer a fauna de gastrópodes límnicos e trematódeos associados existente na Região dos Lençóis Maranhenses, Brasil, e entender a sua relação com fatores abióticos (físico-químicos) e microbiológicos (Coliformes totais e tolerantes). A hipótese é que a Região dos Lençóis Maranhenses apresenta elevada riqueza e abundância de gastrópodes límnicos e trematódeos associados, considerando seu vasto teor hídrico, condições bióticas, abióticas e sanitárias favoráveis para sobrevivência e reprodução das mais variadas espécies de moluscos e helmintos.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Esse estudo tem como base a coleta de moluscos (gastropodes) em criadouros naturais. O estudo foi conduzido em 28 pontos de coleta em três municípios no entorno do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses: Santo Amaro do Maranhão, Barreirinhas e Paulino Neves (Figura 1).

Figura 1 - Mapa da Microrregião dos Lençóis Maranhenses e pontos de coletas



As coletas de espécimes foram realizadas trimestralmente, ao longo do ano de 2023, abrangendo as duas únicas estações definidas no Maranhão, chuvosa (janeiro a julho) e seca (agosto a dezembro), em áreas de ocorrência natural de moluscos, bem como em áreas focais de transmissão de esquistossomose. As amostras foram coletadas em ambientes de água doce, como margens de rios, córregos, lagos e lagoas, em ecossistemas de restingas, campos e dunas.

Durante o procedimento de campo, foi utilizado um método padronizado para a captura de moluscos. A coleta foi realizada por uma equipe de cinco coletores, utilizando pinças e conchas metálicas, durante 10 minutos em cada local. Os gastropodes capturados foram transportados para o Laboratório de Biologia do

Instituto Federal do Maranhão (IFMA), onde foram acondicionados em aquários com água filtrada e desclorada, substrato e alface, seguindo as metodologias de Paraense (1975) e Fernandez, Thiengo e Amaral (2008).

Para verificar a presença de infecções por trematódeos, os moluscos foram expostos individualmente à luz artificial por seis horas e à exposição noturna (ausência de luz) por até 12 horas (FERNANDEZ, THIENGO e AMARAL, 2008). Após essa exposição, os moluscos e a água dos seus recipientes foram examinados em lupa para detectar larvas de trematódeos. Lâminas frescas contendo as larvas foram preparadas e observadas em microscópio óptico, ampliando entre 8 a 40 vezes para a identificação morfológica das cercárias, utilizando chaves específicas de identificação de Schell (1970), Melo (2008) e Pinto e Melo (2013). O diagnóstico foi repetido semanalmente ao longo de um período de 30 dias para cada espécime de molusco.

A identificação morfológica dos gastrópodes ocorreu após a exposição dos espécimes, sendo os moluscos anestesiados com solução de pentobarbital sódico para facilitar o desprendimento da concha. Após aquecimento em água a 70° C, as conchas foram separadas da parte mole, lavadas e armazenadas em frascos identificados. As partes moles foram fixadas em solução de Railliet-Henry, com amostras da região cefalopediosa retiradas e preservadas em álcool absoluto para análises moleculares. A identificação dos gastrópodes foi realizada até o menor nível taxonômico possível, com base na morfologia.

Uma amostra das espécies coletadas foi encaminhada para a Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), para inserção na Coleção de Tecidos e DNA da Fauna Maranhense (CoFauMA), visando auxiliar futuras pesquisas moleculares e genéticas.

O estudo também incluiu a avaliação das condições ambientais dos corpos d'água onde os gastrópodes foram coletados. A análise microbiológica foi conduzida em amostras de água coletadas simultaneamente à captura dos moluscos. Essas amostras foram armazenadas em frascos estéreis, refrigeradas e enviadas para o Laboratório de Ciências Biológicas do IFMA, Campus Barreirinhas.

A técnica utilizada para a análise microbiológica foi baseada na determinação do número mais provável de coliformes totais e termotolerantes. Para isso, utilizou-se

caldo lauril sulfato de sódio para coliformes totais e caldo seletivo para coliformes termotolerantes, além de tubos de Durham invertidos para detectar a presença de gás, o que indicava a presença de coliformes. A confirmação da presença de coliformes totais e termotolerantes foi realizada com os caldos incubados a 35°C e 45°C, respectivamente (APHA, 2005; SILVA, JUNQUEIRA e SILVEIRA, 2000).

As análises físico-químicas da água *in loco* incluíram a medição de parâmetros como pH, oxigenação, salinidade, condutividade elétrica, sólidos dissolvidos totais (TDS) e temperatura, utilizando um medidor multiparâmetros AK88. Esses parâmetros foram considerados essenciais para compreender as condições dos ecossistemas onde os gastrópodes foram encontrados e como poderiam influenciar as taxas de riqueza e abundância das espécies estudadas.

A influência da precipitação pluviométrica na abundância também foi investigada ao longo do tempo para a área total do estudo e para cada município. Para análise da diferença na quantidade de gastrópodes encontrados nos períodos seco e chuvoso, foi utilizado o teste de variância ANOVA com dois critérios e Tukey, com nível de significância de 95% e alfa = 0,05 no programa estatístico SPSS.

Ademais, foram analisados alguns índices ecológicos. As associações parasito-hospedeiro foram baseadas em razões de prevalência (moluscos infectados/moluscos examinados), intensidade média de infecção (parasitos/moluscos infestados) e abundância média de infecção (parasitas/moluscos examinados).

Também foram realizadas as correções entre as taxas de riqueza e abundâncias dos gastrópodes e as condições microbiológicas e físico-químicas dos ambientes onde estão inseridos. Todas as análises estatísticas foram realizadas no software estatístico PAST, visando identificar possíveis relações entre características ambientais e a presença de gastrópodes (HAMMER et al., 2001).

3. RESULTADOS

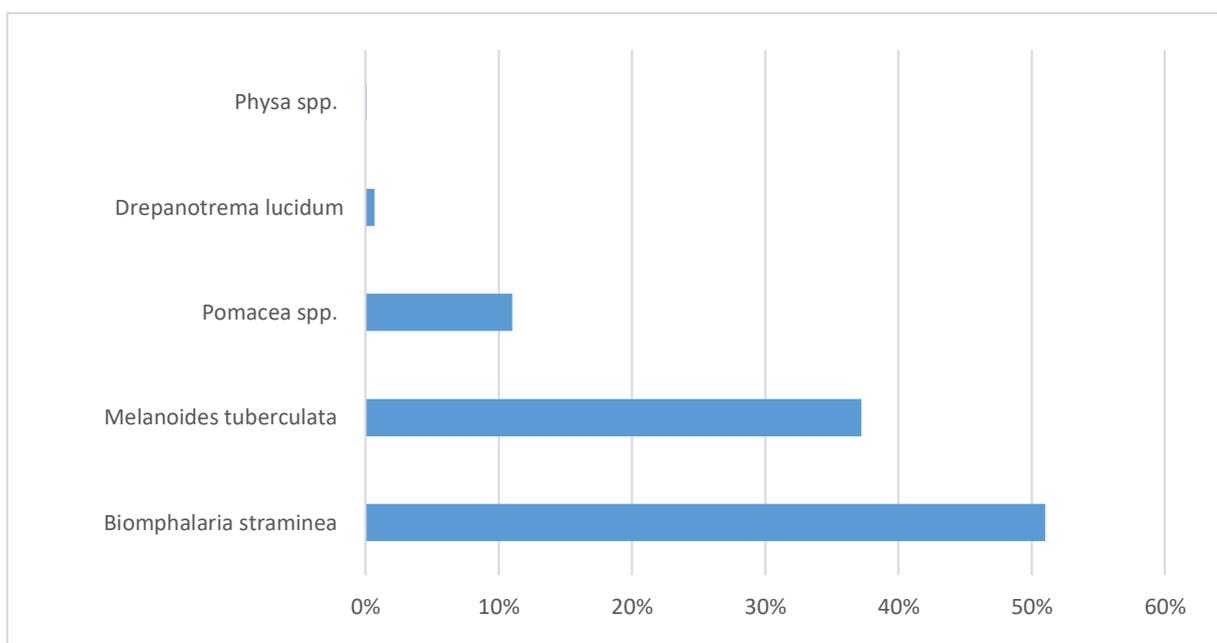
3.1. Riqueza e abundância de gastrópodes límnicos

O levantamento malacológico resultou em 18 pontos com presença de gastrópodes límnicos e total de 3.483 espécimes encontrados, pertencentes a quatro famílias distintas: Ampulariidae, Planorbidae, Physidae e Thiaridae. No que se refere

às espécies, a análise morfológica permitiu a identificação de *Biomphalaria straminea* (Dunker, 1848), *Drepanotrema lucidum* (Pfeiffer, 1839) e *Melanoides tuberculata* (Müller, 1774), enquanto os demais foram classificados apenas até o nível de gênero, sendo eles *Pomacea spp.* e *Physa spp.*

No enfoque de abundância, as espécies *B. straminea* (51% n = 1.776) e *M. tuberculata* (37,21% n = 1.296) apresentaram consideráveis representatividades, seguidas por *Pomacea spp.* (11% n = 383). Ademais, *D. lucidum* (0,66% – n = 23) e *Physa spp.* (0,09% n = 3) mostraram-se menos expressivos (Figura 2).

Figura 2 - Riqueza e abundância de gastrópodes límnicos



Fonte: autores do trabalho, 2024.

Em relação à riqueza de espécies por município, observou-se que os gastrópodes *B. straminea*, *M. tuberculata*, *Pomacea spp.*, *D. lucidum* e *Physa spp.* foram encontrados no município de Barreirinhas, enquanto Santo Amaro do Maranhão e Paulino Neves não apresentaram representantes dos dois últimos (Tabela 1).

Quanto ao padrão de abundância, o estudo aponta que, nos municípios de Barreirinhas e Santo Amaro do Maranhão, *M. tuberculata* apresentou maior expressividade (56%), enquanto em Paulino Neves, *B. straminea* (79%). A municipalidade paulinoense apresentou maior abundância de moluscos, enquanto os corpos hídricos santamarenses registraram a menor (Tabela 1).

Tabela 1 - Padrões de riqueza e abundância de gastrópodes límnicos por município

Municípios	<i>Biomphalaria straminea</i>	<i>Melanoides tuberculata</i>	<i>Pomacea spp.</i>	<i>Drepanotrema lucidum</i>	<i>Physa spp.</i>	Total
Barreirinhas	441	623	140	23	3	1.230
Santo Amaro do Maranhão	95	403	151	0	0	649
Paulino Neves	1.251	270	83	0	0	1.604
Total	1.787	1.296	374	23	3	3.483

Fonte: autores do artigo, 2024.

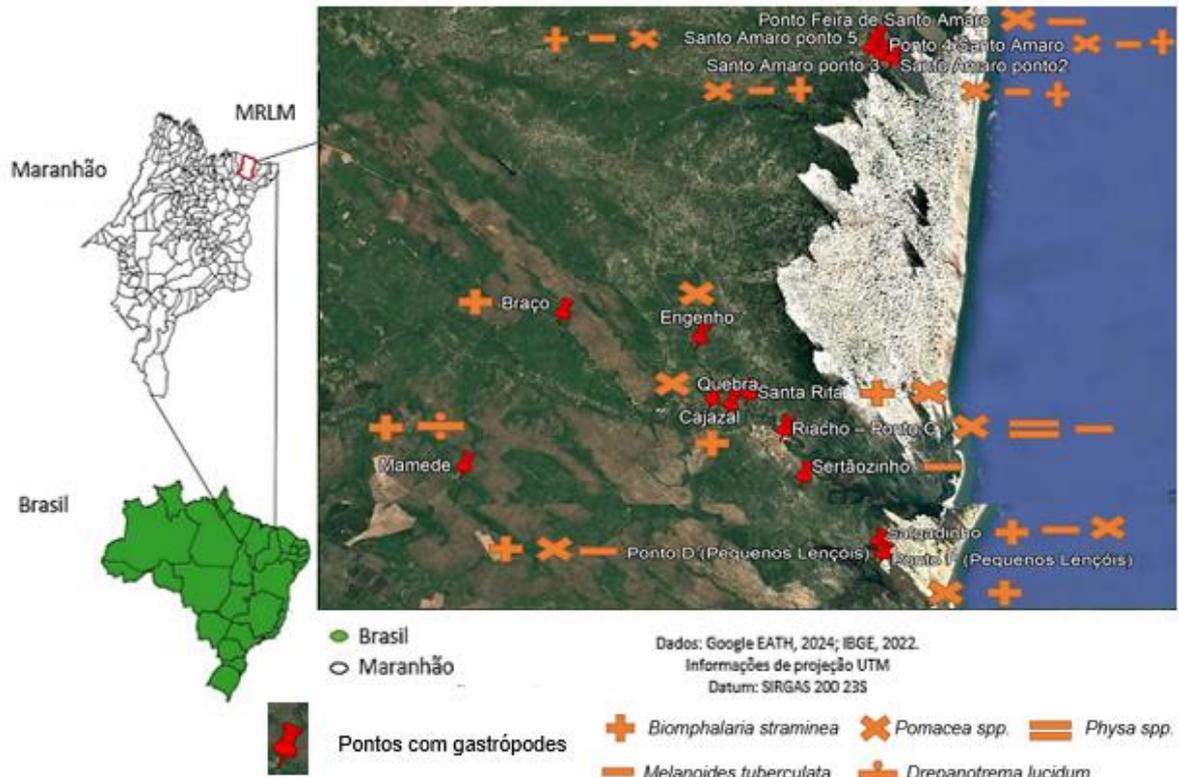
3.2. Distribuição geográfica de gastrópodes límnicos por localidade na Região dos Lençóis Maranhenses

Os gastrópodes límnicos foram encontrados em 16 pontos da Região dos Lençóis Maranhenses. No município de Barreirinhas, em 7 localidades foi possível encontrar espécimes de moluscos, nos pontos de Braço (*B. straminea*), Engenho (*Pomacea spp.*), Santa Rita (*B. straminea* e *Pomacea spp.*), Quebra (*Pomacea spp.*), Cajazal (*B. straminea*), Mamede (*B. straminea* e *D. lucidum*), Riacho – Ponto C (*M. tuberculata*, *Pomacea spp.* e *Physa spp.*) e Sertãozinho (*M. tuberculata*).

No município de Santo Amaro, os espécimes estiveram concentrados em 5 pontos, sendo eles: Feira de Santo Amaro (*M. tuberculata* e *Pomacea spp.*), Ponto 2, Ponto 3, Ponto 4 e Ponto 5, os quatros últimos locais foram positivos para *M. tuberculata*, *B. straminea* e *Pomacea spp.*

Já em Paulino Neves, 3 localidades apresentaram gastrópodes, a citar: Salgadinho e Ponto D – Pequenos Lençóis, positivos para *M. tuberculata*, *B. straminea* e *Pomacea spp.*, além do Ponto F – Pequenos Lençóis (*B. straminea* e *Pomacea spp.*).

Figura 3 – Localidades positivas para gastrópodes na Região dos Lençóis Maranhenses



3.3. Distribuição sazonal de gastrópodes límnicos

A distribuição dos gastrópodes por estações nas localidades estudadas, se deu em 1.084 espécimes (31,13%) para o período chuvoso, sendo as espécies de *M. tuberculata* e *B. straminea*, bem como indivíduos dos gêneros *Pomacea spp.* e *Physa spp.* como representantes. A primeira espécie (*M. tuberculata*) foi mais abundante para essa estação (Tabela 2).

A estação seca concentrou maior números de indivíduos, totalizando 2.399 espécimes, o que corresponde 68,88% do total geral de gastrópodes encontrados. A riqueza de moluscos, durante a baixa pluviosidade, foi de *Melanoides tuberculata*, *Biomphalaria straminea*, *Drepanotrema lucidum*, *Pomacea spp.* e *Physa spp.*, sendo a segunda espécie (*Biomphalaria straminea*) a mais abundante (Tabela 2).

Tabela 2 - Distribuição sazonal de gastrópodes límnicos na Região dos Lençóis Maranhenses

Estações	Chuvosa		Seca		Total	
Espécies	Nº	%	Nº	%	Nº	%
<i>Biomphalaria straminea</i>	264	7,58%	1.523	43,73%	1.787	51,31%
<i>Melanoides tuberculata</i>	700	20,10%	596	17,11%	1.296	37,21%
<i>Pomacea spp.</i>	118	3,39%	256	7,35%	374	10,74%
<i>Drepanotrema lucidum</i>	0	0,00%	23	0,66%	23	0,66%
<i>Physa spp.</i>	2	0,06%	1	0,03%	3	0,09%
Total	1.084	31,13%	2.399	68,88%	3.483	100%

Fonte: autores do artigo, 2024.

Em relação à importância estatística das variações encontradas entre as estações, a análise de variância (ANOVA) demonstrou um valor de F-valor de 1,417 e um P-valor de 0,249, ou seja, esses números apontam que não há diferença estatisticamente significativa entre os períodos secos e chuvoso em relação à abundância de gastrópodes (levando em conta o nível de significância de 0,05), apesar da estação seca apresentar um número maior de indivíduos.

3.4. Relação parasitológica gastrópodes e trematódeos

As análises parasitológicas realizadas na Região dos Lençóis Maranhenses relatam uma baixa prevalência de infecção por cercárias entre os gastrópodes estudados. Dos 3.483 espécimes analisados, apenas 12 apresentaram infecções, totalizando uma prevalência de 0,34%.

A intensidade média de infecção foi estimada em 25, ou seja, esse valor indica que, entre os gastrópodes com infecções, havia uma média de 25 cercárias por espécime. Esse total foi encontrado a partir do somatório entre o total de parasitos

encontrados nos moluscos infectados e dividindo-o pelo número total de animais parasitados (12).

A abundância média de infecção, que se refere à carga parasitária, considerando tanto indivíduos infectados e não infectados, resultou em 0,086. Referido valor foi obtido a partir da divisão do número total de cercárias pelo quantitativo geral de gastrópodes avaliados (3.483). Esse número revela baixa abundância de cercárias em relação ao total de espécimes totalizados.

A avaliação também apontou que *M. tuberculata* esteve mais relacionado com cercárias, mais precisamente com a família Gimnocéfala. Vale enfatizar que um mesmo gastrópode pode interagir com vários tipos cercarianos. O município com maior taxa de interação parasitológica foi Barreirinhas, porém a maior variedade (tipos de cercarianos em gastrópodes) aconteceu em Santo Amaro do Maranhão (Tabela 3).

Tabela 3 - Tipos cercarianos encontrados na Região dos Lençóis Maranhenses

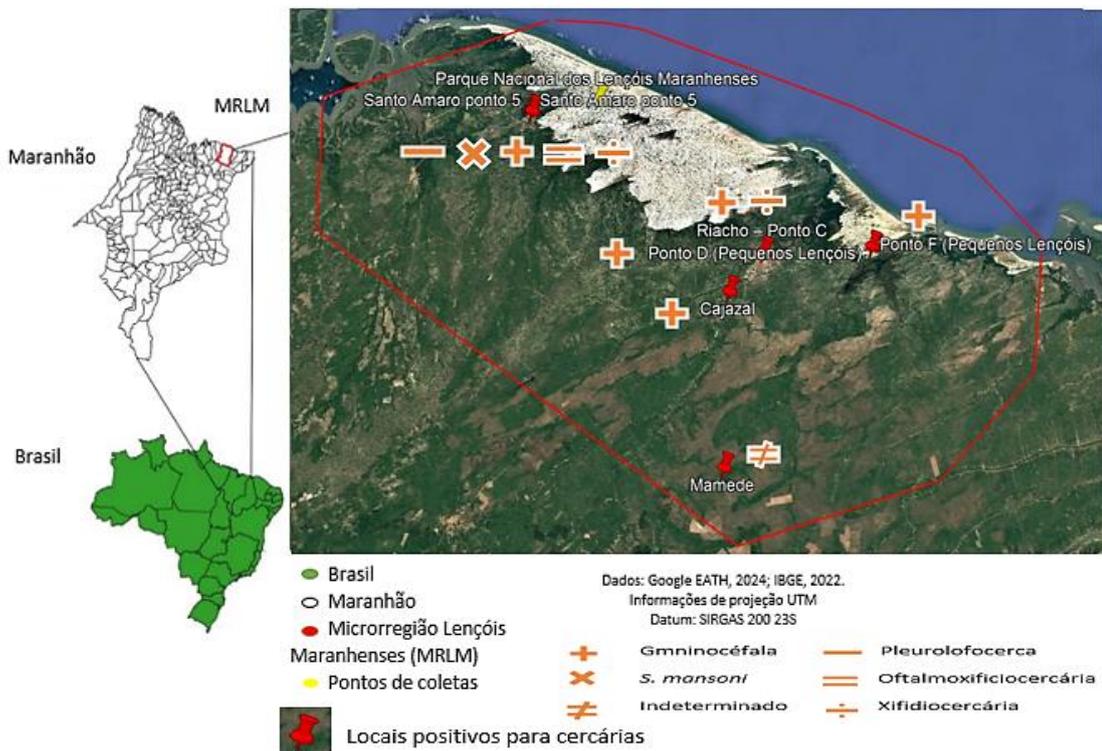
Gastrópodes	Municípios												
	Quantidade de gastrópodes por município			Barreirinhas			Santo Amaro do Maranhão			Paulino Neves			
	Barreirinhas	Santo Amaro do Maranhão	Paulino Neves	Gmninocéfala	Xifidiocercária	Indeterminado	Gmninocéfala	Pleurolofocerca	Oftalmoxifidiocercária	Xifidiocercária	<i>S. mansoni</i>	Indeterminado	Gmninocéfala
<i>Pomacea spp.</i>	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Melanoides tuberculata</i>	4	3	1	4	1	0	3	2	1	1	0	0	1
<i>Biomphalaria straminea</i>	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
Total	6	4	2						12				

Fonte: autores do artigo, 2024.

3.5. Distribuição dos trematódeos por pontos de coleta

Os tipos cercárianos encontrados na região dos Lençóis Maranhenses estão divididos em 5 pontos de estudos, entre as 28 localidades rastreadas. No Ponto 5, em Santos Amaro do Maranhão foi obtida a maior variedade de cercárias, entre eles a espécie *S. mansoni*, enquanto o município de Paulino Neves concentrou somente trematódeos Gmninocéfala. Já Barreirinhas apresentou helmintos em Área Urbana (Ponto 5 – Riacho) e Zona Rural (Cajazal e Mamede) (Figura 4).

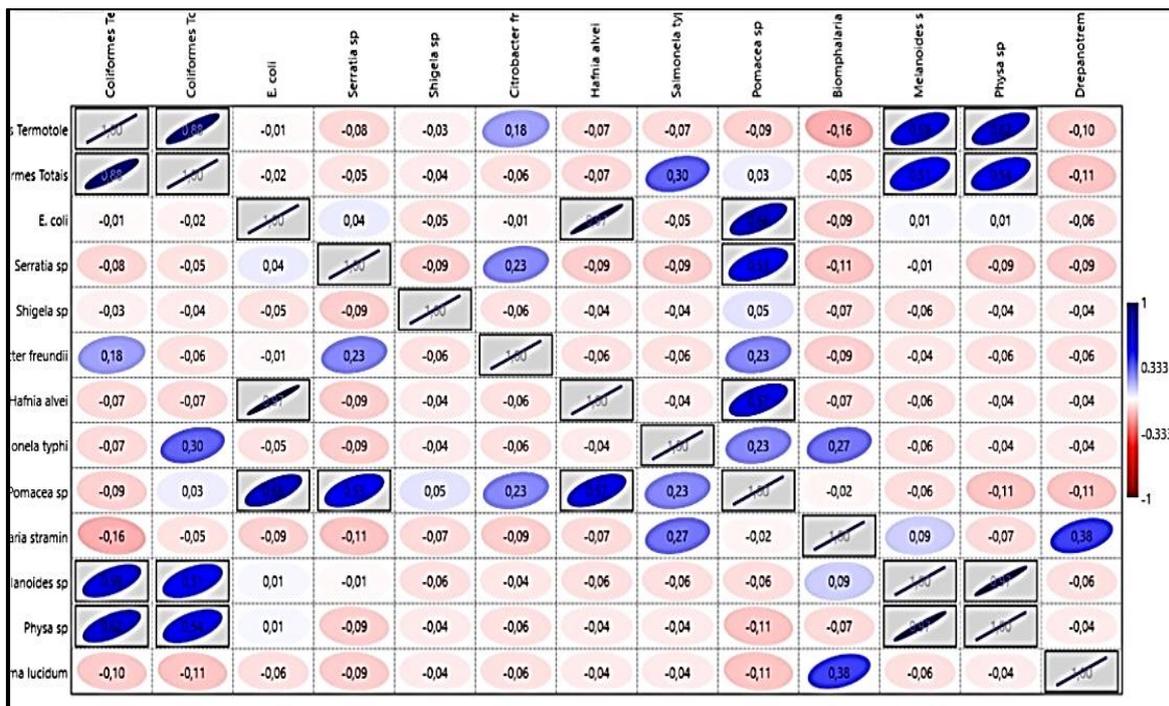
Figura 4 – Distribuição de cercárias nas localidades da Região dos Lençóis Maranhenses



3.6. Análises de correlações possíveis entre gastrópodes, coliformes e fatores abióticos

No tocante às análises microbiológicas, em especial avaliações das amostras de águas dos pontos de coletas d, a tabela 2 revela maior correlações entre *M. tuberculata* e *Physa spp.* com coliformes totais e termotolerantes, bem como *Pomacea spp.* mais relacionada fortemente com enterobactérias (*Escherichia coli.*, *Serratia spp.*, *Hafnia alvei* e *Salmonella typhi*) e *B. straminea* com *S. typhi* (Figura 5).

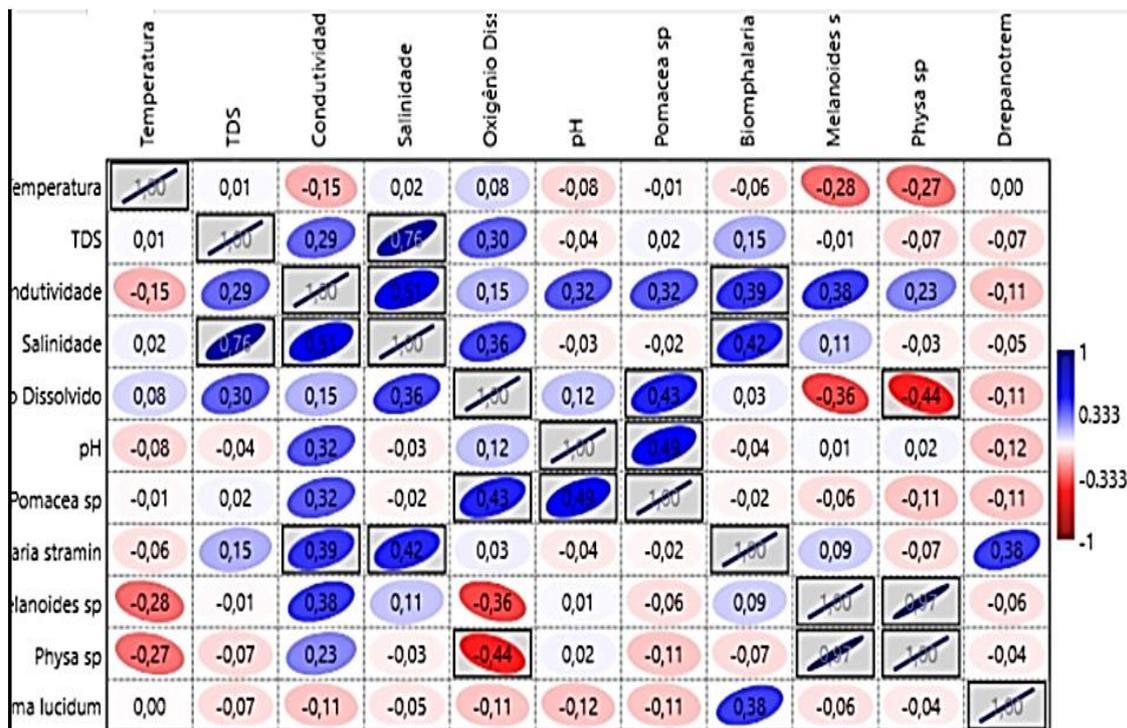
Figura 5 – Correlações entre gastrópodes e microrganismos



Fonte: autores do artigo, 2024.

No que diz respeito ainda aos gastrópodes e possíveis correlações, a presente pesquisa também enfatizou esses elementos com fatores abióticos predominantes nos ambientes de coleta. Dessa forma, *B. straminea* associou-se a Sólidos Totais Dissolvidos (TDS), condutividade, salinidade e oxigênio dissolvido, enquanto *Pomacea ssp.* para condutividade e pH. *Physa spp.* e *Melanoides tuberculata* fizeram relação somente com condutividade (Figura 6).

Figura 6 – Correlações entre gastrópodes e fatores abióticos



Fonte: autores do artigo, 2024.

5. DISCUSSÃO

A riqueza de gastrópodes registrada na Região dos Lençóis Maranhenses, tendo quatro famílias (Ampulariidae, Planorbidae, Physidae e Thiaridae) e cinco gêneros identificados, demonstram uma importante variabilidade na biodiversidade de água doce local e apontam que condições ambientais predominantes (águas de correntes lânticas, lagoas sem fluxo e vegetação preservada) podem estar favorecendo os hábitos alimentares dos moluscos, reprodução e proteção dos ovos depositados sobre a vegetação (PARAENSE, 1975).

A predominância da espécie *B. straminea* se mostra significativo e representativo na área estudada, pois refletem um indicativo das condições ambientais favoráveis para sua prevalência, além de oportunizar risco para infecções por *S. mansoni*. Estudos anteriores, em outras partes do país, como de Coelho (2020) em Belo Horizonte-MG e Lima et al. (2018) no estado de Sergipe, também evidenciaram riqueza e abundância desse tipo de gastrópode em suas áreas de

estudo, especialmente em pontos com ocorrência de casos de esquistossomose confirmados.

A representatividade (riqueza e abundância) da espécie *M. tuberculata* também se mostrou importante, pois, além de demonstrar frequência entre os três municípios, tornou-se o primeiro registro dela no estado do Maranhão, que apesar de apresentar fatores ambientais adversos a esse ser, não impediu sua adaptação. Referido fenômeno pode ser explicado pela procedência afro-asiática deste molusco, visto como exótico e invasor no Brasil, possui resistência aos fatores bióticos e abióticos adversos (DUDGEON, 1986; POINTIER, DAVID e JARNE, 2004; ALONSO e CASTRO-DÍEZ, 2008).

A distribuição geográfica das espécies de moluscos entre os municípios evidencia novamente a influência dos fatores ambientais locais (características hidrológicas e sedimentares) nesses resultados. Em Paulino Neves, a presença de gastrópodes pode estar ligada a essas condições. Na mesma perspectiva acontece em Barreirinhas e Santo Amaro.

O estudo sazonal apontou que a estação seca registrou maior abundância de espécimes em comparação ao período chuvoso; muito embora o teste ANOVA não tenha evidenciado diferença estatística significativa entre os períodos chuvosos e seco. A predominância de *M. tuberculata* durante a estação de chuva e *B. straminea* na baixa precipitação sugere que essas espécies possuem adaptações específicas aos ciclos hidrológicos regionais (DAVID et al., 2018; GOMES et al., 2018).

Os resultados indicaram que essa distribuição foi influenciada por fatores ambientais, especialmente condições abióticas e geográficas, que desempenharam um papel importante na caracterização desses organismos. Apesar dessas influências, a análise estatística revelou que a riqueza e abundância de moluscos entre diferentes corpos d'água da região não apresentaram valores significativos, evidenciando uma distribuição relativamente homogênea

A baixa prevalência de infecção por trematódeos nos gastrópodes avaliados, particularmente da espécie *M. tuberculata* com cercárias da família Gmninocéfala, apontam um risco relativamente reduzido para ocorrência de doenças relacionadas. Todavia, o registro de *S. mansoni* em Santo Amaro merece atenção, uma vez que esse helminto está associado a ocorrência de esquistossomose.

A intensidade média de infestação entre os gastrópodes infectados, embora moderada, enfatiza também potencialidade de algumas áreas em servirem como focos infecciosos sazonais, pois apesar de poucos os pontos de ocorrência de trematódeos associados, sua presença apresenta significado ambiental e epidemiológico para estudos parasitológicos e estacionais.

Sobre os achados, uma pesquisa realizada entre 2012 a 2014 por Cantanhede et al. (2014) no Maranhão, particularmente em 21 municípios da Baixada Maranhense, além de dois municípios vizinhos, apontou os mesmos tipos cercarianos também encontrados na Região dos Lençóis Maranhenses, além de outros. O estudo deles apontou que entre seus 9.129 gastrópodes límnicos avaliados, somente 69 foram positivos para trematódeos. Ainda nessa pesquisa, os autores revelam que dos seus 990 exemplares de *B. glabrata* analisados, somente 0,1% possuiu infecções por *S. mansoni*.

Um outro achado relevante foi a detecção de enterobactérias nas águas, que são encontradas no trato gastrointestinal humano, indicando a possibilidade de contaminação por fezes humanas nos locais de ocorrência dos gastrópodes (ANVISA 2004; CONAMA, 2005; NASCIMENTO e ARAUJO, 2013). A existência dessas bactérias é um indicador fundamental para possível cenário favorável de parasitos com relevância médica, como *S. mansoni* (BRASIL, 2008; BARBOSA et al., 2017).

Em última análise, as informações mostraram que as características físico-químicas da água, tais como salinidade, temperatura, pH, turbidez, condutividade, oxigênio dissolvido e abundância de matéria orgânica, têm apresentado correlações importante na relação de riqueza e abundância dos gastrópodes encontrados, o que pode ser de balizados para reforçar as discussões ambientais atuais. Sobre a influência dos fatores abióticos na ocorrência de moluscos, outras pesquisas ecológicas realizadas ratificam essa possível influência para diversidade gastropoda (BRASIL, 2008; BARBOSA e BARBOSA, 1994).

6. CONCLUSÃO

O presente estudo se mostra significativo para o conhecimento da malacofauna da Região dos Lençóis Maranhenses, tendo a identificação de 3.483 espécimes de gastrópodes, divididos em quatro famílias, além de suas interações parasitológicas e ecológicas. Os resultados apontam a predominância da espécie *B. straminea*, seguida pela *M. tuberculata*, bem como das correlações entre os moluscos, coliformes e fatores abióticos, evidenciando uma relação ecológica complexa entre os organismos estudados e seus respectivos ambientes.

Os resultados das interações parasitológicas (destacando a presença do *S. mansoni* entre as cercárias encontradas) e a associação dos gastrópodes com microrganismos patogênicos como *Salmonella typhi* e enterobactérias, destaca a relevância da correlação feita e demonstra a necessidade do monitoramento contínuo desses moluscos e seus ambientes. Ainda, os achados, do ponto de vista da saúde pública, podem auxiliar na implementação para medidas preventivas de doenças transmitidas por água contaminada por microrganismos e parasitos.

Por fim, a pesquisa ampliou a compreensão do dinamismo ecológico dos gastrópodes e suas interações com trematódeos, propiciando informações relevantes para o manejo de vetores e o controle de enfermidades como a esquistossomose. O estudo também pode colaborar para a conservação da biodiversidade regional e o desenvolvimento de políticas públicas ambientais mitigadoras sobre esses ecossistemas.

REFERÊNCIAS

- ALONSO, A.; CASTRO-DÍEZ, P. What explains the invading success of the aquatic mud snail *Potamopyrgus antipodarum* (Hydrobiidae, Mollusca)? *Hydrobiologia*, v. 614, p. 107–116, 2008.
- ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária). Resolução nº 518, 25 de março de 2004. Brasília, 2004.
- APHA (2005) Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21st Edition, American Public Health Association/American Water Works Association/Water Environment Federation, Washington DC.
- BARBOSA, F. G. et al. Identificação dos locais de risco para transmissão de *Schistosoma mansoni* no município de Lagoa da Prata-MG. *Revista Conexão Ciência*, v. 16, p. 63-77, 2021.
- BARBOSA, F. G. et al. Levantamento malacológico, identificação de moluscos e cercárias transmissoras de *Schistosoma mansoni* do município de Arcos-MG. *Revista Conexão Ciência*, v. 14, p. 37-46, 2019.
- BARBOSA, F. S.; BARBOSA, C. S. The bioecology of snail vectors for schistosomiasis in Brazil. *Cad. Saúde Pública*, v. 10, n. 2, p. 200-209, abr./jun. 1994.
- BARBOSA, V. S., LOYO, R. M., GUIMARÃES, R. J. de P. S. E., BARBOSA, C. S. The Geographic Information System applied to study schistosomiasis in Pernambuco. *Rev Saúde Pública*, 51:107, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/S1518-8787.2017051000069>
- BORGES, D. L. et al. Influência das chuvas na população de moluscos límnicos transmissores da esquistossomose. *Caderno Pedagógico*, v. 20, n. 1, p. 164–182, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.54033/cadpedv20n1-009>.
- BRASIL. IBAMA. Plano de Manejo do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses. Brasília: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 2003.
- 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.
- CAMARGO, P. R. D. S. et al. Estado atual de conhecimento das principais características dos moluscos. *Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente*, [S. l.], v. 2, n. 2, p. 65, 2021. DOI: 10.51189/rema/1082. Disponível em: <https://editoraime.com.br/revistas/rema/article/view/1082>.

CANTANHEDE, Selma Patricia Diniz; FERNANDEZ, Monica Ammon; MATTOS, Aline Carvalho de; MONTRESOR, Lângia Colli; SILVA-SOUZA, Nêuton; THIENGO, Silvana Carvalho. Freshwater gastropods of the Baixada Maranhense Microregion, an endemic area for schistosomiasis in the State of Maranhão, Brazil: I - qualitative study. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, v. 47, n. 1, p. 79-85, 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/0037-8682-0194-2013>

CARDOSO, P. et al. Genetic variability of Brazilian populations of *Lymnaea columella* (Gastropoda: Lymnaeidae), an intermediate host of *Fasciola hepatica*. *Acta Tropica*, v. 97, p. 339-345, 2006.

COELHO, Paulo Ricardo Silva. Epidemiologia ambiental da esquistossomose em Alvorada de Minas, mesorregião metropolitana de Belo Horizonte, Minas Gerais: caracterização populacional de *Biomphalaria* (Gastropoda: Planorbida), distribuição geográfica e observações sobre infecções naturais [manuscrito] / Paulo Ricardo Silva Coelho. - 2020.

CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente). Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 2005.

CORREA, A. C. et al. Bridging gaps in the molecular phylogeny of the *Lymnaeidae* (Gastropoda: Pulmonata), vectors of *Fascioliasis*. *BMC Evolutionary Biology*, v. 10, n. 381, p. 1-12, 2010.

DAVID, N. F.; CANTANHEDE, S. P. D.; MONROE, N. B.; PEREIRA, L. P. L. A.; SILVA-SOUZA, N.; ABREU-SILVA, A. L.; OLIVEIRA, V. M.; TCHAIKA, L. Spatial distribution and seasonality of *Biomphalaria* spp. in São Luís (Maranhão, Brazil). *Parasitology Research*, v. 117, n. 5, p. 1495-1502, maio 2018. DOI: 10.1007/s00436-018-5810-1.

DEJONG, R.; EMERY, T. A.; ADEMAT, C. The mitochondrial genome of *Biomphalaria glabrata* (gastropoda: Basommatophora), intermediate host of *Schistosoma mansoni*. *The Journal of Parasitology*, v. 90, n. 5, p. 991-997, 2004.

DUDGEON, D. The life cycle, population dynamics and productivity of *Melanoides tuberculata* (Müller, 1774) (Gastropoda: Prosobranchia: Thiaridae) in Hong Kong. *Journal of Zoology*, 208: 37-53, 1986.

FERNANDEZ, M. A.; THIENGO, S. C.; AMARAL, R. S. Técnicas malacológicas. In: R. S. AMARAL, S. C. THIENGO, O. S. PIERI (Org.). *Vigilância e Controle de Moluscos de Importância Médica: Diretrizes Técnicas*. MS, Ed. M da Saúde, Brasília, 2008; p. 43-70.

FERNANDEZ, M. A.; THIENGO, S. C.; BOAVENTURA, M. F. Gastrópodes límnicos do Campus de Manguinhos, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical* [online], Rio de Janeiro, v. 34, n. 3, p. 279-282, jul./set. 2001. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0037-86822001000300009>. Acesso em: 19 dez. 2023.

GOMES, E. C. de S. et al. Risk analysis for occurrences of schistosomiasis in the coastal area of Porto de Galinhas, Pernambuco, Brazil. *BMC Infectious Diseases*, v. 14, n. 1, p. 1-12, 2014.

GOMES, E. et al. Spatial risk analysis on occurrences and dispersal of *Biomphalaria straminea* in an endemic area for schistosomiasis. *Journal of Vector Borne Diseases*, v. 55, p. 208–214, 2018.

HAMMER, Ø., HARPER, D.A.T., & RYAN, P.D. (2001). PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4(1), 9 pp.

JANNOTTI-PASSOS, L.; MAGALHÃES, K. C.; VIDIGAL, T. Multiplex PCR for both identification of Brazilian *Biomphalaria* species (Gastropoda: Planorbidae) and diagnosis of infection by *Schistosoma mansoni*. *The Journal of Parasitology*, v. 92, n. 2, p. 426-429, 2006.

LIMA, V. F. S. et al. Caracterização da esquistossomose mansônica e seus vetores em áreas de foco no estado de Sergipe, nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde*, v. 14, n. 27, p. 30-40, 2018.

MELO, A. L. Formas larvais de trematódeos encontradas em moluscos límnicos. In: R. S. AMARAL, S. C. THIENGO, O. S. PIERI (Org.). *Vigilância e Controle de Moluscos de Importância Médica: Diretrizes Técnicas*. MS, Ed. MS, Brasília, p. 43-70, 2008.

MENDES, E. A.; LIMA, W. S.; MELO, A. L. Development of *Fasciola hepatica* in *Lymnaea columella* infected with miracidia derived from cattle and marmoset infections. *Journal of Helminthology*, v. 82, n. 1, p. 81-85, 2008.

MONTEIRO, G. et al. Perfil da mortalidade por esquistossomose no Maranhão. Anais da XXVI Jornada de Parasitologia e Medicina Tropical do Maranhão, São Luís, 2018.

OLIVEIRA, A. R.; OLIVEIRA, F. A.; OLIVEIRA, A. S. A. Investigação do ambiente e condições hídricas favoráveis à transmissão de esquistossomose. *Jornal da Saúde Pública*, v. 39, n. 3, p. 46-49, 2016.

PEREIRA FILHO, A. A. et al. Presença de caramujos e aspectos ambientais que favorecem a ocorrência da esquistossomose no Sá Viana, bairro de periferia de São Luís, Maranhão – Brasil. In: *A pesquisa em saúde: desafios atuais e perspectivas futuras 3*. Atena Editora, 2023. p. 159-167. DOI: 10.22533/at.ed.95423150817

PEREIRA, L. S. et al. Avaliação das taxas de infestação de *Biomphalaria* e *Aplexa* em áreas endêmicas de esquistossomose no estado da Bahia. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, v. 21, n. 3, p. 268-276, 2012.

PONTES, L. A. et al. Aspectos epidemiológicos na neuroesquistossomose. *Arquivos de Neuro-Psiquiatria*, v. 68, p. 72-75, 2010.

QUEIROZ, P. E. et al. Características e importância epidemiológica do gênero *Biomphalaria* no Brasil. *Revista Brasileira de Medicina Tropical*, v. 36, n. 5, p. 605–613, 2003.

RIBEIRO, L. L. et al. Factors influencing the epidemiology of schistosomiasis in Northeast Brazil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, v. 28, n. 2, p. 119-125, 2019.

ROCHA, G. M. et al. Malacologia: Identificação dos hospedeiros intermediários de moluscos de importância médica. *Jornal Brasileiro de Medicina*, v. 98, p. 233-239, 2017.

RODRIGUES, A. L.; GARCIA, J. A. Perfil malacológico de águas doces nas proximidades do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses. *Revista Brasileira de Limnologia*, v. 35, n. 3, p. 120-130, 2015.

RYDBERG, L. S. et al. *Biomphalaria glabrata* and its schistosome infection status: A survey of two different types of habitat in São Paulo, Brazil. *Acta Tropica*, v. 128, p. 46-50, 2013.

SILVA, D. P. et al. Natural infection of *Biomphalaria* species in endemic areas of schistosomiasis in Maranhão, Brazil. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, v. 47, n. 6, p. 719–723, 2014.

SILVA, M. I. et al. Diagnóstico molecular de trematodes de interesse veterinário, com enfoque na esquistossomose. *Revista de Parasitologia*, v. 13, n. 4, p. 318-324, 2019.

STEINER, M. P.; CARVALHO, S. A.; COSTA, M. T. *Biomphalaria* species in the study of schistosomiasis in Brazil. *Revista Brasileira de Parasitologia*, v. 15, n. 1, p. 35-44, 2017.

VAZ, L. et al. Distribuição de *Biomphalaria* em áreas de transmissão de esquistossomose no Brasil. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, v. 18, n. 1, p. 106-120, 2015.

VIDAL, C. H. F. et al. Aspectos epidemiológicos na neuroesquistossomose. *Arquivos de Neuro-Psiquiatria*, v. 68, p. 72-75, 2010.

VIGILATO, M. et al. Estudo sobre a diversidade de moluscos límnicos e sua relação com as condições ambientais em áreas de focos de esquistossomose. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, v. 19, n. 2, p. 45–52, 2017.

ZACARIAS, L. et al. Monitoramento de *Biomphalaria* e *Lymnaea* em municípios endêmicos para esquistossomose no estado de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Saúde Pública*, v. 43, p. 56-60, 2015.

CAPÍTULO 3 - ARTIGO ORIGINAL

EPIDEMIOLOGIA DA ESQUISTOSSOMOSE MANSONI NAS PROXIMIDADES DO PARQUE NACIONAL DOS LENÇÓIS MARANHENSES, BRASIL: DINÂMICA TEMPORAL E DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL (2000-2019)

EPIDEMIOLOGY OF SCHISTOSOMIASIS MANSONI IN AREAS SURROUNDING THE LENÇÓIS MARANHENSES NATIONAL PARK, BRAZIL: TEMPORAL DYNAMICS AND SPATIAL DISTRIBUTION (2000-2019)

EPIDEMIOLOGÍA DE LA ESQUISTOSOMIASIS MANSONI EN ÁREAS CIRCUNDANTES AL PARQUE NACIONAL DE LOS LENÇÓIS MARANHENSES, BRASIL: DINÂMICA TEMPORAL Y DISTRIBUCIÓN ESPACIAL (2000-2019)

Resumo

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a série histórica de dados epidemiológicos da esquistossomose mansoni no município de Barreirinhas, Maranhão, abrangendo o período de 2000 a 2019. Trata-se de um estudo ecológico exploratório, com foco nos seguintes aspectos: exames de fezes positivos para *Schistosoma mansoni*, local de procedência dos examinados e ano de realização do exame, idade dos infectados e gênero mais prevalente. As informações foram extraídas do Sistema de Informação do Programa de Controle da Esquistossomose (SISPCE) e submetidas a análises estatísticas descritivas, utilizando frequência absoluta e relativa, além do cálculo das taxas de incidência e prevalência. No período analisado, foram notificados 576 exames positivos para esquistossomose mansoni, com maior frequência nos anos de 2005 (115 positivos), 2002 (61 casos) e 2001 (56 registros). O gênero masculino apresentou maior prevalência para a doença, e a faixa etária de 15 a 25 anos foi a mais atingida. As notificações predominaram na zona rural, embora tenha sido observado um avanço para áreas periurbanas e urbanas. Os achados deste estudo contribuem para uma melhor compreensão da ecologia da esquistossomose na região dos Lençóis Maranhenses, fornecendo subsídios teóricos para o desenvolvimento de políticas públicas voltadas às comunidades vulneráveis impactadas pela enfermidade, além de fornecer à população informações frequentemente desconhecidas pela maioria dos cidadãos.

Palavras-chave: Barreirinhas; *Schistosoma mansoni*; Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses.

Abstract

The present study aimed to evaluate the historical series of epidemiological data on *Schistosoma mansoni* in the municipality of Barreirinhas, Maranhão, covering the period from 2000 to 2019. It is an exploratory ecological study, focusing on the following aspects: positive stool tests for *Schistosoma mansoni*, the origin of the

examined individuals, the year the test was conducted, the age of the infected, and the most prevalent gender. The information was extracted from the Information System of the Schistosomiasis Control Program (SISPCE) and subjected to descriptive statistical analyses, using absolute and relative frequency, as well as the calculation of incidence and prevalence rates. During the analyzed period, 576 positive tests for *Schistosoma mansoni* were reported, with the highest frequency in the years 2005 (115 positives), 2002 (61 cases), and 2001 (56 records). The male gender showed higher prevalence of the disease, and the age group of 15 to 25 years was the most affected. The reports were predominantly from rural areas, although an increase was observed in periurban and urban areas. The findings of this study contribute to a better understanding of the ecology of schistosomiasis in the Lençóis Maranhenses region, providing theoretical support for the development of public policies aimed at vulnerable communities affected by the disease, as well as providing the population with information that is often unknown to most citizens.

Keywords: Barreirinhas; *Schistosoma mansoni*; Lençóis Maranhenses National Park.

Resumen

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar la serie histórica de datos epidemiológicos sobre *Schistosoma mansoni* en el municipio de Barreirinhas, Maranhão, abarcando el período de 2000 a 2019. Se trata de un estudio ecológico exploratorio, con enfoque en los siguientes aspectos: exámenes de heces positivos para *Schistosoma mansoni*, lugar de procedencia de los examinados y año de realización del examen, edad de los infectados y género más prevalente. La información fue extraída del Sistema de Información del Programa de Control de Esquistosomiasis (SISPCE) y sometida a análisis estadísticos descriptivos, utilizando frecuencia absoluta y relativa, además del cálculo de las tasas de incidencia y prevalencia. Durante el período analizado, se notificaron 576 exámenes positivos para *Schistosoma mansoni*, con la mayor frecuencia en los años 2005 (115 positivos), 2002 (61 casos) y 2001 (56 registros). El género masculino presentó mayor prevalencia de la enfermedad, y el grupo de edad de 15 a 25 años fue el más afectado. Las notificaciones predominaban en las zonas rurales, aunque se observó un avance hacia áreas periurbanas y urbanas. Los hallazgos de este estudio contribuyen a una mejor comprensión de la ecología de la esquistosomiasis en la región de los Lençóis Maranhenses, proporcionando apoyo teórico para el desarrollo de políticas públicas dirigidas a las comunidades vulnerables afectadas por la enfermedad, además de proporcionar a la población información que a menudo es desconocida por la mayoría de los ciudadanos.

Palabras clave: Barreirinhas; *Schistosoma mansoni*; Parque Nacional Lençóis Maranhenses.

1. INTRODUÇÃO

A esquistossomose mansoni é uma patologia helmíntica causada pelo trematódeo sanguíneo *Schistosoma mansoni* Sambon, 1907, que se aloja nos vasos mesentéricos do sistema porta hepático e ainda provoca internações e óbitos no Brasil (BRASIL, 2017; BRASIL, 2021; BRASIL, 2024). O primeiro caso humano da doença no país foi detectado no início do século XX, na Bahia, por Pirajá da Silva em 1908 (BRASIL, 2024).

No Maranhão, a origem da esquistossomose pode ser ainda mais antiga, pois há relatos de que foi introduzida no estado desde o século XVI, por meio de escravos provenientes da Angola e Guiné, traficados para trabalhar no cultivo de algodão, arroz, mandioca e cana-de-açúcar nas fazendas do litoral e da baixada maranhense (CUTRIM e COURA, 1992).

Em 1920, o Maranhão registrou oficialmente os primeiros casos da patologia, especialmente na zona litorânea, incluindo os municípios de Cururupu e São Luís (FERREIRA et al., 1998). Mais tarde, em 1950, o inquérito helmintológico nacional revelou uma prevalência de esquistossomose de aproximadamente 0,86% no estado. Novamente, os municípios da região ocidental do estado eram os mais afetados, com prevalência superior a 4% (CUTRIM et al., 1998).

A esquistossomose no Maranhão, ao longo das décadas, deixou de ser considerada uma doença restrita à região litorânea da capital São Luís e Baixada Maranhenses, passando a ser registrada também em municípios próximos a importantes pontos turísticos, como o Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses. Localidades como Barreirinhas e Tutóia já concentram casos confirmados há pelo menos 12 anos e registro de morte (BRASIL, 2024; MONTEIRO et al, 2018).

No cenário descrito, destaca-se o município de Barreirinhas, que, apesar de ser conhecido como a "Porta de entrada do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses" e receber milhares de visitantes anualmente, enfrenta uma considerável deficiência em saneamento básico, especialmente em áreas afastadas do centro urbano. Esse problema é mais evidente entre os moradores rurais com perfil agrícola, que, além disso, registram oficialmente casos de esquistossomose na região (SANTOS e MELO, 2011; BRASIL, 2017; BRASIL, 2024).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a série histórica de dados epidemiológicos da esquistossomose mansoni no município de Barreirinhas, Maranhão, no período de 2000 a 2019. A pergunta central que buscamos responder foi: Como se comportam a positividade, a distribuição geográfica, a prevalência, a incidência e o perfil social (gênero/idade) dos casos de esquistossomose mansoni nas diferentes localidades do município ao longo desse período?

A relevância deste estudo reside na necessidade de compreender o padrão epidemiológico da doença em uma região endêmica de alto potencial turístico, o que pode permitir o desenvolvimento de estratégias mais direcionadas de prevenção, controle e alocação de recursos para intervenções de saúde pública relacionadas à esquistossomose, contribuindo diretamente para a redução da carga da doença e mitigação de seus impactos na população local.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Desenho do estudo. Trata-se de um estudo ecológico, com enfoque quantitativos, utilizando dados secundários extraídos do Sistema de Informação do Programa de Controle da Esquistossomose (SISPCE). O recorte temporal para esta pesquisa foi de 2000 a 2019, período mínimo e máximo oportunizado pela base para encontro de informações sobre a esquistossomose mansoni. Por se tratar de um levantamento de dados secundários, não houve necessidade de submissão ao Comitê de Ética em Pesquisa, conforme a Resolução n^o 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde. Todos os dados foram analisados de forma anônima para garantir a privacidade dos participantes.

Local do estudo. O município de Barreirinhas, situado na Microrregião dos Lençóis Maranhenses, Maranhão, apresenta características de saneamento básico precárias, o que o torna um local relevante para o estudo da esquistossomose mansoni.

Análise estatística. Os resultados foram apresentados por meio de medidas de tendência central e dispersão para as variáveis quantitativas. A prevalência foi calculada, sendo a taxa de prevalência (P) a razão entre o número de pacientes positivos e o total de indivíduos testados em cada localidade, sendo o resultado multiplicado por 100 mil habitantes. Calculou-se as taxas de incidência para os casos

de esquistossomose, onde o número dos positivados novos foi dividido pela população do município de Barreirinhas, sendo o resultado multiplicado por 100 mil habitantes.

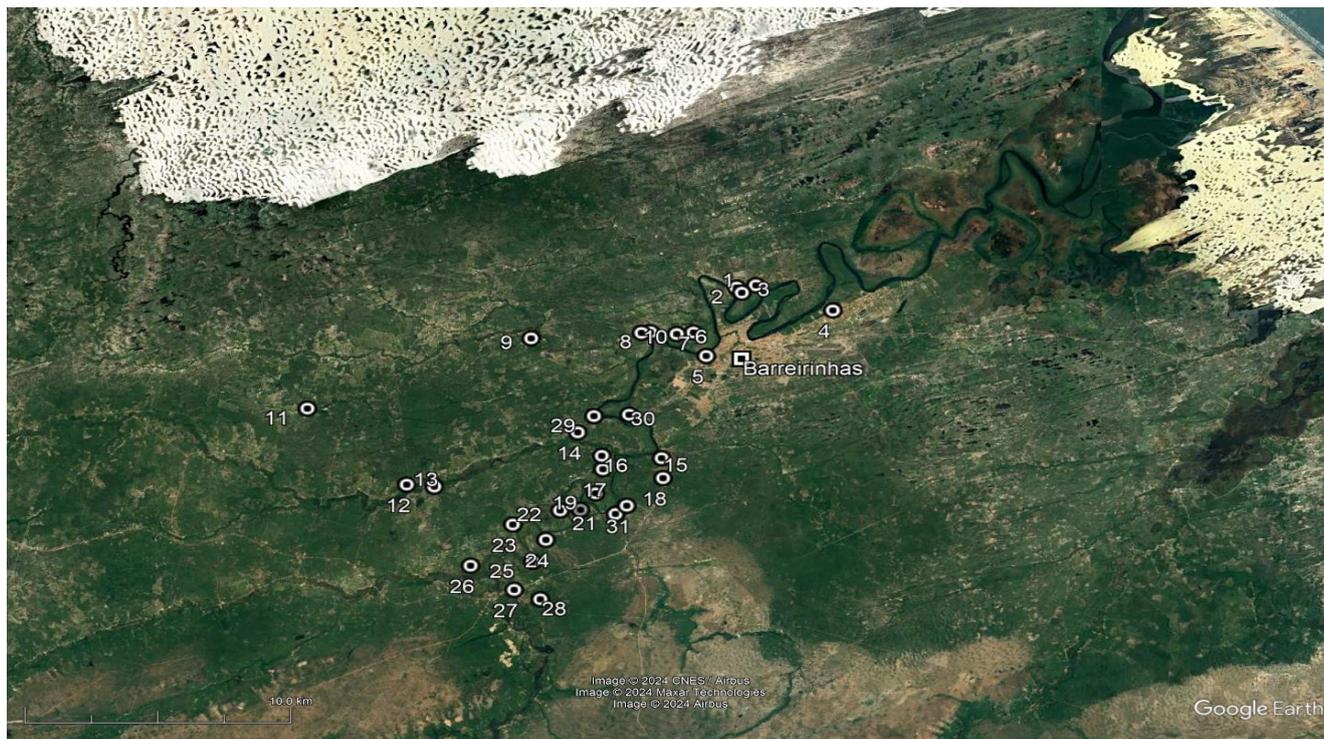
Os dados dos Censos Demográficos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) foram aplicados para os cálculos das taxas de prevalência e incidência, sendo o levantamento de 2000 enfatizado nos anos de 2000 a 2009 e as informações de 2010 para 2010 até 2019. Para os cálculos aplicados à incidência por localidades (povoados e áreas urbanas), usou-se o levantamento de 2010 como base, tendo em vista a ausência de informações populacionais por ponto analisado.

Também foi realizada uma análise de regressão linear simples com o número de casos novos atuando como variável dependente e os anos como variável independente, com a avaliação do ajuste do modelo realizada por meio do coeficiente R^2 . Todas as análises estatísticas deste estudo foram realizadas no Microsoft Office Excel® 2016.

3. RESULTADOS

Distribuição geográfica. No total, 31 localidades foram monitoradas no município de Barreirinhas, além da sede municipal (área urbana), ao longo dos anos de 2000 a 2019. Destas, 15 (Sede de Barreirinhas, Amapá - Rural, Anibal, Boa Vista, Carnaubeira, Chapadinha, Itápera, Ladeira, Lontras, Quebra, Santa Maria, Santa Rita, São Pedro, São Roque e Vigia) apresentaram casos positivos de esquistossomose em algum momento (Figura 1).

Figura 1 - Localidades participantes dos inquéritos coproscópicos para *Schistosoma mansoni*, no município de Barreirinhas, de 2000 a 2019.



1.Fontinha, 2. Cantinho, 3. Barreiros, 4. Boa Vista, 5. Amapá 1, 6. Amapá rural, 7. Dendê, 8. Carnaubeira, 9.Massangano, 10.Ladeira rural, 11.Aníbal, 12.Engenho, 13.Santa Maria, 14.São Pedro, 15.Santa Cruz, 16.Quebra, 17.Lontra, 18.Moia, 19.Chapadinha, 20. Barreira Velha, 21. Bacuri, 22. Cajazal, 23. Vigia, 24. Recanto, 25. Alto Bonito, 26. Bonito, 27.Sobradinho, 28.São Roque, 29.Santa Rita, 30.Itápera, 31.Faveiro. Sede de Barreirinhas. Fonte: Google Earth, 2022.

Taxa de positividade. Durante o período de estudo, foram realizados 33.096 exames, dos quais 576 resultaram positivos, obtendo uma taxa de positividade de 1,74%. Desses exames, 417 foram oriundos da zona urbana, com 2 positivos, o que resulta em uma taxa de positividade de 0,48%. Na área periurbana, foram realizados 1.353 exames, e nenhum deles resultou positivo. O restante, 31.326 exames realizados em suspeitos da zona rural, teve 574 casos positivos, com uma taxa de positividade de 1,83% (Tabela 1).

O povoado do Amapá (rural) apresentou a maior concentração de testes realizados para a doença, seguido pelos povoados de Santa Maria, Ladeira e São Pedro. A localidade com o maior número de casos positivos foi São Pedro, conforme demonstra a Tabela 1.

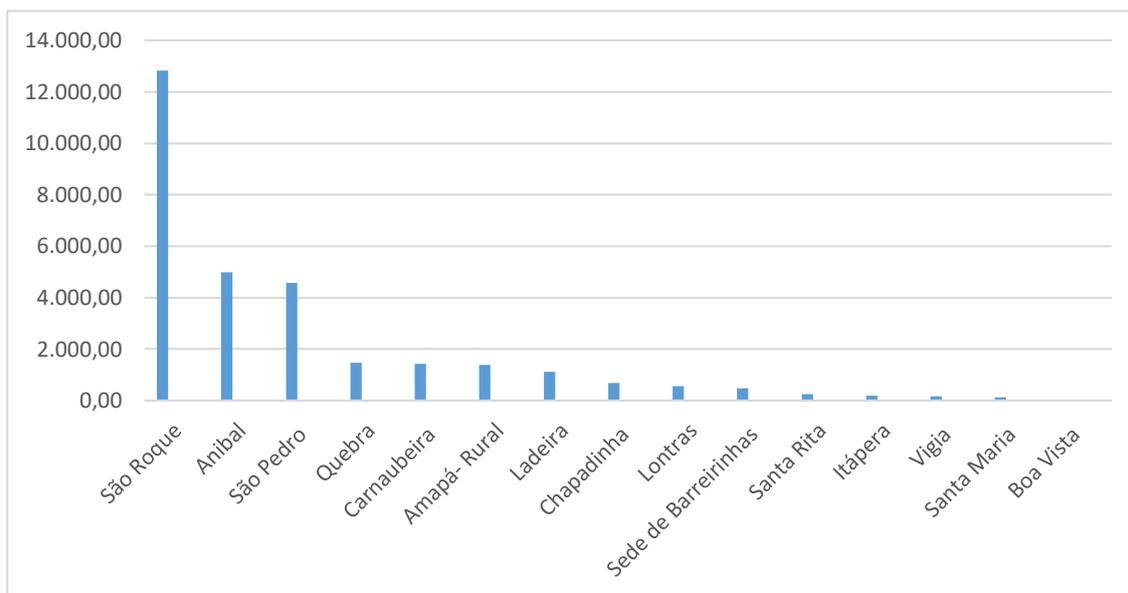
Tabela 1 - Localidades participantes dos inquéritos coproscópicos em Barreirinhas, no período de 2000 a 2019

Localidades	Zona de Residência	Exames		
		Realizados	Positivos	Taxa (%)
Sede de Barreirinhas	Urbana	417	2	0,48
Amapá 1	Periurbana	1.353	0	0
Alto Bonito	Rural	164	0	0
Amapá Rural	Rural	7.599	105	1,38
Aníbal	Rural	201	10	4,98
Bacuri	Rural	102	0	0
Barreira Velha	Rural	401	0	0
Barreiros	Rural	702	0	0
Boa Vista	Rural	2.456	94	3,83
Bonito	Rural	103	0	0
Cajazal	Rural	401	0	0
Carnaubeira	Rural	1.398	20	1,43
Chapadinha	Rural	437	3	0,69
Dendê	Rural	61	0	0
Engenho	Rural	764	0	0
Faveira	Rural	11	0	0
Fontinha	Rural	192	0	0
Itápera	Rural	535	1	0,19
Ladeira	Rural	3.141	35	1,11
Lontras	Rural	358	2	0,56
Massangano	Rural	241	0	0
Moia	Rural	178	0	0
Quebra	Rural	1.288	19	1,48
Recanto	Rural	190	0	0
Santa Cruz	Rural	206	0	0
Santa Maria	Rural	3.463	40	1,16
Santa Rita	Rural	2.779	69	2,48
São Pedro	Rural	2.957	135	4,56
São Roque	Rural	312	40	12,8
Sobradinho	Rural	83	0	0
Vigia	Rural	603	1	0,17
Total		33.096	576	1,74

Fonte: autores do artigo, 2024.

Taxas de prevalência entre as localidades positivas para esquistossomose. O povoado São Roque se destacou com a maior taxa de prevalência (12.820,5), seguido por Anibal (4.975), São Pedro (4.565,44), Quebra (1.470,60), Carnaubeira (1.430,62), Amapá - Rural (1.381,82), Ladeira (1.114,29), Chapadinha (686,3), Lontra (558,4), Sede de Barreirinhas (478,4), Santa Rita (248,7), Itápera (186,4), Vigia (165,57), Santa Maria (115,4) e Boa Vista (3,82) (Figura 2).

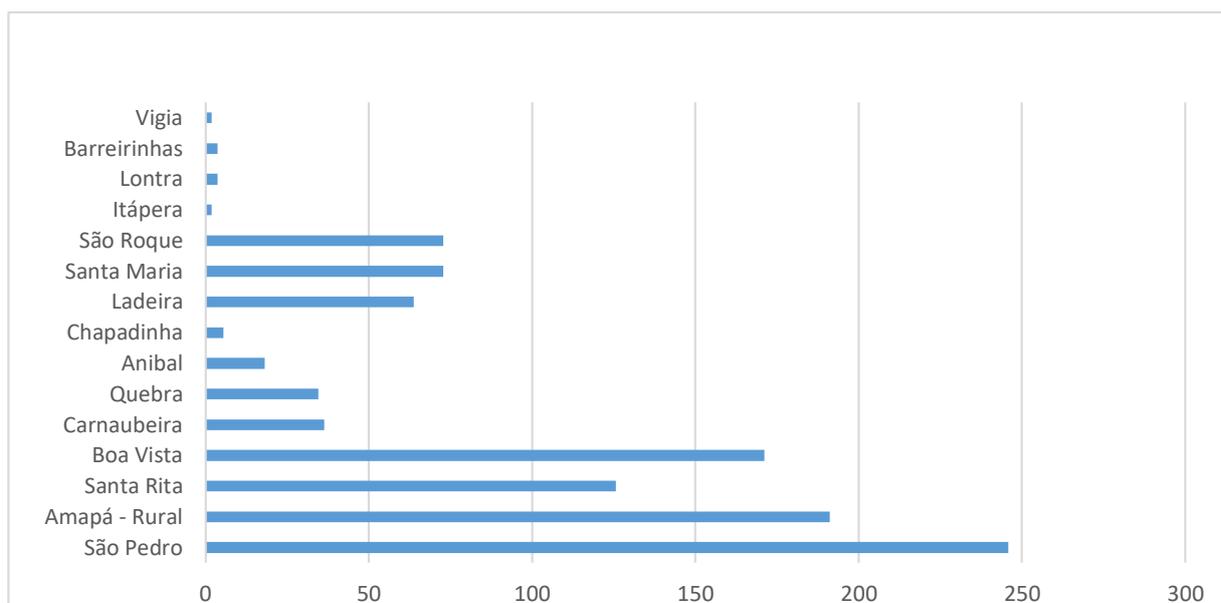
Figura 2 - Taxa de Prevalência para Esquistossomose por 100 mil habitantes nas diferentes localidades positivas



Fonte: autores do artigo, 2024.

Taxas de incidência entre as comunidades. A maior taxa de incidência ocorreu na localidade de São Pedro (245,77), seguida por Amapá - Rural (191,15), Boa Vista (171,13), Santa Rita (125,61), Santa Maria (72,82), São Roque (72,82), Ladeira (63,72), Carnaubeira (36,41), Quebra (34,59), Anibal (18,20), Chapadinha (5,46), Lontra (3,64), Barreirinhas (3,64), Itápera (1,82) e Vigia (1,82), conforme se observa na Figura 3.

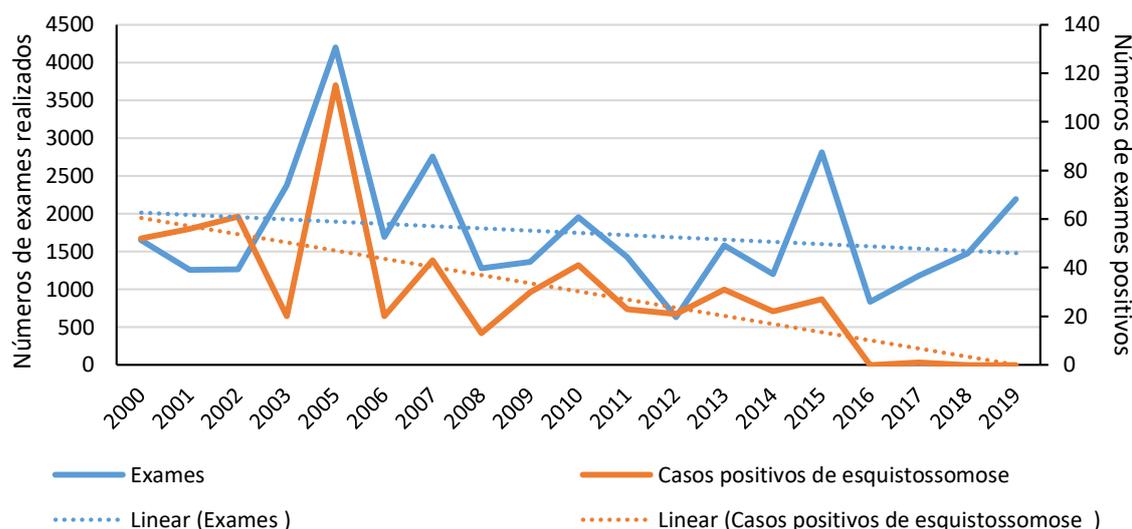
Figura 3 - Taxa de incidência para Esquistossomose por 100 mil habitantes nas localidades positivas



Fonte: autores do artigo, 2024.

Distribuição temporal de exames realizados e positivos. Os números de exames realizados e positivos variaram ao longo do período de estudo. O maior número de exames realizados e casos positivos foi registrado no ano de 2005, com 4.200 testes e 115 confirmações da doença, enquanto 2012 foi o período com menor realização de exames (632) e 21 casos detectados. Observa-se que, a partir de 2005, houve uma tendência de diminuição tanto dos exames realizados quanto dos casos positivos (Figura 4). A média anual de positivos detectados foi de $30,31 \pm 27,75$.

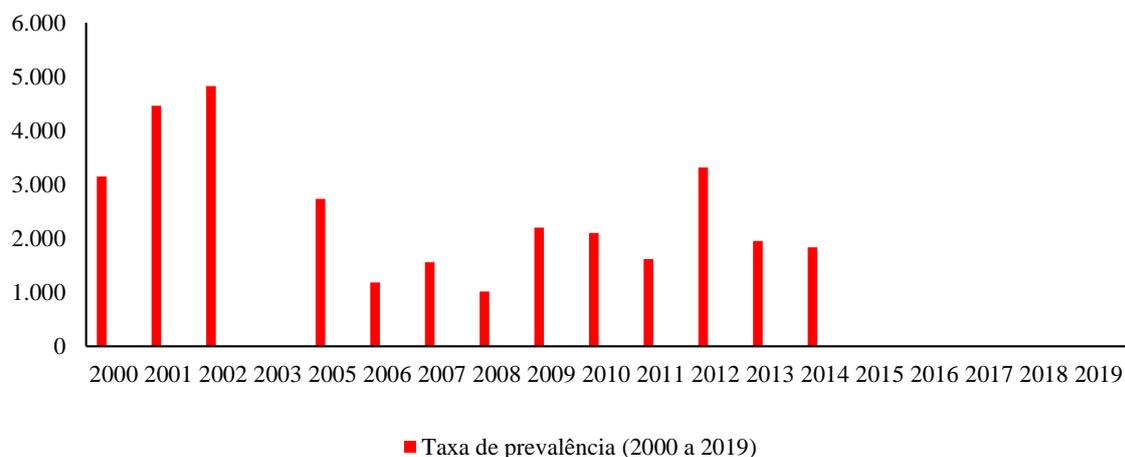
Figura 4 - Série histórica da esquistossomose mansoni em Barreirinhas (2000 a 2019)



Fonte: autores do artigo, 2024.

Taxas de prevalência anuais. Os anos de 2002 e 2001 se destacam com as maiores taxas de prevalência, de 4,827 e 4,462, respectivamente, sendo os mais expressivos na série histórica. Em contraste, 2017 apresentou apenas 0,085 de resultado, seguido por 2016, 2018 e 2019, que não pontuaram em virtude da ausência de casos positivos, apesar da realização de exames entre a população de Barreirinhas (Figura 5).

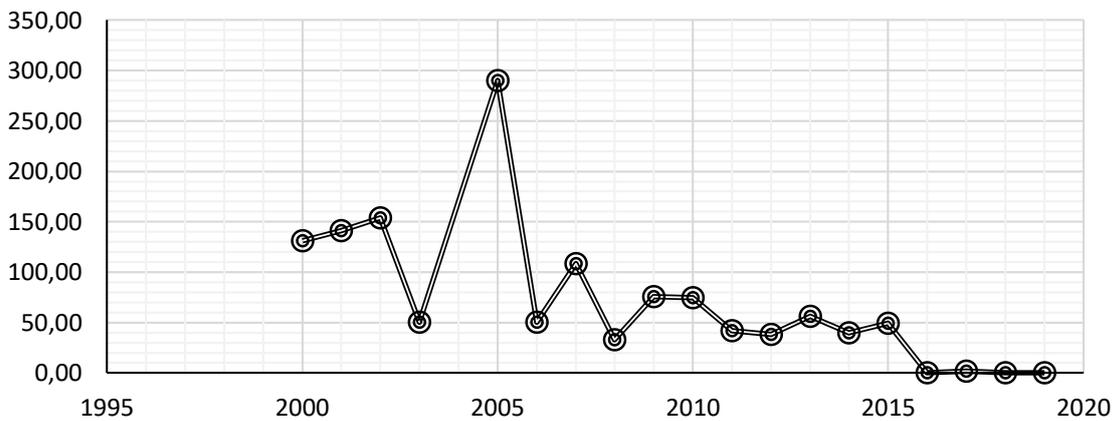
Figura 5 - Taxa anual de prevalência para Esquistossomose por 100 mil habitantes no município de Barreirinhas entre 2000 a 2019



Fonte: autores do artigo, 2024.

Incidência temporal dos casos de esquistossomose. Ao longo dos 19 anos analisados, em especial no ano de 2005, observou-se a maior taxa de incidência, 289,90. Já em 2017, foi o ano menos expressivo, com apenas 1,82, seguido de 2016, 2018 e 2019, que apresentaram resultado zero (Figura 6).

Figura 6 - Taxa anual de incidência para esquistossomose por 100 Mil habitantes no município de Barreirinhas entre 2000 a 2019



Fonte: autores do artigo, 2024.

Perfil socioeconômico. Em relação à faixa etária mais afetada pela esquistossomose, os jovens de 15 a 25 anos apresentaram maior representatividade (164 diagnósticos), seguidos pelos de 26 a 45 anos (158 registros). O gênero mais endêmico foi o masculino, com 372 diagnósticos para *S. mansoni*, conforme a Tabela 2.

Tabela 2 - Idades e gêneros dos diagnosticados com esquistossomose no município de Barreirinhas, de 2000 a 2019.

Idade	Positivos para esquistossomose	Gênero		
		Masculino	Feminino	Sem definição de gênero
< 2	4	1	3	0
2 a 6	39	20	19	0
7 a 9	41	22	19	0
10 a 14	73	37	36	0
15 a 25	164	115	49	0
26 a 45	158	115	43	0
> = 46	96	62	34	0
Sem definição de idade	1	0	0	1
Total	576	372	203	1

Fonte: autores do artigo, 2024

4. DISCUSSÃO

Os nossos achados indicam que a esquistossomose continua endêmica em Barreirinhas, predominando principalmente nas regiões rurais e nas proximidades do Rio Preguiças. Essa distribuição geográfica alinha-se com pesquisas anteriores que indicam a prevalência da doença em áreas com condições ambientais propícias à presença do caramujo vetor, conforme ressaltado no estudo de Cantanhede et al. (2014) na Baixada Maranhense. A existência de áreas inundadas e a prática agrícola nas regiões impactadas reforçam a ideia de que fatores socioeconômicos e ambientais desempenham um papel crucial na manutenção do ciclo de transmissão do *Schistosoma mansoni*.

Os achados indicaram uma taxa de positividade de 1,74% nos testes conduzidos, com uma concentração considerável de casos na área rural. Essa situação reflete o que foi constatado em outras pesquisas, que apontam a esquistossomose como uma enfermidade majoritariamente rural, frequentemente associada à falta de saneamento básico e de água potável (MARTINS, 2019;

GUEDES e CUNHA, 2012; BRASIL, 2021). A escassez de serviços de saúde, como destacado por Brasil (2021), intensifica a fragilidade dessas comunidades, onde a intervenção é fundamental para reduzir as taxas de infecção.

Os dados sugerem um declínio nos casos positivos desde 2006. No entanto, essa diminuição pode ser atribuída a múltiplos fatores, como aprimoramentos na detecção e notificação de casos e medidas de saúde pública focadas, conforme demonstrado por Fernandes (2014). É importante destacar que a progressão da esquistossomose para formas crônicas pode levar a subdiagnósticos, uma vez que muitos pacientes buscam ajuda médica apenas em fases mais avançadas da enfermidade.

Além disso, nossos achados indicaram uma predominância do sexo masculino entre os casos positivos, especialmente nas faixas etárias de 15 a 25 anos e 26 a 45 anos. Essa tendência é consistente com pesquisas anteriores que associam a exposição laboral dos homens a tarefas que os colocam em ambientes infecciosos (CARNEIRO et al., 2022). A ausência de estratégias de saúde voltadas especificamente para os homens, frequentemente negligenciados em programas de prevenção, pode estar contribuindo para essa desigualdade (GOMES et al., 2016).

Por fim, confirmando nossas descobertas, fica clara a urgência de ações em saúde pública e saneamento básico em Barreirinhas, particularmente nas regiões rurais. Conforme sugerido por Saucha et al. (2015), as políticas públicas devem focar em ampliar o acesso à água tratada e a sistemas de esgoto adequados. O entendimento limitado do público sobre o ciclo da esquistossomose destaca a importância de programas de educação em saúde, que podem contribuir para mitigar os impactos da enfermidade. Assim, para um controle eficaz da esquistossomose em Barreirinhas, assim como em outras regiões endêmicas do Maranhão, é crucial que as medidas sejam abrangentes e inclusivas, envolvendo a comunidade na busca por soluções sustentáveis

5. CONCLUSÃO

Este estudo mostrou que a maior parte dos casos de esquistossomose ocorreu em zonas rurais, especialmente nas proximidades do Rio Preguiças, indicando uma possível influência de fatores ambientais na propagação da doença.

Além disso, a taxa de positividade de 1,74% para esquistossomose em Barreirinhas, embora pareça baixa em termos absolutos, representa uma grande preocupação epidemiológica, uma vez que pode sinalizar a continuidade da doença e a necessidade de monitoramento constante, especialmente em regiões endêmicas.

O ano de 2002 registrou a maior prevalência, enquanto 2005 registrou a maior incidência. Apesar de as taxas de incidência e prevalência terem se mantido estáveis entre 2011 e 2016, observou-se uma redução significativa nos casos de 2016 a 2019, com a ausência de notificações em 2017, 2018 e 2019. A faixa etária de 15 a 25 anos foi a mais afetada, acompanhando uma tendência observada tanto no estado quanto no país.

Ademais, para controlar e possivelmente eliminar a esquistossomose em Barreirinhas, é crucial que as medidas de saúde estejam aliadas a políticas governamentais que assegurem o acesso a água limpa, saneamento básico adequado e programas de educação sanitária, promovendo assim uma transformação relevante na saúde da comunidade local. É essencial conduzir pesquisas futuras para acompanhar a progressão da doença e a efetividade das medidas implementadas.

Os achados deste estudo contribuem para uma melhor compreensão da ecologia da esquistossomose na região dos Lençóis Maranhenses, fornecendo subsídios teóricos para o desenvolvimento de políticas públicas voltadas às comunidades vulneráveis impactadas pela enfermidade, além de fornecer à população informações frequentemente desconhecidas pela maioria dos cidadãos.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca. Esquistossomose permanece endêmica em regiões do Brasil pela falta de saneamento básico. Rio de Janeiro (RJ), 2021. Disponível em:

<https://informe.ensp.fiocruz.br/noticias/52012#:~:text=Esquistossomose%20permanece%20end%C3%AAmica%20em%20regi%C3%B5es%20do%20Brasil%20pela%20falta%20de%20saneamento%20b%C3%A1sicoPublicado%20em%3A25&text=Contato%20com%20C3%A1guas%20contaminadas%2C%20pessoas,causada%20pelo%20parasita%20Schistosoma%20mansoni>. Acesso em: 7 maio 2024.

BRASIL. Instituto de Geografia e Estatística. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico. Brasília (DF): IBGE; 2017. Disponível em:

<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/30/84366?ano=2017>. Acesso em: 2 jul. 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. DATASUS: Programa de Controle a Esquistossomose - Maranhão. Brasília (DF): Ministério da Saúde; 2024. Disponível em:

<http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/deftohtm.exe?sinan/pce/cnv/pceMA.def>. Acesso em: 12 fev. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Esquistossomose. Brasília (DF): Ministério da Saúde; 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/e/esquistossomose-1>. Acesso em: 22 maio 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente. Departamento de Doenças Transmissíveis. Vigilância da esquistossomose mansoni: diretrizes técnicas [recurso eletrônico]. Brasília (DF): Ministério da Saúde; 2024. 116 p.

BRASIL. Ministério da Saúde (FIOCRUZ). Análise de Situação em Clima e Saúde. Rio de Janeiro (RJ): FIOCRUZ; 2017. 83 p.

CANTANHEDE, Selma Patricia Diniz; FERNANDEZ, Monica Ammon; MATTOS, Aline Carvalho de; MONTRESOR, Lângia Colli; SILVA-SOUZA, Nêuton; THIENGO, Silvana Carvalho. Freshwater gastropods of the Baixada Maranhense Microregion, an endemic area for schistosomiasis in the State of Maranhão, Brazil: I - qualitative study. Rev Soc Bras Med Trop, v. 47, n. 1, p. 79-85, 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/0037-8682-0194-2013>. Acesso em: 12 nov. 2024.

CARNEIRO, K.J.S.G.; CARNEIRO, K.S.G.; CARNEIRO, C.S.C. Esquistossomose mansônica como doença profissional: a importância de estabelecer onexo. *Saúde Soc.*, São Paulo, 2022;31(4).

CUTRIM, R.M.N.; CHIEFFI, P.P.; MORAES, J.C. *Schistosomiasis mansoni* in the "Baixada Ocidental Maranhense", state of Maranhão, Brazil: Cross-sectional studies performed in 1987 and 1993. *Rev Inst Med Trop São Paulo*, v. 40, n. 3, 1998.

CUTRIM, R.N.M.; COURA, J.R. *Schistosomiasis mansoni* in three localities of western lowland of the state of Maranhão before and after mass treatments. *Mem Inst Oswaldo Cruz*, v. 87, n. 4, p. 555-558, 1992.

FERREIRA, L. A.; LIMA, F. L. C.; ANJOS, M. R. O.; COSTA, J. M. L. Forma tumoral encefálica esquistossomótica: apresentação de um caso tratado cirurgicamente. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, v. 31, n. 1, p. 89-93, jan./fev. 1998. DOI: 10.1590/S0037-86821998000100011.

FERNANDES, O.S. Estudo da esquistossomose mansônica nas Regionais de Saúde no estado do Maranhão, 2007 a 2011. (Dissertação) Mestrado em Saúde Pública - Universidade Federal do Pará, Belém (PA), 2014.

GOMES, A.C.L. et al. Prevalência e carga parasitária da esquistossomose mansônica antes e depois do tratamento coletivo em Jaboatão dos Guararapes, Pernambuco. *Epidemiol Serv Saúde*, v. 25, n. 2, p. 243-50, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.5123/S1679-49742016000200006>. Acesso em: 14 jul. 2024.

GUEDES, S.A.G.; CUNHA, L.D.A. Prevalência de esquistossomose mansônica na cidade de Nossa Senhora do Socorro, Sergipe, 2001-2006. *Ideias Inovação-Lato Sensu*, Aracaju, v. 1, n. 1, p. 41-48, 2012.

MARTINS, F.L. et al. Fatores de risco e possíveis causas de esquistossomose. *Rev Saúde Foco*, v. 11, p. 396-444, 2019.

MONTEIRO, G. et al. Perfil da mortalidade por esquistossomose no Maranhão. *Anais da XXVI Jornada de Parasitologia e Medicina Tropical do Maranhão*, São Luís, 2018.

SANTOS, A.M.; MELO, A.C.F.L. Prevalência da esquistossomose num povoado do Município de Tutóia, Estado do Maranhão. *Rev Soc Bras Med Trop*, v. 44, n. 3, p. 343-45, 2011.

SAUCHA, C.V.V.; SILVA, J.A.M.; AMORIM, L.B. Condições de saneamento básico em áreas hiperendêmicas para esquistossomose no estado de Pernambuco em 2012. *Epidemiol Serv Saúde*, v. 24, n. 3, p. 397-406, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.5123/S1679-49742015000300010>. Acesso em: 7 maio 2024.

CAPÍTULO 4 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Optou-se por estudar a riqueza e abundância das comunidades de gastrópodes e trematódeos associados na região dos Lençóis Maranhenses, pela razão do assunto está ainda muito incipiente de informações entre os trabalhos acadêmicos, pelo menos de forma detalhada ou pontual referente aos municípios de Santo Amaro do Maranhão, Barreirinhas e Paulino Neves ligados diretamente à Unidade de Conservação Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses, apesar dos casos relacionados a esquistossomose que existem no território e do vasto ecossistema predominante e conservado.

Para fins de delimitação do estudo, estabeleceu-se como objetivo geral de pesquisa, conhecer a fauna de gastrópodes e trematódeos e suas interações na região de entorno dos Lençóis Maranhenses, ponto esse atendido, vez que os resultados conseguiram demonstrar, explicitamente, a existência de distintas espécies de gastrópodes, bem como das famílias cercarianas circulantes entre os moluscos analisados.

Visando especificar ainda mais os objetivos desta dissertação, elencou-se cinco objetivos específicos, quais sejam: I - Determinar a riqueza e abundância das espécies de gastrópodes e trematódeos em diferentes ecossistemas; II - Analisar a distribuição sazonal de gastrópodes e trematódeos; III - Estudar a distribuição de gastrópodes e trematódeos no espaço geográfico em tela; IV - Avaliar os parâmetros microbiológicos e físico-químicos dos ambientes hídricos estudados; V- Mapear as áreas de importância ecológica e epidemiológica na região em estudo.

O primeiro objetivo específico foi alcançado, visto que por meio dele se conseguiu evidenciar as taxas de riqueza e abundância dos animais estudados, sendo a primeira relativamente baixa, com apenas cinco táxons (*Biomphalaria straminea*, *Drepanotrema lucidum*, *Melanoides tuberculata*, *Pomacea spp.* e *Physa spp.*), destacando a espécie *B. straminea* como a mais abundante.

Ademais, os gêneros e espécies de gastrópodes descritos neste estudo são inéditos para área, o que torna esta pesquisa como o primeiro registro científico referente para Região dos Lençóis Maranhenses. Também pode-se apontar como inédito, o relato da espécie *Melanoides tuberculata* em ambientes do Maranhão, tendo em vista não haver literatura registrada sobre referido fato.

Sobre os trematódeos, foram encontrados, associados aos gastrópodes, táxons de quatro famílias cercarianas, a citar Gmninocéfala, Xifidiocercária, Pleurolofocerca e Oftalmoxifidiocercária, além de indivíduos *S. mansoni*. A média de abundância, se mostrou relativamente baixa, com número de 0.086, evidenciando que as interações são eventos raros, porém a intensidade de infestação no valor de 25 se mostra alta, e tendo o agente etiológico da esquistossomose presente, servindo de alertas para a vigilância da saúde pública.

O segundo objetivo, foi alcançado, tendo em vista que foi possível demonstrar o período seco como o mais abundante para gastrópode, a nível de comparativo número, porém do ponto de vista estatístico (teste ANOVA), essa questão não se mostrou relevante e significativo, considerando os F-valor de 1,417 e um P-valor de 0,249. Ainda, o terceiro também se contemplou, demonstrando a distribuição geográfica de *Biomphalaria straminea*, *Melanoides tuberculata* e *Pomacea spp* nos três municípios estudados, além de *Drepanotrema lucidum* e *Physa spp.* em Barreirinhas.

No quarto objetivo, logrou-se êxito, tendo em vista que foram encontrados coliforme totais e termotolerantes de importância médica nos locais de presença de gastrópodes, inclusive correlacionando-se com esses moluscos, com destaque para *Salmonella typhi* e *B. straminea*. Com os fatores abióticos, *B. straminea*, *Pomacea ssp.*, *Physa spp.* e *Melanoides tuberculata* apresentaram correlação, respectivamente, com TDS, condutividade, salinidade e Oxigênio dissolvido, condutividade e pH e condutividade, demonstrando que esses fatores podem favorecer possível manutenção de sobrevivência.

Por fim, o último objetivo foi contemplado, onde se evidenciou que a região dos Lençóis Maranhenses apresenta grupos de gastrópodes e trematódeos de significância ecológica e epidemiológica, como *B. straminea* e *M. tuberculata* acontecendo nos três municípios problematizados, destacando o primeiro como importante para saúde pública e o segundo por possuir *status* de molusco exótico. Sobre os helmintos, a família Gmninocéfala ganhou destaque em todas os municípios, além da presença confirmada de *S. mansoni* em Santo Amaro do Maranhão.

Ato contínuo, por mais que este estudo tenha conseguido alcançar seus objetivos pretendidos, ele obteve certas limitações, como por exemplo, a não identificação molecular dos gastrópodes e trematódeos, limitando-se somente aos métodos morfológicos, o que não possibilitou, em alguns casos, a definição, até o nível de espécie, de alguns moluscos (*Pomacea ssp.* e *Physa spp.*) e helmintos (somente até a família cercariana).

Tendo por base o até aqui estudado e apresentado, ainda se faz necessário outras pesquisas continuativas sobre a temática e problemática aqui enfatizados, a fim de ampliar ainda mais a discussão sobre riqueza e abundância dos gastrópodes e trematódeos na Região dos Lençóis Maranhenses, em especial quando essas estiverem ligadas às questões de saúde pública e qualidade ambiental.

Ademais, recomenda-se que o poder público, mediante entrega de cópias deste trabalho às Secretarias Municipais de Saúde dos municípios de Santo Amaro do Maranhão, Barreirinhas e Paulino Neves, a tomada das seguintes recomendações:

- Fortalecimento e ampliação das políticas de saneamento básico entre a população moradora dos municípios, especial entre aquelas mais distantes dos centros urbanos e com pouca assistência;
- Monitoramento de corpos hídricos dos municípios da região, em especial com a verificação da presença e quantidade de gastrópodes, bem como associações com trematódeos, além de avaliações microbiológicas e físico-químicas;
- Realização continuadas de exames parasitológicos, segundo parâmetros do Ministério da Saúde, para esquistossomose entre os moradores próximos de corpos hídricos com presença de *Biomphalaria spp.* e com histórico da doença;
- Treinamentos e cursos para profissionais de saúde nos níveis de atenção primária (médicos, enfermeiros, técnicos de enfermagem e agentes comunitários de saúde e combate às endemias) e alta complexidade.
- Ações de educação em saúde para moradores dos municípios, através dos agentes comunitários de saúde e de combate às endemias;
- Divulgações de achados sobre gastrópodes e trematódeos à população em geral, inclusive visitantes, comunidade acadêmica e profissionais de saúde;

- Realização de seminários e audiência públicas sobre o tema gastrópodes e trematódeos no contexto da biodiversidade e significância para saúde pública.

Diante do exposto, ressaltando-se a importância dos aspectos abordados e recomendados, acredita-se que o processo monitoramento da biodiversidade com significância ecológica e epidemiológica poderão ser mais significativos, factuais, ativos e próximo daquilo que tanto se almeja dentro dos processos de preservação e conservação ambiental e qualidade de vida.

ANEXOS

Comprovante de submissão de artigo à revista

[ICSA] Agradecimento pela submissão  Caixa de entrada x



Dra. Cláudia Moura de Melo via Periódicos Grupo Tiradentes <pen-bounces@emnuvens.com.br>
para mim ▾

seg., 12 de ago., 19:32    

Breno Nunes Costa,

Agradecemos a submissão do seu artigo "EPIDEMIOLOGIA DA ESQUISTOSSOMOSE MANSONI EM ÁREAS CIRCUNVIZINHAS AO PARQUE NACIONAL DOS LENÇÓIS MARANHENSES, BRASIL" para a revista Interfaces Científicas - Saúde e Ambiente. Através da interface de administração do sistema, utilizado para a submissão, será possível acompanhar o progresso do documento dentro do processo editorial, bastando acessar o sistema disponível em:

URL do Manuscrito: <https://periodicos.set.edu.br/saude/authorDashboard/submission/12380>

Regras de submissão da revista Interfaces Científicas - Saúde e Ambiente

Diretrizes para Autores

As **normas de submissão** são requisitos básicos para aceitação de trabalhos a serem publicados em qualquer uma das revistas desta plataforma. Os autores devem observar requisitos de estrutura, formatação, citações e referências.

Os originais devem estar em português, inglês ou espanhol, devem ser inéditos e destinar-se exclusivamente ao Portal de Periódicos da Sociedade de Educação Tiradentes, não sendo permitida sua apresentação simultânea a outro periódico, tanto no que se refere ao texto, como figuras ou tabelas, quer na íntegra ou parcialmente, excetuando-se resumos ou relatórios preliminares publicados em Anais de Reuniões Científicas.

Artigos enviados por e-mail não serão considerados

Todos os direitos editoriais são reservados para as publicações do Portal de Periódicos SET, nenhuma parte das publicações pode ser reproduzida, estocada por qualquer sistema ou transmitida por quaisquer meios ou formas existentes ou que venham a ser criados, sem prévia permissão por escrito da Comissão Editorial, ou sem constar o crédito de referência, de acordo com as leis de direitos autorais vigentes no Brasil.

Nas pesquisas envolvendo seres humanos, os autores deverão enviar uma cópia de aprovação emitida pelo Comitê de Ética, reconhecido pela Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP), segundo as normas da Resolução do Conselho Nacional de Saúde - CNS 466/12 e 510/16 ou órgão equivalente no país de origem da pesquisa.

Categorias de manuscritos aceitos:

Artigo original: trabalho de pesquisa com resultados inéditos e que agreguem valor à publicação. Limitado com no mínimo oito páginas e no máximo 15 páginas. Sua estrutura deve conter:

- **Introdução:** deve ser breve, definir o problema estudado, destacando a sua importância e as lacunas do conhecimento. NBR 6022:2003
- **Método:** os métodos empregados, a população estudada, a fonte de dados e os critérios de seleção devem ser descritos de forma objetiva e completa. Inserir o número do protocolo de aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa e informar que a pesquisa foi conduzida de acordo com os padrões éticos exigidos.
- **Resultados:** devem ser apresentados de forma clara e objetiva, descrevendo somente os dados encontrados sem interpretações ou comentários, podendo para maior facilidade de compreensão serem acompanhados por tabelas, quadros e figuras. O texto deve complementar e não repetir o que está descrito nas ilustrações.
- **Discussão:** deve restringir-se aos dados obtidos e aos resultados alcançados, enfatizando os novos e importantes aspectos observados no estudo e discutindo as concordâncias e divergências com outras pesquisas já publicadas.
- **Conclusão:** deve corresponder aos objetivos ou hipóteses do estudo, fundamentada nos resultados e discussão, coerente com o título, proposição e método.
- **Agradecimentos:** mencionar a(s) fonte(s) de financiamento, quando houver.

É de responsabilidade do autor correspondente a inserção das informações de todos os autores do manuscrito no sistema de submissão e na página de identificação, **não sendo permitida a inclusão de outros autores após a aprovação do manuscrito.**

CONSIDERAÇÕES GERAIS

- O manuscrito poderá ser submetido redigido em português, inglês ou espanhol;
- Margens: superior e esquerda 3cm, inferior e direita 2cm;
- Fonte Arial tamanho 12, espaçamento entre linha 1,5 para todo o corpo do texto (exceto citação direta longa, que deverão ser em fonte 10, espaçamento simples e alinhadas a direita com recuo de 4cm);
- Espaçamento antes e depois de cada parágrafo 0 pt;
- Fotos, mapas, gráficos e outras ilustrações serão tratados como “FIGURA”;
- Os títulos das figuras, tabelas e quadros devem ser justificados, com fonte Arial tamanho 11, espaçamento simples e legendas com fonte 10 e espaçamento simples.

DOCUMENTOS OBRIGATÓRIOS PARA A SUBMISSÃO

- **Manuscrito** redigido de acordo com as normas da revista
- **Página de Identificação**, contendo Título (português, inglês e espanhol) e Autores com as respectivas filiações

- Quando for o caso, anexar **autorizações, liberações** e/ou **licenças** emitidas por Comitês de Ética em Pesquisa ou de Uso Animal ou por entidades governamentais para liberação de coleta biológica

TÍTULO:

Deverá ser escrito em **PORTUGUÊS, INGLÊS E ESPANHOL** em **caixa alta, negrito e centralizado**, Fonte Arial 12, espaçamento simples.

Se o artigo for baseado em tese ou dissertação, indicar como nota de rodapé o título, o nome do programa de pós-graduação, a instituição e o ano de defesa.

AUTORES E AFILIAÇÕES:

É de responsabilidade do autor correspondente a inserção das informações de todos os autores do manuscrito no sistema de submissão e na Página de Identificação, **não sendo permitida a inclusão de outros autores após a aprovação do manuscrito.**

- **Os nomes devem estar completos, sem utilização de abreviação**, na ordem da publicação, um abaixo do outro e alinhado à direita;
- Não há limitação para o número de autores;
- As respectivas filiações devem vir como nota de rodapé, fonte Arial 10, espaçamento simples e conter a formação, a última e maior titulação, o vínculo institucional atual, o ORCID (quando houver) e o email de cada autor, p. ex:

Primeiro Autor¹

Segundo Autor²

Terceiro Autor³

¹Graduanda em Nutrição. Universidade Tiradentes – UNIT, Aracaju, SE. Brasil. Email: ingrid_yanomani18@hotmail.com

²Nutricionista. Mestre em Saúde e Ambiente. Universidade Tiradentes – UNIT, Aracaju, SE. Brasil. Email: Manu.freire.nutri@gmail.com

³Nutricionista. Doutor em Nutrição Clínica. Programa de Pós-graduação em Saúde e Ambiente. Universidade Tiradentes – UNIT, Aracaju, SE. Brasil. ORCID 0000-0005-9234-1523. Email: adalbertoalves@yahoo.com.br

RESUMO E PALAVRAS-CHAVE:

- O resumo é do tipo **não estruturado** e deve possuir o máximo de 300 palavras, espaçamento simples e alinhamento justificado;
- Também deverão ser apresentados um **Abstract** e um **Resumen (obrigatório)**
- Deverão ser apresentadas de três a cinco **Palavras-Chave**, separadas por ponto e vírgula.
- Também devem ser apresentadas as **Keywords** e as **Palabras Clave (obrigatório)**.

CORPO DO TEXTO:

O manuscrito poderá ser organizado com:

Introdução, Métodos, Resultados e Discussão (ou Resultados e Discussão em um só tópico), Conclusão, Agradecimentos (opcional) e Referências.

TÓPICO (CAIXA ALTA E NEGRITO)

1. **INTRODUÇÃO**
2. **MÉTODOS**

Sub-Tópico (Só a primeira letra maiúscula e todo em negrito)

2.1 **Área de Estudo**

Sub-Sub-Tópico (Só a primeira letra maiúscula e sem negrito)

2.1.1 Área de coleta

Sub-Sub-Sub-Tópico (Só a primeira letra maiúscula e todo sublinhado)

2.1.1.1 Técnica de coleta

ILUSTRAÇÕES

As **tabelas, quadros e figuras** devem ter um título breve, serem numeradas consecutivamente com algarismos arábicos na ordem em que foram inseridas as respectivas chamadas no texto. Exceto tabelas e quadros, todas as ilustrações devem ser designadas como figuras.

Figura (fotos, desenhos, gráficos etc) - resolução de 300 dpi, colorida, em formato digital (jpg ou TIFF) e deverá ser submetida no portal da revista como documento complementar. Quando a figura for extraída de outro trabalho, a fonte original deve ser mencionada e serão publicadas sem identificação dos sujeitos, a menos que acompanhadas de permissão por escrito de divulgação para fins científicos. Os gráficos deverão ser inseridos no texto em formato editável, quando possível.

Tabelas - inseridas no texto em formato editável, em seguida de sua chamada. Devem incluir apenas os dados imprescindíveis, evitando-se tabelas muito longas, sem a utilização de traços internos horizontais ou verticais. As notas explicativas devem ser colocadas no rodapé das tabelas e não no cabeçalho ou título. **As tabelas não devem repetir dados já descritos no texto e vice-versa.**

CITAÇÕES:

Um autor:

No início da frase: Meneguetti (2015).

Exemplo: “De acordo com Meneguetti (2015), a malária”.

Ao término da frase: (MENEGUETTI, 2015).

Exemplo: “A malária é a principal doença parasitária ocorrente na região da Amazônia Ocidental (MENEGUETTI, 2015)”.

Dois autores:

No início da frase: Silva e Bortolini (2012).

Exemplo: “Estudo de Silva e Bortolini (2012) mostra que”.

Ao término da frase: (SILVA; BORTOLINI, 2012).

Exemplo: “A educação física é uma área do conhecimento humano ligada às práticas corporais produzidas pela humanidade (SILVA; BORTOLINI, 2012)”.

Três ou mais autores:

No início da frase: Maia et al. (2010).

Exemplo: “Um estudo realizado por Maia et al. (2010) mostrou que...”.

Ao término da frase: (MAIA et al., 2010).

Exemplo: A Amazônia Ocidental é composta pelos estados do: Acre, Amazonas, Rondônia e Roraima (MAIA et al., 2010).

Citação de mais de um trabalho:

Quando são citados mais de um trabalho, os mesmos devem aparecer no texto do mais antigo para o mais recente (ordem cronológica). Exemplo: (OLIVEIRA, 2009; SANTOS et al., 2014, ANDRADE et al., 2022).

QUESTÕES ÉTICAS, AUTORIZAÇÕES E LICENÇAS

Quando for o caso, os autores deverão adicionar essas informações em um sub-tópico específico, no tópico “Métodos”, onde deverá constar os respectivos números dos documentos de autorização, assim como enviar a(s) autorização (ções) no momento da submissão (ver **DOCUMENTOS OBRIGATÓRIOS**)

AGRADECIMENTOS

O agradecimento é opcional e deve ser realizado apenas para as pessoas e instituições que tiveram envolvimento com o desenvolvimento da pesquisa e que não seja um dos autores. Se houver fonte de financiamento, a menção é obrigatória. Este deve aparecer depois da conclusão e antes das referências.

REFERÊNCIAS

Os trabalhos que possuem um ou dois autores, devem ser citados todos os autores. Já os trabalhos que possuem mais de três autores, deve ser citado o primeiro e em seguida “et al.”, conforme exemplos abaixo:

Artigo

Nas referências dos artigos, o nome da revista em que o artigo foi publicado deve estar em negrito e abreviado (para a abreviação, deve ser consultado: https://images.webofknowledge.com/images/help/WOS/A_abrvjt.html ou o site da respectiva revista).

AUTOR, A.B. Título do artigo. **Nome da revista**, v. X, n. X, p. XX – XX, Ano.

AMORIM, C.Z. et al. Screening for antimalarial activity in the genus *Pothomorphe*. **J Ethnopharmacol**, v. 24, n. 1, p. 101-106, 1988.

Livro

AUTOR, A.B. **Título da obra em negrito**. Edição. Cidade da Editora: Editora. Ano

BERG, M.E.V.D. **Plantas medicinais na Amazônia: contribuição ao seu conhecimento sistemático**. 2ª Ed. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi. 2010.

MENEGUETTI, N.F.S.P.; SOUZA, M.P. **A evolução das dimensões do macromarketing expandido no processo extrativo da Castanha-da-Amazônia: o caso do assentamento Canaã, município de Ariquemes - RO**. 1ª Ed. Rio Branco: Stricto Sensus Editora, 2019.

Capítulo de Livro

AUTOR, A.B. Título do capítulo não negrito. In: Autor, A.B. (Ed. ou Org.). **Título do livro em negrito**. Edição. Cidade: Editora. Ano.

ANDRADE, D.C. et al. Evolução histórica-epidemiológica da leishmaniose visceral em Aracaju, Sergipe: Estado da arte. In: Camargo, L.M.A.; Oliveira, J.; Meneguetti, D.U.O. (Org.) **Atualidades em medicina tropical na América do Sul: Epidemiologia e Educação em Saúde**. 1ª Ed. Rio Branco: Stricto Sensus Editora, 2021.

Trabalhos em eventos

AUTOR, A.B. Título do trabalho. In: Evento, **Anais**, Cidade (País), Ano.

OLIVEIRA, A. S. et al. As vacinas disponibilizadas no Brasil para COVID-19 e as tecnologias implantadas. In: XIX Seminário de Pesquisa UNIANDRADE. **Anais**, Curitiba, 2022.

Dissertações e Teses

AUTOR, A.B. **Título do trabalho em negrito**. (Dissertação ou Tese) Curso – Instituição, Cidade, Estado, Ano

DUTRA, M.G. **Plantas medicinais, fitoterápicos e saúde pública: um diagnóstico situacional em Anápolis, Goiás**. (Dissertação) Mestrado em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente - Centro Universitário de Anápolis, Anápolis, Goiás, 2009.

DOLABELA M.F. **Atividade antiplasmódica e citotoxicidade de *Esenbeckia febrifuga* (A.ST-HIL) Juss. ex Mart. (Rutaceae) e de espécies do gênero *Aspidosperma* (Apocynaceae)**. (Tese) Doutorado em Ciências Farmacêuticas - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil, 2007.

Sites

Com autores:

AUTOR, A.B. Título do artigo. **Nome do site em negrito**, Ano. Disponível em: endereço do site consultado. Acesso em: data da consulta.

SIQUEIRA, K.; SCHETTINO, J. P. J. O consumo de queijos pelos brasileiros. **Milkpoint**, 2021. Disponível em: <https://www.milkpoint.com.br/colunas/kennya-siqueira/o-consumo-dequeijos-pelos-brasileiros-225212/>. Acesso em: 3 set. 2023.

Sites Institucionais:

SIGLA. Nome por extenso. **Título da página**. Ano. Disponível em: endereço do site consultado. Acesso em: data da consulta.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades@**. 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em: 23 nov. 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Disposições gerais sobre Doenças Diarreicas Agudas**. Brasília, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/d/dda>. Acesso em: 29 mai. 2023.