



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA APLICADA A ANIMAIS
INTERESSE REGIONAL**

JALISON FIGUEREDO DO RÊGO

**MALACOFUNA LÍMNICA ASSOCIADA A FATORES AMBIENTAIS NO PIAUÍ,
NORDESTE DO BRASIL, COM ÊNFASE EM *BIOMPHALARIA* SPP.
(GASTROPODA; PLANORBINAE)**

**Teresina
2024**

JALISON FIGUEREDO DO RÊGO

MALACOFAUNA LÍMNICA ASSOCIADA A FATORES AMBIENTAIS NO PIAUÍ, NORDESTE DO BRASIL, COM ÊNFASE EM *BIOMPHALARIA* SPP. (GASTROPODA; PLANORBINAE)

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Aplicada a Animais de Interesse Animal - PPGTAIR da Universidade Federal do Piauí – UFPI, na área de concentração Diagnósticos Avançados em Medicina Veterinária e linha de pesquisa Diagnóstico e Terapêutica em Medicina Veterinária para a obtenção do título de Doutor em Ciências.

Orientadora: Prof^a Dr^a Ivete Lopes de Mendonça

**Teresina
2024**

FICHA CATALOGRÁFICA
Universidade Federal do Piauí
Biblioteca Comunitária Jornalista Carlos Castello Branco
Serviço de Processamento Técnico

R343m Rêgo, Jalison Figueredo do.

Malacofauna límnică associada a fatores ambientais no Piauí, nordeste do Brasil, com ênfase em *Biomphalaria spp.* (*Gastropoda; Planorbinae*). / Jalison Figueredo do Rêgo. -- 2024.

91 f.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Piauí, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Aplicadas a Animais de Interesse Regional, 2024.

“Orientadora: Profa. Dra. Ivete Lopes de Mendonça.”

1. Gastrópodes. 2. Esquistossomose. 3. Saúde pública. 4. Saúde ambiental. 5. Risco epidemiológico. I. Mendonça, Ivete Lopes de. II. Título.

CDD 594.3



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIAS APLICADAS A ANIMAIS DE INTERESSE REGIONAL
Campus Universitário "Ministro Petrônio Portella" – Bairro Ininga
CEP 64049-550 – Teresina-PI e-mail: ppgtair@ufpi.edu.br

ATA DE DEFESA DE TESE

Ata da Defesa de Tese de Doutorado de **Jalison Figueredo do Rêgo**, aos vinte e quatro dias do mês de setembro do ano de dois mil e vinte e quatro, às 14:30 horas, reuniu-se, a Banca Examinadora da Defesa de Tese de Doutorado composta pelos Professores(as) doutores(as) Profª. Dra. Ivete Lopes de Mendonça -Universidade Federal do Piauí, Presidente; Dra. Jacenir Reis dos Santos Mallet –Fundação Oswaldo Cruz-Piauí; Examinadora; Prof. Dr. Fernando Schemelzer de Moraes Bezerra –Universidade Federal do Ceará, Examinador; Dra. Silvana Aparecida Rogel Carvalho Thiengo – Fundação Oswaldo Cruz-Rio de Janeiro; Examinadora; Profª. Dra. Maria Regiane Araujo Soares –Universidade Federal do Piauí, Examinadora; perante a qual **Jalison Figueredo do Rêgo**, discente regularmente matriculado no Curso de Doutorado em Ciências, área Medicina Veterinária, do Programa de Tecnologias Aplicadas a Animais de Interesse Regional – PPGTAIR, da Universidade Federal do Piauí, defendeu, para o cumprimento do requisito de Doutor, sua Tese intitulada “**Malacofauna límnicia associada a fatores ambientais com ênfase ao gênero *Biomphalaria* (Gastropoda:Planorbinae) na região do Meio Norte do Brasil.**” A defesa da referida tese ocorreu das 14:30 às 17:42 horas, tendo o doutorando sido submetida à sabatina, dispondo cada membro da banca do tempo determinado para tal. Finalmente, a Banca reuniu-se em separado e concluiu por considerar o doutorando APROVADO (Aprovado/Reprovado).

Eu, **Ivete Lopes de Mendonça**, que presidi a Banca de Defesa da Tese, assino a presente Ata, juntamente com os demais membros e dou fé. Em Teresina-PI, 24 de setembro de 2024.

Profª. Dra. Ivete Lopes de Mendonça
Universidade Federal do Piauí
(Presidente)

Dra. Jacenir Reis dos Santos Mallet
Fundação Oswaldo Cruz - Piauí
(Examinadora)

Documento assinado digitalmente

SILVANA APARECIDA ROGEL CARVALHO THIENG
Data: 14/10/2024 14:57:42-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dra. Silvana Aparecida Rogel Carvalho
Thiengo
Fundação Oswaldo Cruz – Rio de Janeiro
(Examinadora)

Documento assinado digitalmente
 FERNANDO SCHEMELZER DE MORAES BEZERRA
Data: 27/09/2024 08:06:00-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Fernando Schemelzer de Moraes Bezerra
Universidade Federal do Ceará
(Examinador)

Profª. Dra. Maria Regiane Araujo Soares
Universidade Federal do Piauí
(Examinadora)

"Para ser um bom observador é preciso ser um bom teórico."

Charles Darwin

AGRADECIMENTOS

À **Deus e seus auxiliares** por me conceder forças, fé e perseverança nas difíceis.

À **minha Família** que propuseram alicerce, apoio e auxílio em vários momentos de dificuldade.

À minha orientadora **Profa Dr^a Ivete Lopes de Mendonça** pela acolhida no laboratório, pelos ensinamentos, incentivos e apoio durante as atividades de estudo e pesquisa.

À **Thiago Saraiva da Silva, recepção do Laboratório de Sanidade Animal – LASAN/UFPI** pelo auxílio e ajuda em vários momentos das etapas da pesquisa.

Ao meu amigo **Mauro Fernando Barbosa e sua equipe** do laboratório de esquistossomose, da Secretaria Estadual da Saúde, pelo auxílio e apoio logístico durante as atividades de campo.

À **Wanderlan Lima da Silva**, da Prefeitura Municipal de Teresina, pelo auxílio nas primeiras análises de geoprocessamento.

Ao **Núcleo de Estudos, Pesquisas e Procedimentos de Alimentos – NUEPPA/UFPI** e seus colaboradores pela acolhida no laboratório de microbiologia e a possibilidade de realizar treinamento e análises sobre coliformes.

À **Dr^a Roberta Lima Caldeira**, pelas orientações, auxílio na pesquisa teórica e oportunidade de estágio no laboratório de referência em Helminologia e Malacologia Médica do Instituto René Rachou em Minas Gerais.

À **Amanda Domingues de Araújo** pela colaboração e auxiliar no treinamento no Laboratório de Helminologia e Malacologia Médica do Instituto René Rachou.

Ao **Laboratório em Helminologia e Malacologia Médica do Instituto René Rachou** pela ajuda na identificação dos caramujos e apoio durante o estágio.

À **Profa Dr^a Maria José dos Santos Soares**, do setor de microbiologia do LASAN/UFPI pela acolhida no laboratório, apoio estrutural e material para realizar as análises microbiológicas de coliformes.

À **Felipe Araújo de Alcântara Oliveira**, técnico do laboratório de microbiologia do LASAN/UFPI pelo treinamento nas técnicas de análises em coliformes.

As amigas **Ana Carolina Gomes de Azevedo Marques, Erika Maria Gadelha Santos e Alyne Pereira Lopes**, do setor de microbiologia do LASAN/UFPI, pelo apoio e acolhida no laboratório de microbiologia.

Aos **amigos do setor de doenças parasitárias e os servidores do LASAN/UFPI**, pelo auxílio em alguns momentos de execução do projeto, em especial a **Ianete Lima Batista**, a qual compartilhou comigo, momentos de alegria e desânimo.

A querida amiga **Bárbara Laurice Araújo Verçosa**, que expressou como ninguém, sua solidariedade, ombro amigo e apoio em situações difíceis dessa jornada.

À **Maria de Jesus Fernandes Menezes** por me ajudar nas coletas dos moluscos.

À **Profa Dra Jackelya Araujo da Silva**, do setor de estatística do Departamento de Paleontologia da UFPI, pelo auxílio e orientações nas análises estatísticas.

À **Raimundo Leoberto Torres de Sousa** por me ajudar e orientar nas análises geoespaciais.

À **Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Aplicada a Animais de Interesse Regional – PPGTAIR/UFPI** pelo apoio e incentivo durante a realização do programa de pós-graduação.

À **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior (CAPES)** pela concessão da bolsa de doutorado.

A **todos os familiares e amigos** que de alguma forma contribuíram para concretização deste projeto, em especial a **Dan** pela presença, acolhida e apoio nas horas de fraqueza emocional.

RESUMO

Os moluscos de água doce constituem um importante grupo aquático dentro do Reino Animalia. O estudo da diversidade, distribuição e ecologia destes invertebrados, pode promover o conhecimento sobre a biologia e as relações ecológicas destes organismos, destacando seu ciclo evolutivo de organismos, como helmintos, por exemplo, que causam doenças parasitárias. O objetivo deste trabalho foi fazer uma descrição da malacofauna e seus habitats, com base em parâmetros taxonômicos, aspectos parasitológicos, caracterizações geoambientais em lagoas no estado do Piauí. O estudo foi realizado em três lagoas urbanas do Complexo Parque Lagoas do Norte, localizado no município de Teresina (PI) e na lagoa urbana do Parque Ambiental Lagoa do Bebedouro, no município de Parnaíba (PI). Foram 08 períodos de coletas, com duração média de dois dias, variando o número de pontos visitados, nas estações chuvosas e secas no intervalo de janeiro de 2022 a dezembro de 2023. Nos locais, foram demarcados 25 pontos, sendo 16 de Teresina e 09 de Parnaíba. Os moluscos coletados foram submetidos a identificação morfológica e biomolecular. Foram coletados 1.285, pertencentes aos seguintes gêneros: *Biomphalaria* spp. (48,3%), *Drepanotrema* sp. (5,4%), *Helisoma* sp. (3,5%), *Melanoides* sp. (28,4%), *Pomacea* sp. (12,2%), *Physa* sp. (1,4%), *Anodontites* sp. (0,5%) e *Omalonyx* sp. (0,07%). As análises moleculares permitiram a identificação da ocorrência de *Biomphalaria straminea* e *B. glabrata*, transmissoras do trematódeo *Schistosoma mansoni*, que causa a esquistossomose mansoni; e *B. kuhniana*, hospedeira potencial. Não foram encontrados caramujos infectados por *S. mansoni*. A avaliação rápida de habitats constatou uma maior presença de ambientes impactados, por ação antrópica (44%), com a maioria apresentando moluscos do gênero *Biomphalaria* nestas áreas. Entretanto, em 80% dos criadouros, foram encontrados grupos de coliformes totais e termotolerantes, dentre elas a *E. coli*. Os estudos das variáveis ambientais em relação a malacofauna, destacou que algumas lagoas têm similaridades entre si, mesmo sendo de localidades diferentes. As variáveis localidade, ocupação das margens, odor da água e temperatura, possui efeitos maiores para a explicação de moluscos nos criadouros. Entretanto, as *Biomphalaria* spp. estariam mais associadas as variáveis localidade, tipo de fundo, odor da água e impactos humanos. A confecção de mapas permitiu identificar a distribuição e agrupamento dos moluscos límnicos nos locais pesquisados, conseqüentemente, determinar as possíveis áreas de risco para doenças parasitárias de veiculação hídrica associadas a estes organismos, como por exemplo esquistossomose mansoni. A atenção epidemiológica e a intervenção com medidas de controle e educação ambiental nas localidades devem ser priorizadas, devido ao maior risco de infecção. Este trabalho pode incentivar a criação de protocolos de vigilância ambiental mais eficazes, adequado ao perfil epidemiológico de cada área endêmica.

Palavras-chave: Gastrópodes, esquistossomose, saúde pública, saúde ambiental, risco epidemiológico.

ABSTRACT

Freshwater mollusks constitute an important aquatic group within the Animalia Kingdom. The study of the diversity, distribution and ecology of these invertebrates can promote knowledge about the biology and ecological relationships of these organisms, highlighting their evolutionary cycle of organisms such as helminths, for example, which cause parasitic diseases. The objective of this work was to describe the malacofauna and their habitats, based on taxonomic parameters, parasitological aspects, and geoenvironmental characterizations in lagoons in the state of Piauí. The study was carried out in three urban lagoons of the Complexo Parque Lagoas do Norte, located in the municipality of Teresina (PI) and in the urban lagoon of the Parque Ambiental Lagoa do Bebedouro, in the municipality of Parnaíba (PI). There were 8 collection periods, with an average duration of two days, varying the number of points visited, in the rainy and dry seasons from January 2022 to December 2023. In the locations, 25 points were demarcated, 16 in Teresina and 9 in Parnaíba. The collected mollusks were subjected to morphological and biomolecular identification. A total of 1,285 mollusks were collected, belonging to the following genera: *Biomphalaria* spp. (48.3%), *Drepanotrema* sp. (5.4%), *Helisoma* sp. (3.5%), *Melanoides* sp. (28.4%), *Pomacea* sp. (12.2%), *Physa* sp. (1.4%), *Anodontites* sp. (0.5%) and *Omalonyx* sp. (0.07%). Molecular analyses allowed the identification of the occurrence of *Biomphalaria straminea* and *B. glabrata*, transmitters of the trematode *Schistosoma mansoni*, which causes schistosomiasis mansoni; and *B. kuhniana*, a potential host. No snails infected by *S. mansoni* were found. The rapid assessment of habitats found a greater presence of environments impacted by human action (44%), with the majority presenting mollusks of the genus *Biomphalaria* in these areas. However, in 80% of the breeding sites, groups of total and thermotolerant coliforms were found, including *E. coli*. The studies of environmental variables in relation to malacofauna highlighted that some lakes have similarities among themselves, even though they are in different locations. The variables location, occupation of the banks, odor of the water and temperature have greater effects in explaining mollusks in the breeding sites. However, *Biomphalaria* spp. would be more associated with the variables location, type of bottom, water odor and human impacts. The creation of maps allowed the identification of the distribution and grouping of limnic mollusks in the surveyed locations, consequently determining the possible risk areas for waterborne parasitic diseases associated with these organisms, such as schistosomiasis mansoni. Epidemiological attention and intervention with control measures and environmental education in the locations should be prioritized, due to the greater risk of infection. This work can encourage the creation of more effective environmental surveillance protocols, adapted to the epidemiological profile of each endemic area.

Keywords: Gastropods, schistosomiasis, public health, environmental health, epidemiological risk.

LISTA DE FIGURA

Figura 01. Ciclo da Esquistossomose mansoni.....	17
Figura 02. Morfologia da concha de <i>B. glabrata</i>	18
Figura 03. Morfologia da concha de <i>B. straminea</i>	18
Figura 04. Distribuição da <i>B. glabrata</i> nos estados brasileiros.....	20
Figura 05. Distribuição da <i>B. glabrata</i> na região Nordeste.....	21
Figura 06. Distribuição da <i>B. straminea</i> na região Nordeste.....	21
Figura 07. Distribuição da <i>B. tenagophila</i> nos estados brasileiros.....	22
Figura 08. Distribuição da <i>B. tenagophila</i> na região Nordeste.....	22
Figura 09. Localidades onde foram realizadas as coletas.....	28
Figura 10. Vista aérea do Complexo Parque Lagoas do Norte.....	29
Figura 11. Vista aérea do Parque Ambiental Lagoa do Bebedouro.....	29
Figura 12. Etapas da técnica de “conchadas” nas margens dos locais de coleta.....	31
Figura 13. Distribuição dos pontos de coleta nas localidades.....	31
Figura 14. Representantes da malacofauna límnic capturados nos cursos d’água dos municípios de Teresina e Parnaíba.....	37
Figura 15. Distribuição das variáveis no mapa de fatores MCA nas dimensões 1×2, para os moluscos e pH da água na ausência de temperatura.....	43
Figura 16. Distribuição das variáveis no mapa de fatores MCA nas dimensões 1×2, considerando os moluscos e temperatura da água na ausência de pH.....	44
Figura 17. Distribuição das variáveis no mapa de fatores MCA nas dimensões 1×2.....	47
Figura 18. Distribuição das variáveis no mapa de fatores MCA nas dimensões 1×3.....	48
Figura 19. Distribuição das variáveis no mapa de fatores MCA nas dimensões 2×3.....	49
Figura 20. Distribuição dos pontos amostrados nas localidades	53
Figura 21. Mapa de calor da distribuição de moluscos a partir do Buffer.....	54

Figura 22. Mapa de Kernel para a distribuição de moluscos com raio de 500m.....	55
Figura 23. Panorama da ocupação das margens, tipo residencial ou comercial.....	56
Figura 24. Vista da ocupação das margens tipo vegetação.....	56
Figura 25. Aberturas de esgoto nas localidades do município de Teresina.....	56
Figura 26. Atividades humanas recreativas observadas próximo aos habitats aquáticos.....	57
Figura 27. Atividades humanas de pesca observadas próximo aos habitats aquáticos.....	57
Figura 28. Animais as margens das lagoas.....	57

LISTA DE TABELA

Tabela 1. Planejamento das coletas realizadas nos municípios de Teresina e Parnaíba (PI).....	29
Tabela 2. Identificação das espécies do gênero <i>Biomphalaria</i> sp. por morfologia e PCR-RFLP.....	39
Tabela 3. Resultado de pH e temperatura da água dos pontos coletados.....	41
Tabela 4. Contribuição e identificação das variáveis que explicam a variabilidade do conjunto de dados, em relação ao pH da água.....	42
Tabela 5. Em relação a temperatura da água. Associação entre as variáveis nas dimensões 1x2.....	45
Tabela 06. Distribuição das variáveis no mapa de fatores MCA nas dimensões 1x2, 1x3 e 2x3.....	50
Tabela 07. Resultados da regressão logística e razão de chances para cada dimensão.....	51

LISTA DE GRÁFICO

Gráfico 1. Frequência de moluscos coletados nos pontos demarcados durante os períodos chuvosos.....	38
Gráfico 2. Frequência de moluscos coletados nos pontos demarcados durante os períodos secos.....	38
Gráfico 3. Aplicação do protocolo de avaliação rápida de habitats nos trechos pesquisados....	40

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	10
2 JUSTIFICATIVA.....	12
3 OBJETIVO GERAL.....	14
3.1 Objetivos específicos.....	14
4 REVISÃO DE LITERATURA.....	15
4.1 Classe Gastropoda.....	15
4.2 Descrição do gênero <i>Biomphalaria</i> sp.....	16
4.3 Caracterização dos habitats dos caramujos do gênero <i>Biomphalaria</i> sp.....	18
4.4 Distribuição do gênero <i>Biomphalaria</i> sp. no Brasil.....	20
4.5 Geoprocessamento em caramujos do gênero <i>Biomphalaria</i> sp.....	23
4.6 Moluscos e mudanças climáticas.....	24
4.7 Espécies de moluscos invasores e impactos ambientais.....	25
5 METODOLOGIA.....	28
5.1 Locais e pontos de coleta.....	28
5.2 Coleta dos moluscos.....	30
5.3 Identificação taxonômica das espécies de moluscos.....	32
5.4 Descrição dos aspectos ambientais dos criadouros.....	33
5.5 Caracterização da água dos criadouros.....	33
5.5.1 Análise físico-química da água.....	33
5.5.2 Estudo microbiológico da água dos criadouros.....	33
5.6 Geoprocessamento dos locais de coleta.....	35
5.7 Análises estatísticas.....	35
5.8 Aspectos bioéticos e legislativos.....	36
6 RESULTADOS.....	37
6.1 Levantamento malacológico.....	37
6.2 Caracterização ambiental dos habitats aquáticos.....	39
6.2.1 Em relação ao registro de pH e temperatura.....	41
6.2.2 Em relação ao substrato.....	51
6.3 Análise microbiológica de bactérias.....	51
6.4 Análise Geoespacial.....	53
6.4.1 Análise de Kernel e Buffer.....	53

6.5 Atividades antrópicas e de animais locais ou migratórios.....	55
7 DISCUSSÃO.....	58
8 CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	64
9 REFERÊNCIAS.....	65
10 APÊNDICE.....	79
10.1 Protocolo de avaliação rápida de habitats adaptado de Lobo et al., (2011), Callisto et al., (2002) e adequações dos parâmetros proposto por EPA (1987).....	79
10.2 Coordenadas geográficas dos pontos.....	80
11 ANEXO.....	81
11.1 Autorização para coleta de material biológico – SISBIO.....	81
11.2 Laudos das análises de PRC-RFLP em <i>Biomphalaria spp.</i>.....	82

1 INTRODUÇÃO

Os moluscos de água doce constituem um importante grupo aquático dentro do Reino Animalia (FRANSOZO, NEGREIRO-FRANSOZO, 2016; VAUGHN, 2018), totalizando mais de 5000 espécies para este grupo mundo, sendo provavelmente um número subestimado (ROSEMBERG, 2014). No Brasil, os registros podem ser mais imprecisos, tendo como estimativa 373 espécies nativas (SIMONE, 2006). Com uma estimativa de aproximadamente 117 espécies de bivalves (PEREIRA et al., 2014) e 256 espécies de gastrópodes, incluindo cinco espécies de bivalves e quatro espécies de gastrópodes consideradas exóticas (SANTOS et al., 2012).

O estudo da diversidade, distribuição e ecologia destes invertebrados, destaca-se primeiramente por sua relevância ambiental uma vez que ambientes límnicos são propícios a invasões por espécies exóticas, pois a dispersão destas é grandemente facilitada pelo fluxo de água e por aves aquáticas, além de várias espécies desse grande grupo, poder atuar como hospedeiros intermediários de trematódeos de importância médico-veterinária (AZEVEDO et al., 2014; FRANÇA, SURIANI e ROCHA, 2007). Entre as doenças provocadas por esses trematódeos encontra-se a esquistossomose, doença parasitária descrita em 74 países situados nos continentes americano, asiático e africano, infectando mais de 230 milhões de pessoas e mais de 25 milhões vivendo em áreas de risco (COLLEY et al., 2014). No Brasil, caramujos do gênero *Biomphalaria* são principais hospedeiros de helmintos trematódeos da espécie *Schistosoma mansoni*, Sambon, 1907 (agente etiológico da esquistossomose mansoni), considerando que 2,5 milhões de pessoas estejam infectadas por este parasita (KATZ, 2018). Mesmo após mais de um século desde os primeiros relatos do parasito no país, a esquistossomose continua entre as doenças parasitárias negligenciadas. Esta é uma enfermidade crônica e debilitante, com significativas morbidade e mortalidade, sendo considerada um sério problema de saúde pública (KATZ, 2018).

Contudo, em muitos ecossistemas, os moluscos possuem sua importância como fontes de alimento (MALTCHIK et al., 2010) e contribuem para a reciclagem de nutrientes (FEREIRA et al., 2001). Como tal, os caramujos de água doce são considerados excelentes bioindicadores da qualidade ambiental, apresentam abundância suficiente e têm a capacidade de se adaptar a diferentes ambientes (QUEIROZ, TRIVINHO-STRIXINO e NASCIMENTO, 2000).

Apesar da grande diversidade e importância desses organismos, sua distribuição e seus habitats não são totalmente conhecidos na maioria das áreas do globo. Assim, a realização de inventários de gastrópodes límnicos e a caracterização de seus habitats são de suma importância para promover o conhecimento sobre a diversidade, biologia, distribuição e dispersão, e sobre as relações ecológicas entre populações e comunidades (LYDEARD et al., 2004; AMARAL et al., 2008; DOS SANTOS et al., 2012; MIYAHIRA et al., 2012; METZGER e CASATTI, 2006). Nesse contexto, os levantamentos também podem ampliar o conhecimento sobre espécies de importância médica e veterinária, assim como espécies nativas.

2 JUSTIFICATIVA

O Brasil é um país plural, de dimensões continentais, formado por várias regiões e microrregiões que diferem muito entre si sob diversos aspectos. Assim, deve-se pensar em ações que garantam uma melhor qualidade de vida e possam ser eficazes dentro de cada uma das realidades locais.

Entretanto, não podemos deixar de nos preocuparmos com o crescimento dos grandes centros urbanos, pois suas atividades econômicas e sociais, despontam questões relativas ao impacto que pode ser gerado devido à falta por exemplo, de coleta de dejetos de esgoto de forma adequada, podendo ser um fator contribuinte na transmissão de doenças de veiculação hídrica. Sabe-se a título de exemplo, que caramujos do gênero *Biomphalaria* possuem uma capacidade de adaptação e resistência muito grande, podendo habitar em vários ambientes hídricos, desde rios, lagoas até pequenas valas e pequenas poças.

O Piauí, sendo um estado nordestino com o registro da presença de moluscos do gênero *Biomphalaria* (principalmente as espécies *Biomphalaria glabrata* e *B. straminea*, transmissora *S. mansoni*), tem fortes probabilidades que se estabeleçam criadouros permanentes, podendo se espalhar em outras em outras regiões piauienses, pois sua localização converge como área de transição, devido ao forte fluxo de pessoas de outros estados. Processos migratórios entre as cidades; a falta de infraestrutura sanitária e a não sustentabilidade e ineficiência dos serviços de vigilância epidemiológica dessas cidades podem contribuir para o aumento da transmissão da esquistossomose (BRASIL, 2009). Estes fatores poderiam também estar associados, potencializando os determinantes e condicionantes para a manutenção da dinâmica de transmissão desta parasitose já existente na região sul do estado: pessoas infectadas; caramujos transmissores da doença; coleções hídricas propícias para a vida dos moluscos e os hábitos da população que levam ao contato com águas naturais – atividades domésticas (lavagem de roupas e louças), lazer e atividades produtivas ligadas à irrigação (ROLLEMBERG et al., 2015). Desta forma, áreas atualmente livres dessa endemia, tornar-se-iam potencialmente endêmicas em função das modificações ambientais e socioeconômicas. Sendo real, o agravamento dessa situação levaria ao risco de introdução e disseminação de *B. glabrata*, principalmente, devido a sua alta capacidade para povoar valas, córregos, lagoas, açudes e canais (BRASIL, 2018); além do seu amplo limite de tolerância a fatores físico-químicos da água que permitem sua sobrevivência mesmo em locais com baixa qualidade da água.

A adoção de medidas de controle, particularmente em locais de céu aberto, é fundamental devido ao poder de proliferação desses vetores em pontos onde pode ter acúmulo de água. Tornando-se imprescindível uma articulação dos órgãos de saúde, em suas diversas instâncias, com outros setores relacionados ao uso e à gestão dos recursos hídricos, visando o estabelecimento de ações no sentido de minimizar esses riscos de aumento na transmissão da esquistossomose. O fortalecimento do arcabouço institucional torna-se um fator preponderante para a execução de tais práticas, frente ao enfraquecimento das estruturas municipais de saúde após o processo de descentralização. Ressalta-se ainda a importância de se estimular a participação das diversas instâncias da sociedade, em especial da população, e a integração deste com outros setores-chave como os relacionados aos recursos hídricos e às Secretarias de Educação em todas as esferas do governo. Atualização de pesquisas em qualquer segmento do ciclo da doença propicia um artifício essencial para auxiliar na articulação destas ações, podendo contribuir para um direcionamento adequado dos recursos financeiros no desenvolvimento dos programas de prevenção e controle.

A educação em saúde deve preceder e acompanhar todas as atividades de controle e ser baseada em estudos dos comportamentos da população em risco. A orientação, quanto à maneira pelas quais se previne as doenças transmissíveis, é fator indispensável para sucesso de qualquer campanha profilática. Realizada pelos agentes de saúde e profissionais das unidades básicas, tem o público-alvo a população em geral, pelo menos aquela que corre risco de se infectar. Para tanto, se utiliza técnicas pedagógicas e os meios de comunicação em massa (ROLLEMBERG et al., 2015). Estas, podem promover atitudes e práticas que modificam as condições favorecedoras e mantenedoras do ciclo de transmissão.

Sendo assim, o levantamento das espécies de caramujos e seu mapeamento são fundamentais para o monitoramento malacológico, atualizando o banco de dados das espécies existentes. Os fatores aqui propostos contribuirão para a vigilância epidemiológica da transmissão de doenças parasitárias de veiculação hídrica, frente às mudanças antrópicas nas localidades, gerando informações úteis para o planejamento dos serviços de saúde quanto às medidas preventivas e os modelos de intervenção a serem adotados para o efetivo controle de doenças parasitárias relacionadas a reservatórios límnicos. As áreas de reservatórios onde há locais para lazer, como o banho e a pesca, por exemplo, atraem não somente a população local como também turistas que podem favorecer o contato das pessoas com moluscos infectados por helmintos trematódeos parasitas.

3 OBJETIVO GERAL

Obter um panorama da malacofauna límnic e seus habitats em lagoas de Teresina e Parnaíba, PI, com base em aspectos parasitológicos, caracterizações ambientais e georreferenciais.

3.1 Objetivos específicos

1. Realizar um inquérito malacológico nos municípios de Teresina e Parnaíba;
2. Analisar as condições ambientais dos habitats aquáticos;
3. Fazer uma análise geoespacial dos pontos de coleta demarcados;
4. Identificar a manutenção dos fatores ambientais que influenciam na identificação dos criadouros e nas espécies encontradas;
5. Avaliação da microbiota e análises físico-química nas amostras de água coletadas dos pontos demarcados;
6. Elaborar mapas com a distribuição dos moluscos transmissores de parasitos de interesse médico-veterinário.

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 Classe Gastropoda

Os gastrópodes possuem uma concha geralmente helicoidal, aderida a massa visceral; onde se encontra os órgãos vitais responsáveis pelas principais atividades fisiológicas. São moluscos geralmente sem opérculo, sem brânquias e com a abertura da cavidade do manto modificada para respiração, de modo a formar uma espécie de aparelho respiratório (saco pulmonar). Em Basommatophora, as estruturas da visão são formadas por olhos na base do único par de tentáculos não invagináveis. Uma das principais características reprodutivas é a condição hermafroditas na maioria das espécies (BRASIL, 2008; FERNANDEZ et al., 2012; SANTOS et al., 2012a).

Tradicionalmente, a classe Gastropoda, dentro da classificação da sistemática filogenética, possuem três divisões de acordo com modificações da cavidade do manto em três: Prosobranchia, Pulmonata e Opisthobranchia (FERNANDEZ et al., 2012). Os moluscos de água doce possuem representantes nas duas primeiras subclasses.

A principal característica da subclasse Prosobranchia é a presença de estruturas denominadas de cavidade palial e brânquias, sendo localizadas na porção anterior da massa visceral, acima da cabeça do gastrópode. Dentre as famílias que formam este grupo, podemos destacar: Ampullariidae, considerados os maiores gastrópodes de água doce, possuem concha globosa, a respiração é branquial e também pulmonar e são caracterizados por serem muito resistentes à dessecação; Thiaridae, representada pelos gastrópodes de concha turriculada, estes caramujos vivem normalmente em ambientes ricos em oxigênio; e Hydrobiidae, a qual destacam-se por possuir concha geralmente muito pequenas e de formatos variados, que vai desde de pequena oval-cônica até turriculada (BRASIL, 2008a; OHLWEILER et al., 2010).

A subclasse Pulmonata difere das demais, por possuir a cavidade palial na posição anterior, sem a presença de brânquias (FERNANDEZ et al., 2012). Dentre as ordens classificadas, destaca-se a Basommatophora, na qual relacionamos as seguintes famílias: Ancyliidae, possuindo concha cônica, sem enrolamento; Chiliniidae, com concha enrolada em espiral, dextrogira e dentes na parede columelar da abertura; Lymnaeidae, apresentando como principal característica a concha enrolada em espiral, dextrogira e ausência de dentes na parede columelar da abertura; Planorbidae onde os táxons possuem concha em forma de enrolamento planispiral, fisóide ou helicoidal, com o giro do corpo permitindo aberturas genitais e anal no

lado esquerdo do corpo e uma estrutura chamada pseudobrânquia; e Physidae, estes caramujos destacam-se por possuir com concha em enrolamento espiral, sinistrógira, frágil, translúcida e amarelada, com a volta do corpo maior que a espira (BRASIL, 2008b; OHLWEILER et al., 2010). Estudos filogenéticos e ambientais sugerem que as famílias deste grupo são consideradas nativas para o Brasil (SANTOS et al., 2016).

4.2 Descrição do gênero *Biomphalaria* sp.

O gênero *Biomphalaria* sp., na classificação taxonômica, pertence ao Filo Mollusca, Classe Gastropoda, Subclasse Pulmonata, Ordem Basommatophora, Família Planorbidae. Estes moluscos são das regiões tropicais e subtropicais do globo terrestre (DEJONG et al., 2001) e encontram-se amplamente distribuídos na África, América do Sul, Caribe, Oriente Médio, América Central e sul dos Estados Unidos; com 38 espécies descritas (COLLADO et al., 2011), sendo registradas doze espécies em território brasileiro (CARVALHO et al., 2018). Contudo, somente três possuem importância epidemiológica, por participarem do ciclo de transmissão da esquistossomose (Figura 1): *B. glabrata* (SAY, 1818), *B. straminea* (DUNKER, 1848) e *B. tenagophila* (d'ORBIGNY, 1835) (CARVALHO, COELHO e LENZI, 2008; PARAENSE, 1975; REY, 2013). Dentre estas, *B. glabrata* (Figura 2) é a principal espécie infectada pelo *S. mansoni* e *B. straminea* (Figura 3) é a que apresenta maior adaptação às variações climáticas, sendo encontrada em quase todas as bacias hidrográficas do Brasil, contudo, é entre estas três espécies a que apresenta maior resistência parcial à infecção por *S. mansoni* e é suscetível a várias outras espécies de trematódeos (BARBOSA et al., 1992; CARVALHO, COELHO e LENZI, 2008; LAMBERTUCCI et al., 1987; PINTO e MELO, 2013).

São encontrados em diferentes habitats; charcos, corpos d'água parados ou com baixa correnteza e de pequena profundidade, com temperatura entre 20° e 26°C, pH entre 7,0 e 8,0 e salinidade máxima de 6000 ppm. Em ambientes hídricos que não apresentem estas condições, os habitats podem ser tornar inviáveis para maioria das espécies de moluscos (OMS, 1994). Vários fatores influenciam a distribuição e abundância populacional dos caramujos como os fatores bióticos e abióticos do ambiente, fatores comportamentais, genéticos, reprodutivos e interações com outras espécies (BARBOSA, 1995). Sua dinâmica populacional depende de determinadas condições geográficas tais como relevo, composição do solo, hidrogeografia e o regime de chuva (FREITAS, 1978).



Figura 1. Ciclo do *Schistosoma mansoni*. Fonte: Adaptado por CARVALHO, (2020).

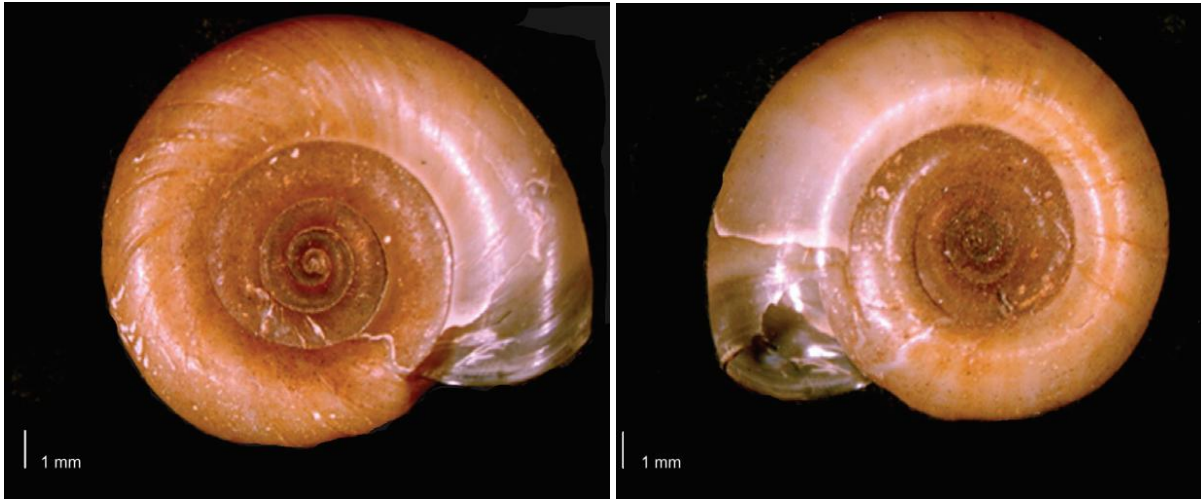


Figura 2. Morfologia da concha de *B. glabrata* (Fonte: CARVALHO et al., 2014).



Figura 3. Morfologia da concha de *B. straminea* (Fonte: CARVALHO et al., 2014).

4.3 Caracterização dos habitats dos caramujos do gênero *Biomphalaria* sp.

Vários estudos sobre a distribuição e densidade populacional de caramujos transmissores de esquistossomose têm sido realizados através da avaliação dos tipos e concentrações de vários constituintes orgânicos e inorgânicos dissolvidos presentes na água.

Olazarri (1981) acredita que a presença e o aumento das populações de *Biomphalaria* em um ambiente, depende das características físicas e químicas, além da influência do clima e da fauna existente. Lanzer e Schâfer (1988) enfatizam a importância do cálcio e do pH da água como possíveis agentes limitantes da distribuição de moluscos em ambientes aquáticos. Para Økland (1983), os parâmetros ambientais de maior importância para a ocorrência de moluscos

gastrópodes em corpos d'águas são a dureza total (o conteúdo de cálcio) da água, a presença de macrófitas aquáticas, o pH e o tipo de substrato.

Segundo Paraense (1981; 1983), os planorbíneos transmissores da esquistossomose no Brasil podem ser encontrados em grande variedade de coleções de água doce, parada ou pouco corrente, tais como lagoas, lagos, poças, cisternas, pântanos, banhados, remansos de rios, riachos, canais de irrigação e de drenagem, plantações de agrião e de arroz em quaisquer áreas natural ou artificialmente alagadas.

Vivem de preferência em águas rasas, tendo como substrato o leito lodoso ou rochoso e a vegetação enraizada ou flutuante mais próxima das margens. São também capazes de deslizar, em posição invertida, contra a película superficial de uma coleção de água tranquila. Não formam populações em águas correntes com velocidade superior a 30cm por segundo e em locais arenosos desprovidas de vegetação e sujeitas à ação constantes de ondas. Na maioria dos habitats favoráveis à sua colonização, observam-se certos traços comuns, como riqueza de microflora e matéria orgânica, pouca turbidez, boa insolação, pH entre cerca de 6 a 8, teor de NaCl abaixo de 3% e temperatura média entre 20 e 25°C (SILVA e BARBOSA, 2006).

Grisolia e Freitas (1985), ao realizarem um estudo na Represa do Horto Municipal de Belo Horizonte (MG), constataram que, dentre as características físicas, químicas e climatológicas consideradas importantes condicionadores de habitat de moluscos de água doce, destacam-se a temperatura, chuvas, salinidade, disponibilidade de sais dissolvidos, pH, nutrientes e poluição.

Alguns autores ressaltam a importância dos fatores químicos e encontram relação entre a presença de caramujos e a qualidade das águas (SILVA e BARBOSA, 2006). Entretanto, talvez os parâmetros mais focalizados não determinem, isoladamente, as melhores condições de habitat dos caramujos, mas um conjunto de fatores podem indicar as melhores condições tróficas, responsáveis pela manutenção de um substrato de perifíton e detritos orgânicos suficientes para manter populações de caramujos bem estabelecidas.

Outra característica bastante conhecida dos gastrópodes é a estivação (MILWARD DE ANDRADE, 1981), uma adaptação de sobrevivência bastante comum, inclusive em pulmonados, quando estão diante de condições desfavoráveis, que consiste na diminuição de atividade durante uma época desfavorável seca ou quente (TELES e MARQUES, 1989).

Barbosa e Dobbin Junior (1952a; b) demonstraram, em laboratório, que *Australorbis glabratus* (atualmente classificado como *B. glabrata*) sobrevive em quase completa dessecação por um período acima de cinco meses. Estas observações são muito importantes, uma vez que uma das medidas profiláticas utilizadas no controle de caramujos hospedeiros de *S. mansoni*, constantemente recomendada, é o esvaziamento de criadouros (TELES e MARQUES, 1989).

4.4 Distribuição do gênero *Biomphalaria* sp. no Brasil

No Brasil já foram identificadas dez espécies e uma subespécie do gênero *Biomphalaria*. Contudo, as principais espécies de importância médica-veterinária possuem uma variação na sua distribuição no território brasileiro. A espécie *B. glabrata* tem presença notificada em 16 estados brasileiros e Distrito Federal (Figura 4), incluindo o estado do Piauí, com registro somente no município de Parnaíba (CARVALHO, 2020) (Figura 5). Já *B. straminea*, possui uma distribuição mais abrangente no Brasil (Figura 6), sendo registrada em mais de 1.280 municípios distribuídos por 25 estados brasileiros (CARVALHO, 2020a). E por fim, *B. tenagophila* tem presença mais acentuada nos estados das regiões Sudeste (figura 7), Sul e parte sul do Nordeste (Figura 8), sendo notificada em 10 estados brasileiros e no Distrito Federal (CARVALHO, 2020b).

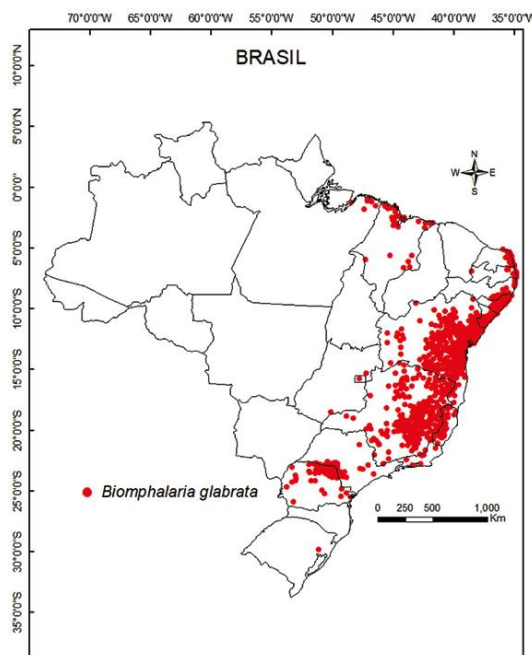


Figura 4. Distribuição da *B. glabrata* nos estados brasileiros. Fonte: CARVALHO, (2020).



Figura 5. Distribuição da *B. glabrata* no estado do Piauí. Fonte: CARVALHO, (2020).

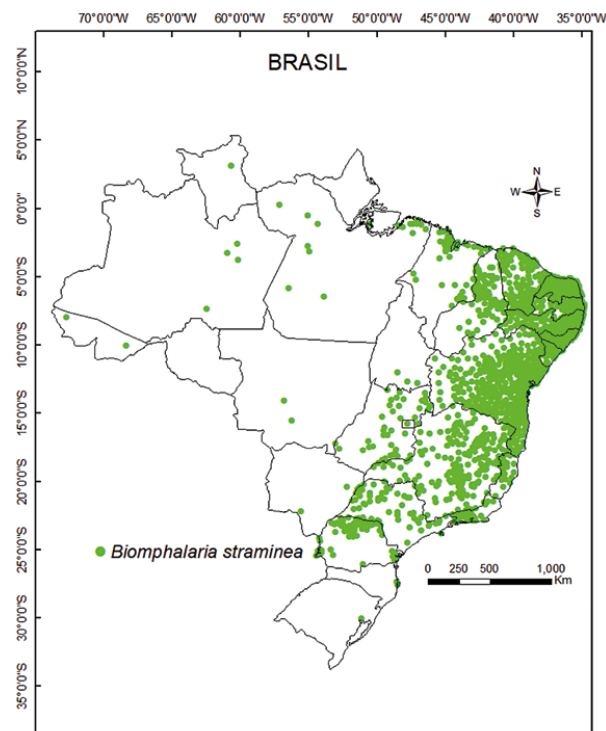


Figura 6. Distribuição da *B. straminea* no Brasil. Fonte: CARVALHO, (2020a).

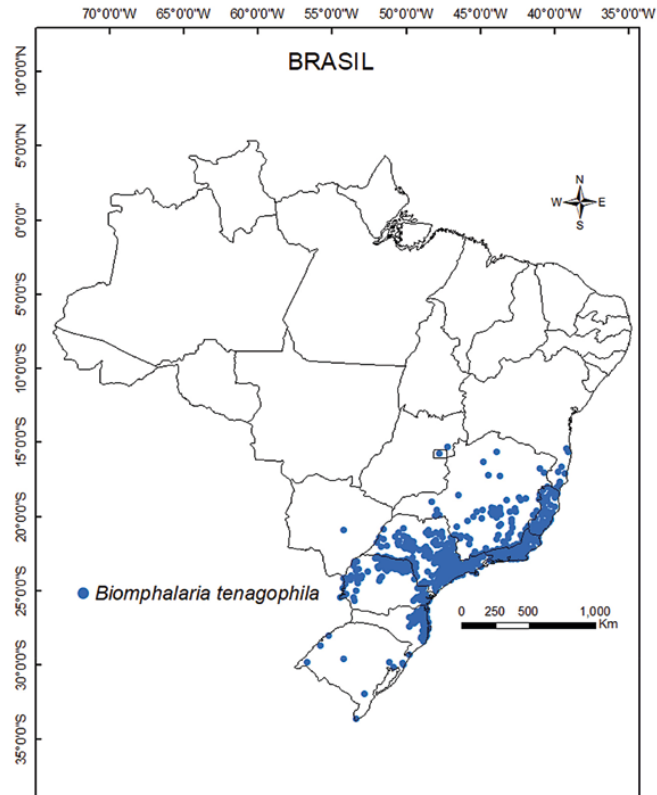


Figura 7. Distribuição da *B. tenagophila* nos estados brasileiros. Fonte: CARVALHO, (2020b).

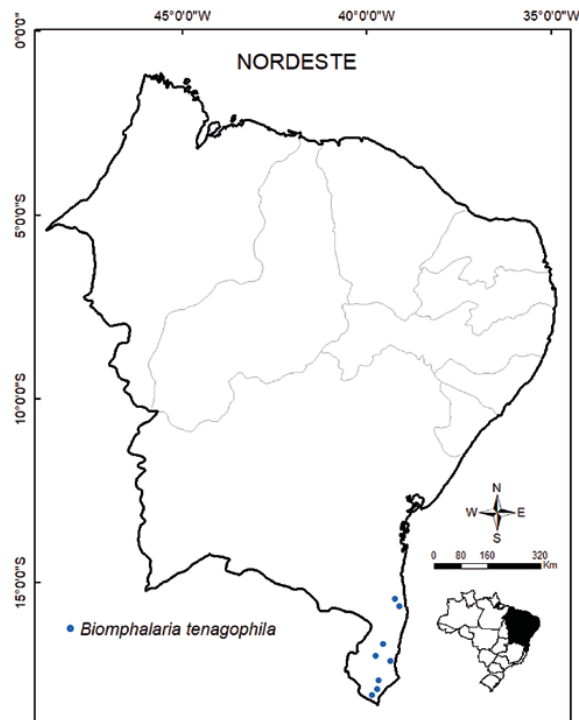


Figura 8. Distribuição da *B. tenagophila* na região Nordeste. Fonte: CARVALHO, (2020b).

Com efeito, apesar de a espécie *B. straminea* apresentar uma baixa taxa de infecção por *S. mansoni*, ela é capaz de manter altos índices de infecção na população humana, visto que é comum encontrar moluscos com uma taxa de infecção menor do que 0,5%, após o exame de amostras superior a cinco mil exemplares provenientes de locais onde a taxa de infecção humana está em torno de 60% (PARAENSE, 1986).

4.5 Geoprocessamento em caramujos do gênero *Biomphalaria* sp.

Os procedimentos em geoprocessamento ou geotecnologias podem ser definidos como um conjunto de técnicas computacionais de coleta, tratamento, manipulação e exibição de informações referenciadas geograficamente, funcionando como uma ferramenta de visualização dos eventos, por exemplo na epidemiologia, na confecção de mapas, para auxiliar no planejamento, monitoramento e avaliação das ações, direcionando as intervenções para diminuir as iniquidades (BARCELLOS; RAMALHO, 2002; CHIESA et al., 2002). Dentre as principais geotecnologias empregadas na área da saúde, destacam-se: a Cartografia Digital, o *Global Positioning System* (GPS) e o Sistema de Informações Geográficas (SIG) (CARVALHO; PINA; SANTOS, 2000). Resumidamente, pode-se descrever a Cartografia Digital como sendo uma técnica para a produção de mapas através de sistemas computacionais e o GPS são sinais de rádio contínuo

Na área de saúde, os estudos em geoprocessamento vêm sendo utilizados como ferramentas que auxiliam nas ações de controle de várias doenças parasitárias, como por exemplo a esquistossomose, a qual possibilita a elaboração de possíveis quadros de expansão ou redução da distribuição geográfica de caramujos vetores em função das mudanças climáticas (STENSGAARD et al, 2019). O reconhecimento geográfico dos criadouros destes moluscos é bastante útil ao controle e vigilância epidemiológica, na medida em que permite o planejamento adequado das atividades previstas nos programas de controle da esquistossomose mansoni (TELES, 1996).

No Brasil, as análises geoespaciais utilizam os Sistemas de Informação Geográfica (SIGs) em estudos da distribuição de *Biomphalaria* sp., principalmente em áreas de alta endemicidade como estados da Bahia (CARDIM et al., 2011), Pernambuco (GOMES et al., 2018), Minas Gerais (FONSECA et al., 2014) e Sergipe (SANTOS et al., 2016).

Os SIGs podem utilizar como fonte de dados variáveis climáticas como, por exemplo, temperatura, além de dados de distribuição de *Biomphalaria* registrados na literatura, possibilitando, o uso de um modelo estatístico, que possa formular e testar hipóteses explicativas para a distribuição dos hospedeiros intermediários da esquistossomose no Brasil baseados nas diferenças climáticas encontradas nas diversas regiões brasileiras (CARVALHO et al., 2018; GOMES et al., 2018). Marengo et al., (2014) fizeram estudos de previsão de aumento de precipitação para as próximas décadas no Brasil, em função das alterações climáticas globais, que provavelmente teriam consequências com aumento do volume de água de todas as bacias hidrográficas brasileiras. Estas alterações no regime das chuvas poderiam agravar o problema das enchentes, modificando as planícies de inundação onde vivem os caramujos. Com isso, as espécies de *Biomphalaria* sp. poderiam cruzar as áreas naturais de distribuição geográfica, que poderá ampliar as áreas de distribuição e com isso expandir para novas áreas o risco de transmissão da esquistossomose (GITHEKO et al., 2010), e assim modificar a situação de risco dessa enfermidade.

4.6 Moluscos e mudanças climáticas

Estudos de modelagem de nicho climático baseados no princípio da máxima entropia têm sido desenvolvidos utilizando espécies de moluscos como modelos biológicos (CORDELLIER e PFENNINGER, 2009; CORDELLIER et al., 2012; LINHOSS et al., 2016; SAEEDI et al., 2016), incluindo espécies que atuam como hospedeiros de parasitos (PEDERSEN et al., 2014; HABIB et al., 2016; MANYANGADZE et al., 2016; RUMI et al., 2017) e espécies invasivas (OLIVEIRA et al., 2010; VOGLER et al., 2013; PAPES et al., 2016).

Os modelos de distribuição espacial permitem reconhecer o conjunto de habitats que correspondem a áreas de maior adequabilidade para as espécies, em um dado espaço geográfico (PEARSON et al., 2010). Esses modelos também possibilitam responder a questões relacionadas aos impactos de mudanças ambientais sobre a distribuição dos organismos, em tempo futuro ou presente (PETERSON e SHAW, 2003; MESQUITA et al., 2013). De forma geral, os modelos de distribuição de espécies surgiram com a proposta de preencher lacunas do conhecimento sobre os limites geográficos de espécies de interesse, auxiliando no entendimento dos mecanismos relacionados a variáveis ambientais, que influenciam a distribuição das mesmas (GIANNINI et al., 2012).

Atualmente, estudos que mostram potenciais áreas de risco para a esquistossomose, baseados na análise da distribuição das espécies que atuam como hospedeiros intermediários são cada vez mais úteis para o poder público (ANARUMA et al., 2010; BARBOSA et al., 2016). Os estudos de modelagem podem ajudar na ampliação do conhecimento da distribuição e dos habitats das espécies em estudo. E segundo Carvalho et al. (2018), os modelos são uma tentativa de reprodução da realidade, e os processos adaptativos, mudanças nas estruturas sociais e econômicas podem trazer mudanças significativas nas projeções e que devem ser consideradas no processo de erradicação da doença.

Considerando os potenciais impactos das espécies *B. glabrata*, *B. straminea* e *B. tenagophila* sobre a saúde pública, devido ao seu papel como hospedeiros intermediários no ciclo do *S. mansoni*, agente etiológico da esquistossomose, o monitoramento e a previsão dos potenciais efeitos das mudanças climáticas globais sobre sua distribuição potencial são essenciais para possíveis intervenções visando ao manejo adequado dessas espécies.

4.7 Espécies de moluscos invasores e impactos ambientais

A introdução de espécies pode ocorrer de uma forma intencional ou acidental. No primeiro caso temos a introdução de espécies com fins alimentares, ornamentais e de controle biológico. No segundo caso se enquadram as introduções devido à água de lastro, descuidos no comércio de aquarofilistas e piscicultura. As introduções acidentais de espécies são associadas com falhas administrativas e de fiscalização (DARRIGRAN e DAMBORENEA, 2006). Lockwood et al., (2005a), definem como “vetores” das espécies exóticas o meio de transporte que elas utilizam para chegar a sua nova área de distribuição e “via” como o trajeto percorrido pelas espécies. Porém, o conhecimento sobre as vias e vetores de introdução são pouco compreendidos mesmo em locais bem estudados como as ilhas de Pacífico (COWIE e ROBINSON, 2003). Entre as espécies que são introduzidas, apenas um pequeno número se estabelece na nova área de ocorrência; muitas não sobrevivem nem ao transporte (CARLTON, 1996; DARRIGRAN e DAMBORENEA, 2006). Só para ilustrar a quantidade de espécies transportadas ao redor do globo, Carlton e Geller (1993) identificaram 367 taxas na água de lastro de 159 navios.

O comércio de aquariofilia é reconhecido como fonte de introdução intencional e acidental de diversas espécies de moluscos (COWIE e ROBINSON, 2003). Jovens recém liberados podem facilmente passar despercebidos por um aquariófilo desavisado.

Associado a outros fatores e uma boa resistência à dessecação (FACON et al., 2004), capacidade que poderia contribuir com a dispersão da espécie, pois ela poderia viajar aderida a um animal, como aves aquáticas, por um longo período. Existem registros do transporte de moluscos aderidos a aves e insetos (REES, 1965).

Kolar e Lodge (2001) identificaram quatro estágios que uma espécie deve transpor para ser considerada invasora. Transpondo só alguns destes estágios ela seria considerada apenas exótica. Os estágios são: transporte, liberação, estabelecimento e dispersão. Sakai et al (2001) propuseram um esquema com três fases; introdução, estabelecimento e dispersão, sendo que seu primeiro estágio equivale aos dois primeiros de Kolar e Lodge (2001). Outros esquemas dos processos de invasões já debatidos são o de Richardson et al., (2000), e Colautti e MacIsaac (2004). A questão do transporte já foi explanada no tópico que trata de “Vias e vetores de introdução”. O estabelecimento e posterior dispersão vão depender de características das espécies e do ambiente.

O processo de invasão se inicia com a chegada da espécie exótica em uma nova área. A sobrevivência ao transporte é a primeira etapa a ser vencida. A fase inicial da espécie no novo ambiente é o momento mais difícil para detectar as espécies exóticas (KOLAR e LODGE, 2001; PUTH e POST, 2005; DARRIGRAN e DAMBORENEA, 2006) e o menos estudado (PUTH e POST, 2005), porém, é o melhor para serem executadas estratégias de controle (SIMBERLOFF, 2003).

O estabelecimento e dispersão das espécies têm sido associados com os conceitos de invasibilidade (*invasibility*) e invasividade (*invasiveness*) (KOLAR e LODGE, 2001; MILBAU e NIJS, 2004; LOCKWOOD et al., 2005; RICHARDSON e PYSEK, 2006; DARRIGRAN e DAMBORENEA, 2006). O primeiro diz respeito à suscetibilidade do ambiente a introdução e dispersão das espécies exóticas (MARCO et al., 2002), quando uma série de características do ambiente permitiria ou não a introdução. A invasibilidade é fortemente influenciada por distúrbios e disponibilidade de recursos (ALPERT et al., 2000), porém outros fatores podem atuar (LONSDALE, 1999). Existem listas de caracteres considerados como ideais para espécies exóticas, sendo que as espécies que possuíssem estas características aumentariam seu potencial

invasivo (invasividade). Características ambientais que aumentam a probabilidade de um ambiente ser invadido aumentam a invasibilidade deste ambiente. Desta forma este ambiente estaria mais propenso ao estabelecimento de espécies exóticas. Para uma espécie ser invasora ela não precisa necessariamente possuir todas estas características, na maioria das vezes elas possuem apenas algumas destas (KOLAR e LODGE, 2001; SAKAI et al., 2001).

Durante o estabelecimento é importante considerar a pressão de propágulo (LOCKWOOD et al., 2005). Quanto maior for a pressão mais fácil para uma população se estabelecer.

O efeito das espécies invasoras sobre as espécies presentes nas comunidades invadidas já foi abordado por diversos autores (CARLTON, 1996; SAKAI et al., 2001; SHEA e CHESSON, 2002; LOCKWOOD et al., 2005). Em geral a introdução é vista como danosa para as comunidades invadidas, embora alguns autores acreditem que esta influência, em alguns casos, não seja tão grande (MACDOUGALL e TURKINGTON, 2005).

A interação das espécies introduzidas com as espécies nativas e com o ambiente leva a modificações com influência sobre as três partes. Uma espécie exótica não deveria, ao menos teoricamente, ter vantagem sobre espécies nativas, pois estas últimas evoluíram no ambiente invadido (BYERS, 2002), porém o que se observa é justamente o oposto. O grande número de espécies introduzidas demonstra que, em muitos casos, estas levam vantagens sobre as espécies nativas, podendo levar a extinção delas (BYERS, 2002).

5 METODOLOGIA

5.1 Locais e pontos de coleta

O trabalho de campo foi realizado nos municípios de Teresina-PI e Parnaíba-PI (Figura 9), sendo em Teresina nas lagoas urbanas do Complexo Parque Lagoas do Norte (Figura 10) e em Parnaíba na lagoa urbana do Parque Ambiental Lagoa do Bebedouro (Figura 11). A escolha dos municípios tem como base os índices populacionais do IBGE (2020), que apresenta estas cidades como sendo os maiores centros urbanos do Piauí e as informações apresentadas pelos dados do SINAN (2020).

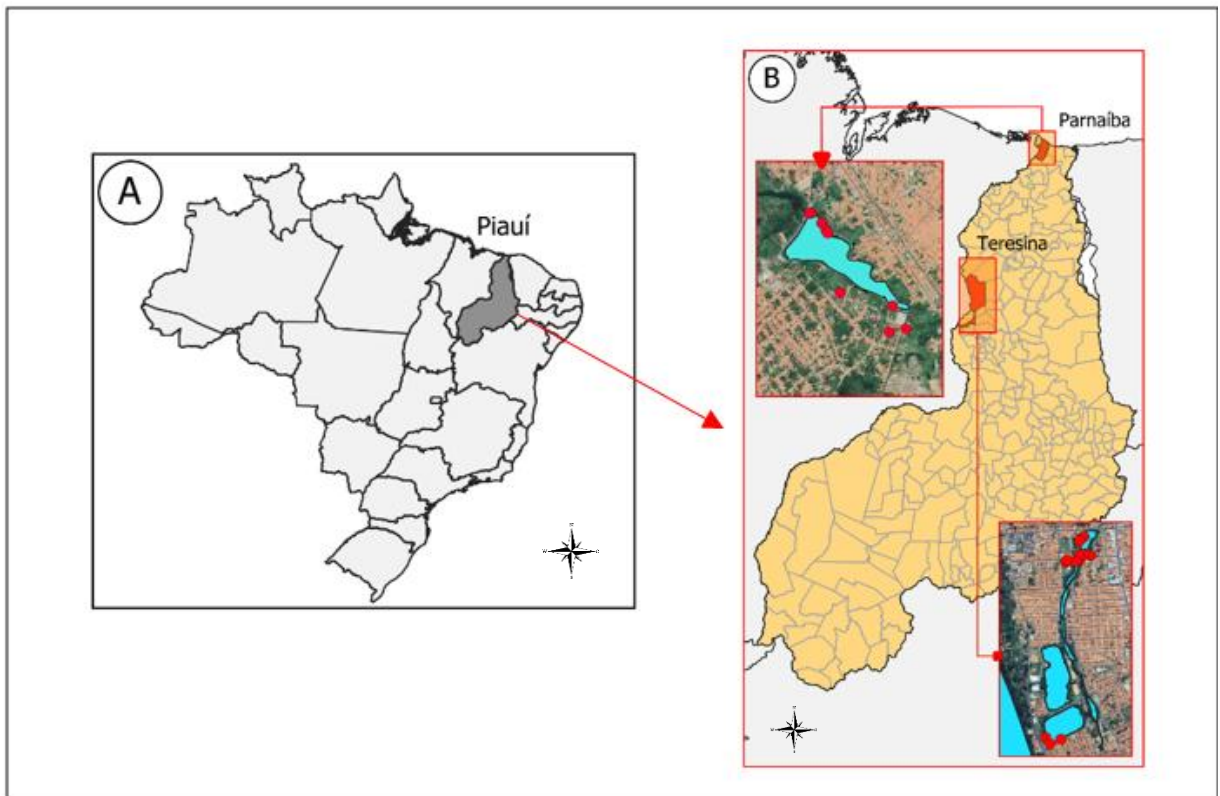


Figura 9. Localidades onde foram realizadas as coletas. Localização geográfica do estado do Piauí (A). Localização geográfica das lagoas que foram pesquisadas (B).



Figura 10. Vista aérea do Complexo Parque Lagoas do Norte. Fonte: Adaptada do youtube.



Figura 11. Vista aérea do Parque Ambiental Lagoa do Bebedouro. Fonte: Adaptada do youtube.

Durante o estudo, foram investigados 25 pontos (16 pontos no município de Teresina-PI e 9 no município de Parnaíba-PI), em períodos secos e chuvosos, de janeiro de 2022 a dezembro de 2023. Foram realizadas 08 campanhas, com duração média de dois dias, variando o número de pontos visitados por períodos (tabela 1). Os moluscos foram coletados às margens de potenciais criadouros, selecionados a partir de critérios como: utilização pela população em atividades domésticas, de pesca ou recreativas, proximidade das moradias ou áreas comerciais, e vias de acesso (ruas, espaço de lazer próximo ou rodovias).

Tabela 1 - Planejamento das coletas realizadas nos municípios de Teresina e Parnaíba (PI).

Períodos de coletas	Datas das coletas	Número de pontos investigados
1	5 de janeiro a 29 de março de 2022	15
2	7 de abril a 27 de junho de 2022	10
3	3 de agosto a 25 de outubro de 2022	20
4	2 de novembro a 20 de dezembro 2022	5
5	9 de janeiro a 31 de março de 2023	19
6	5 de abril a 26 de junho de 2023	6
7	1 de agosto a 17 de outubro de 2023	21
8	13 de novembro a 21 de dezembro de 2023	4

As áreas das lagoas foram georreferenciadas com o auxílio de aparelho GPS portátil, marca Garmin, modelo eTrex Legend[®] HCx, número de série 010-00629-00. Posteriormente, foram escolhidos os pontos de coleta; utilizando como critérios de seleção, as principais atividades antrópicas realizadas pelas comunidades locais (banhos nas águas das lagoas, pescas artesanais com rede de pesca, lavagem de roupa as margens e recreação próximo as depressões dos cursos d'água. Os pontos foram fixos durante todos os períodos propostos para coleta. Esta metodologia para determinação e demarcação dos pontos de coleta, baseou-se nos protocolos utilizados por Chagas (2009).

5.2 Coleta dos moluscos

Os moluscos foram coletados com o auxílio de conchas perfuradas adaptadas com cabo, pinças ou manualmente, nos pontos demarcados, explorando as margens próximas à superfície, leitos do ambiente aquático e vegetações submersas ou flutuantes. Na utilização das conchas, foi aplicado as técnicas de “conchadas” (Figura 12), que consiste no manuseio da concha de baixo para cima (10 repetições seguidas), fazendo a retirada da água às margens dos cursos d'águas; na extensão dos pontos de coleta demarcados, conforme as orientações de Brasil (2008a). Os espécimes encontrados foram distribuídos em gaze de algodão úmida, sob posição transversal e as gazes dobradas em forma de rolo. As unidades de rolos formadas foram colocadas em sacos plásticos com identificação descrevendo a data da coleta, coordenadas geográficas, quantidade de moluscos, número do criadouro, local de coleta e o período climático quando foram coletados. Os sacos foram acondicionados em caixa térmica, contendo placas de gelo reutilizável. As técnicas de coleta e acondicionamento dos moluscos descritos acima, teve como parâmetro as recomendações propostas por Carvalho et al., (2014). Não houve utilização de fixador ou anestésico para acondicionamento dos moluscos na caixa térmica.



Figura 12. Etapas da técnica de “conchadas” nas margens dos locais de coleta.

Nos cursos d’água utilizados na pesquisa, foram analisadas 04 (quatro) lagoas: Lagoa Azul, Lagoa do Matadouro e Lagoa do São Joaquim, no município de Teresina e Lagoa do Bebedouro, município de Parnaíba (Figura 13).

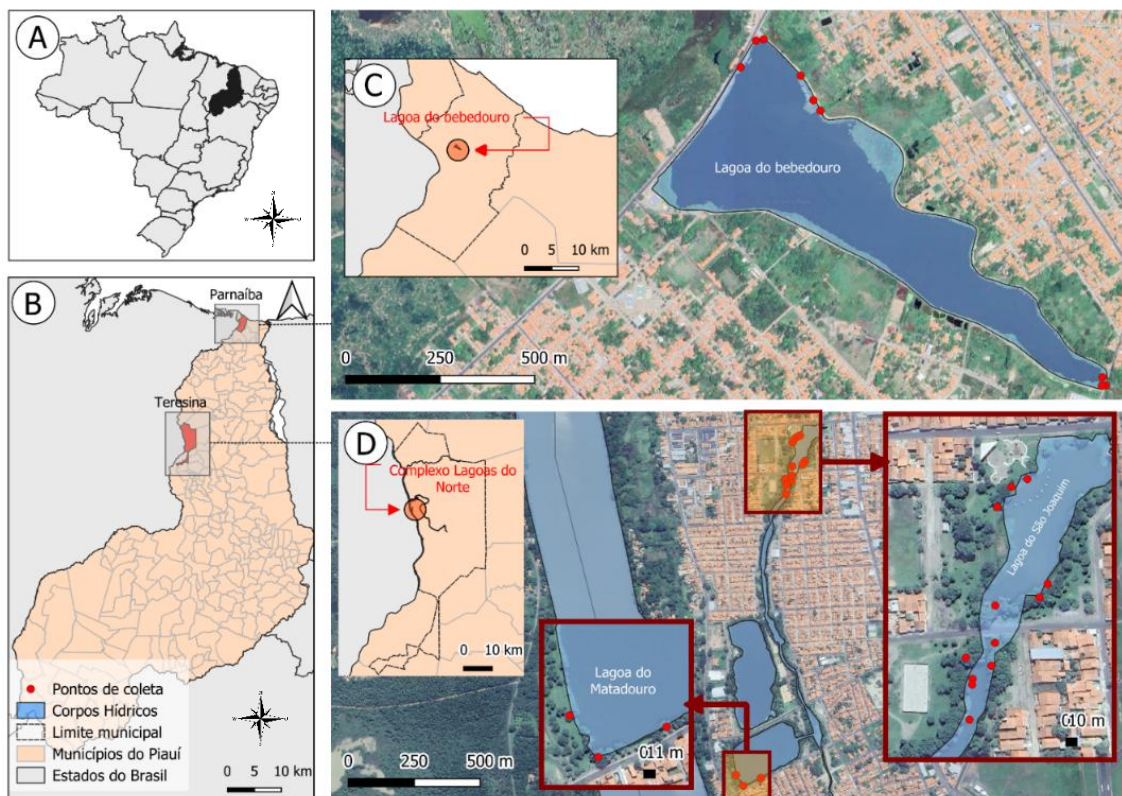


Figura 13. Distribuição dos pontos de coleta nas localidades.

Os participantes da pesquisa de campo utilizaram EPIs e seguindo protocolos de segurança biológica, com adaptações conforme orientações de Fiocruz (2022).

Os espécimes coletados foram levados, seguindo a técnica de acondicionamentos descrita anteriormente, ao Laboratório de Sanidade Animal (LASAN) da Universidade Federal do Piauí (UFPI), Setor de Doenças Parasitárias.

5.3 Identificação taxonômica das espécies de moluscos

Os moluscos coletados foram submetidos a exame parasitológico de verificação de cercárias de trematódeos e posteriormente, às análises biológicas de identificação taxonômica a nível morfológico e molecular. Na identificação morfológica, foram utilizados protocolos de conchiliologia e análises de aspectos taxonômicos específicos de cada táxon, conforme as referências: SIMONE, 2006; PARAENSE, 1986; MALEK e CHENG, 1974; PARAENSE, 2003; SIMONE, 2006; PARAENSE, 1986; BROWN, 1994; MANSUR e PEREIRA, 2006. Para as análises taxonômicas do gênero *Biomphalaria* foram utilizadas as técnicas de morfologia e biomoleculares, a qual foram lideradas pelo Grupo de Pesquisa em Helmintologia e Malacologia Médica do Instituto René Rachou da Fundação Oswaldo Cruz (IRR/FIOCRUZ) em Belo Horizonte-Minas Gerais. Numa primeira etapa, os espécimes foram submetidos as análises de conchiliologia, aparelho reprodutivo e crista renal (DESLANDES, 1951; PARAENSE, 1975). Posteriormente, foi utilizada a análise de biologia molecular empregando o método PCR-RFLP (reação em cadeia da polimerase associada ao polimorfismo de tamanho de fragmento de restrição), com a enzima *DdeI*. Nesta PCR, amplificou-se a região espaçadora transcrita interna (ITS) do rDNA, onde os iniciadores ETTS2 (5'TAACAAGGTTTCCGTAGGTGAA 3') e ETTS1 (5'TGCTTAAGTTCAGCGGGT 3') ancoraram nas regiões conservadas da porção final da subunidade 18S e na inicial da 28S, gerando um fragmento de aproximadamente 1200 pb. Os perfis de restrição foram visualizados em géis de poliacrilamida (6%) e comparados com os padrões para cada espécie (VIDIGAL et al., 2000; CALDEIRA et al., 2016). Para exame parasitológico, foi utilizada a técnica de estímulo luminoso, que estimula e verifica a liberação de cercárias de trematódeos parasitas em laboratório. Todos os espécimes do gênero *Biomphalaria* capturados foram individualmente colocados em um recipiente de vidro com capacidade aproximadamente 25ml, contendo 3ml de água desclorada e expostos a uma fonte de luz artificial por um período de 30 minutos, a uma temperatura de 28°C, conforme recomendações de Carvalho et al.; (2014).

5.4 Descrição dos aspectos ambientais dos criadouros

Objetivando a caracterização dos aspectos ambientais dos pontos de coletas, foi utilizado o protocolo de avaliação rápida de habitats (RAP - *Rapid Assessment Protocol*), adaptado de Lobo et al., (2011), Callisto et al., (2002) e adequações dos parâmetros proposta da Agência de Proteção Ambiental de Ohio (EPA, 1987). Foram retirados três parâmetros, além de modificados a textualização e ordem do restante dos parâmetros para melhor descrição dos criadouros dos moluscos (Apêndice 10.1).

Utilizando a referência de Callisto et al. (2002), a adaptação realizada definiu três níveis de preservação: 0 a 15 pontos indicam trechos impactados, 16 a 20 pontos trechos alterados e superior a 20 pontos trechos naturais.

5.5 Caracterização da água dos criadouros

5.5.1 Análise físico-química da água

Em cada ponto de coleta foi registrado pH e temperatura da água, onde foram encontrados os espécimes. Os dados dos valores de cada registro, foram obtidos por meio do instrumento portátil marca Smart Sensor®, modelo PH818, número de série 04992237.

5.5.2 Estudo microbiológico da água dos criadouros

Nos cursos d'água onde foram capturados os moluscos, realizou-se coletas de amostras água para análise microbiológica de bactérias coliformes totais e termotolerantes. Estas coletas foram realizadas utilizando frascos de vidro branco (em torno de 125 mL), boca larga, com tampa de vidro esmerilhada (bem ajustada), previamente esterilizados. Estes recipientes foram etiquetados com descrições da data, local da coleta e número do ponto da coleta. Os frascos foram acondicionados em caixa térmica, com bolsas de gelo em gel e encaminhados para o setor de microbiologia do LASAN para detectar a presença de coliformes totais e termotolerantes. Em um segundo momento foi realizada a contagem dos coliformes totais e termotolerantes, utilizando a técnica padrão de contagem de bactérias (utilização dos caldos seletivos lauril triptose, verde brilhante 2%, caldo EC (Caldo *Escherichia coli*) para reagir em tubos de vidros de 20 mL rosqueável) estabelecida pela portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2013). Por fim as bactérias foram submetidas a identificação taxonômica.

A partir dos tubos de Caldo EC e Caldo Verde Bile Brilhante, utilizados respectivamente para a confirmação e contagem de coliformes do grupo totais e termotolerantes; alíquotas de 10 microlitros destes caldos foram semeadas em placas de Petri contendo ágar Hektoen Entérico (HE) e ágar Teague. Ambas as placas foram incubadas em estufa bacteriológica a $35^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ por 24 horas.

Decorrido este intervalo de tempo, no mínimo uma e no máximo cinco colônias que se desenvolvam nestes meios e que apresentem ou não fermentação de lactose e morfologias macroscópicas diversas, e/ou indicação da produção de ácido sulfídrico, foram individualmente semeadas em tubos de ensaio contendo ágar nutriente, sendo este incubados sob as mesmas condições de tempo e temperatura acima descritas.

As cepas crescidas foram submetidas a coloração de Gram, para a confirmação a pureza e caracterização morfotintoral de bactérias Gram negativas. As cepas que se apresentarem como bacilos Gram negativos foram submetidos a provas fisiológicas para a identificação de gênero e/ou espécies.

Para esta etapa foram realizadas as provas de: fermentação de açúcares com ou sem produção de gás (glicose, lactose e sacarose) em Ágar Tríplice Açúcar Ferro (TSI), motilidade em ágar nitrato, produção de indol e ácido sulfídrico em Ágar SIM, crescimento utilizando citrato de sódio como única fonte de carbono, caracterização dos produtos de fermentação de glicose como ácidos mistos (prova do VM) e/ou acetoína (prova do VP), desaminação de fenilalanina, presença da enzima glucuronidase, entre outras provas utilizando procedimentos descritos por Procop et al.; (2018).

Para monitorar a qualidade dos meios de cultura utilizados nas provas de avaliação do perfil bioquímico fenotípico das cepas isoladas serão empregadas como controle as cepas padrão de *Escherichia coli* ATCC 25922, *Proteus mirabilis* ATCC 25933 e *Staphylococcus aureus* ATCC 29213.

Os critérios de escolha destes microrganismos são devido ao padrão universal utilizado hoje para determinar a presença de contaminação fecal humana em cursos d'água (CEBALLOS e DINIZ, 2017).

5.6 Geoprocessamento dos locais de coleta

O mapeamento das localidades foi realizado através *Global Positioning System* (GPS), procurando abranger todo espaço geográfico dos limites das localidades, vias de acesso e as coleções hídricas. O processamento dos mapas foi realizado utilizando-se o software QGIS versão 3.34.6 a fim de posicionar os pontos de coletas, marcados por coordenadas em graus decimal, dos moluscos nos diferentes cursos d'água de Teresina (lagoas do Complexo Parque Lagoas do Norte e Parnaíba (lagoa do Parque Ambiental Lagoa do bebedouro).

5.7 Análises estatísticas

Para as análises dos dados utilizamos o *software* R (RCORE TEAM, 2023), através do método de Análise de Correspondência Múltipla – MCA, a qual consiste numa análise multivariada que dispõe de analisar as relações entre variáveis. Para aplicação do MCA, fez-se uso entre outros de pacotes de apresentações gráficas, o *FactomineR* e *factoextra*.

A MCA é uma extensão da análise de correspondência bastante utilizada para explorar associações entre as categorias de variáveis qualitativas. A MCA revela padrões em conjuntos de dados complexos. Contudo, especificamente, a MCA é utilizada para representar e modelar conjuntos de dados através de padrões de pontos em um espaço Euclidiano multidimensional. Os resultados são interpretados com base nas posições relativas dos pontos e na sua distribuição ao longo das dimensões: categorias mais próximas entre si são mais semelhantes e dessa forma, se apresentam no mapa MCA com distâncias menores entre si (JOHNSON e WICHERN, 2007).

Nas dimensões geradas no MCA contém os percentuais da variabilidade total explicada pela configuração apresentada no mapa MCA, esse percentual é chamado de inércia. A obtenção das dimensões reduz a multicolinearidade existente entre as variáveis e formam vetores gradientes que indicam o sentido e a direção das relações apresentadas no mapa MCA. A soma de todos os percentuais de variabilidade forma o total de inércia. No geral o MCA apresenta percentuais de inércia menores e uma diminuição gradual desses percentuais de forma que 100% da inércia total seja distribuída nas dimensões (PAGÈS, 2014).

A utilização da metodologia MCA tem sido bastante aplicada na área de saúde e epidemiologia (TRAISSAC e MARTIN-PREVEL, 2012; COSTA et al., 2013; FLORENSA et al.; 2022).

5.8 Aspectos bioéticos e legislativos

O projeto recebeu autorização de coleta de animais silvestres pelo Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO, do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio do Ministério do Meio Ambiente – MMA, sob o número 79216-1 e código de autenticação 0792160120211103 (Anexo 11.1).

6 RESULTADOS

6.1 Levantamento malacológico

Foram encontrados 1.285 moluscos: 617 de *Biomphalaria* spp., 363 de *Melanooides* sp., 156 de *Pomacea* sp., 77 de *Drepanotrema* sp., 45 de *Helisoma* sp., 19 de *Physa* sp., 07 de *Anodontites* sp. e um de *Omalonyx* sp. (Figura 14).



Figura 14. Representantes da malacofauna límnic capturados nos cursos d'água dos municípios de Teresina e Parnaíba: (A) *B. glabrata*, (B) *B. straminea*, (C) *B. kuhniiana*, (D) *Melanooides* sp., (E) *Pomacea* sp., (F) *Drepanotrema* sp., (G) *Helisoma* sp., (H) *Physa* sp., (I) *Omalonyx* sp. e (J) *Anodontites* sp.

A família Planorbidae apresentou o maior número de moluscos coletados, correspondendo a 57,4% dos espécimes. Essa família foi representada pelos gêneros: *Biomphalaria* spp. (48%), *Drepanotrema* sp. (5,9%) e *Helisoma* sp. (3,5%). Em seguida, observou-se a família Thiariidae (28,2%) representada pelo gênero *Melanooides* sp. Para as

demais famílias, a porcentagem foi: Ampullariidae (12,1%) representada pelo gênero *Pomacea* sp.; Physidae (1,4%) representada pelo gênero *Physa* sp.; Mycetopodidae (0,5%) representada pelo gênero *Anodontites* sp. e Succineidae (0,07%) representada pelo gênero *Omalonyx* sp. Desta forma, os caramujos dos gêneros *Biomphalaria* spp. e *Melanooides* sp. foram coletados em maior quantidade quando comparado aos demais moluscos. Não houve diferenças significativas nas frequências de coletas durante a pesquisa, nos períodos chuvoso e seco (Gráfico 1 e gráfico 2).

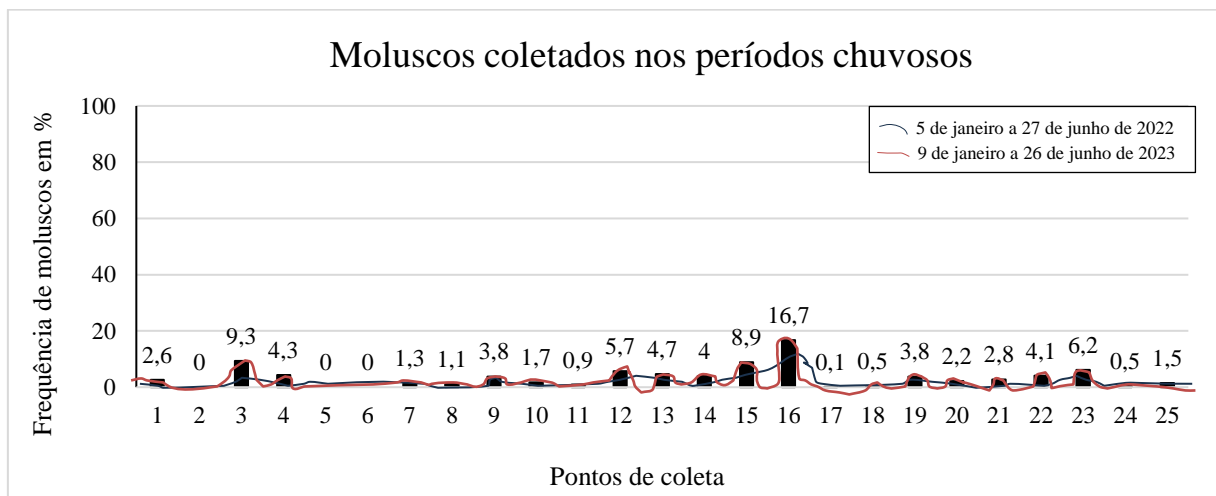


Gráfico 1. Frequência de moluscos coletados nos pontos demarcados durante os períodos chuvosos.

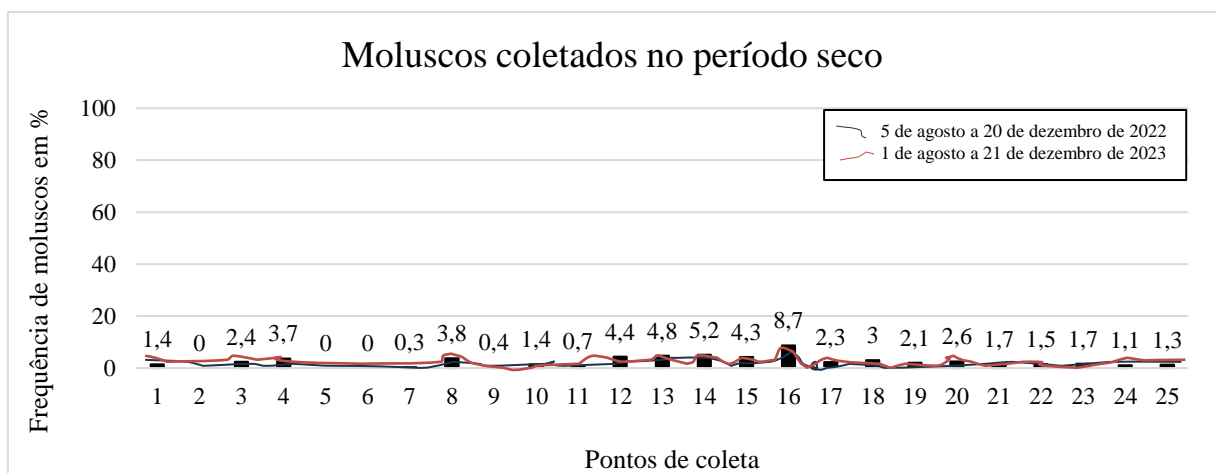


Gráfico 2. Frequência de moluscos coletados nos pontos demarcados durante os períodos secos.

Os moluscos do gênero *Biomphalaria* sp. foram submetidos a identificação morfológica e molecular, tendo a confirmação de três espécies, nas duas localidades estudadas (Tabela 2).

Tabela 2. Identificação das espécies do gênero *Biomphalaria* sp. por morfologia e PCR-RFLP. As comprovações das identificações das espécies a nível molecular emitidas pelo LHMM/IRR no anexo 2.

LOCALIDADE	<i>B. glabrata</i>	<i>B. straminea</i>	<i>B. kuhniiana</i>
COMPLEXO PARQUE LAGOAS DO NORTE	-	22	162
PARQUE AMBIENTAL LAGOA DO BEBEDOURO	09	-	20

Em todos os pontos demarcados, foram encontrados moluscos de água doce. Destes, em 10 (40%) foram encontrados os espécimes do gênero *Biomphalaria*. e 07 (28%) apresentaram pelo menos uma espécie que atua na transmissão da esquistossomose. Este foi o primeiro registro de *B. kuhniiana* para os municípios de Teresina e Parnaíba.

A ocorrência de *Melanoides* sp. e *Pomacea* sp. foi observada na maioria dos pontos de coleta, mesmo aqueles onde ocorre o gênero *Biomphalaria* spp. O gênero *Melanoides* sp., junto com os gêneros *Helisoma* sp. e *Anodontites* sp., são considerados invasores para o território brasileiro, sendo provavelmente introduzidos através de atividades de pesca e aquarismo. Também este é o primeiro registro de *Helisoma* sp. no estado do Piauí.

6.2 Caracterização ambiental dos habitats aquáticos

Através de uma adaptação de Callisto et al., (2002), os criadouros foram classificados como áreas impactadas, alteradas e naturais; considerando pontuação até 15 pontos locais impactadas. Entre 16 e 20 pontos áreas alteradas e acima de 20 pontos as áreas naturais. O resultado do RAP, constatou uma maior presença de ambientes impactados (44%), seguido de trechos alterados (36%) nos locais pesquisados. Nos habitats onde foram encontrados caramujos do gênero *Biomphalaria* sp. em torno de 32% são de locais impactados, considerando o total de trechos demarcados. Entretanto, somente 05 áreas pontuaram como naturais, todas pertencentes ao Complexo Parque Lagoas do Norte. Nenhum destes trechos classificados como naturais foi encontrado moluscos do gênero *Biomphalaria* sp. (Gráfico 3).

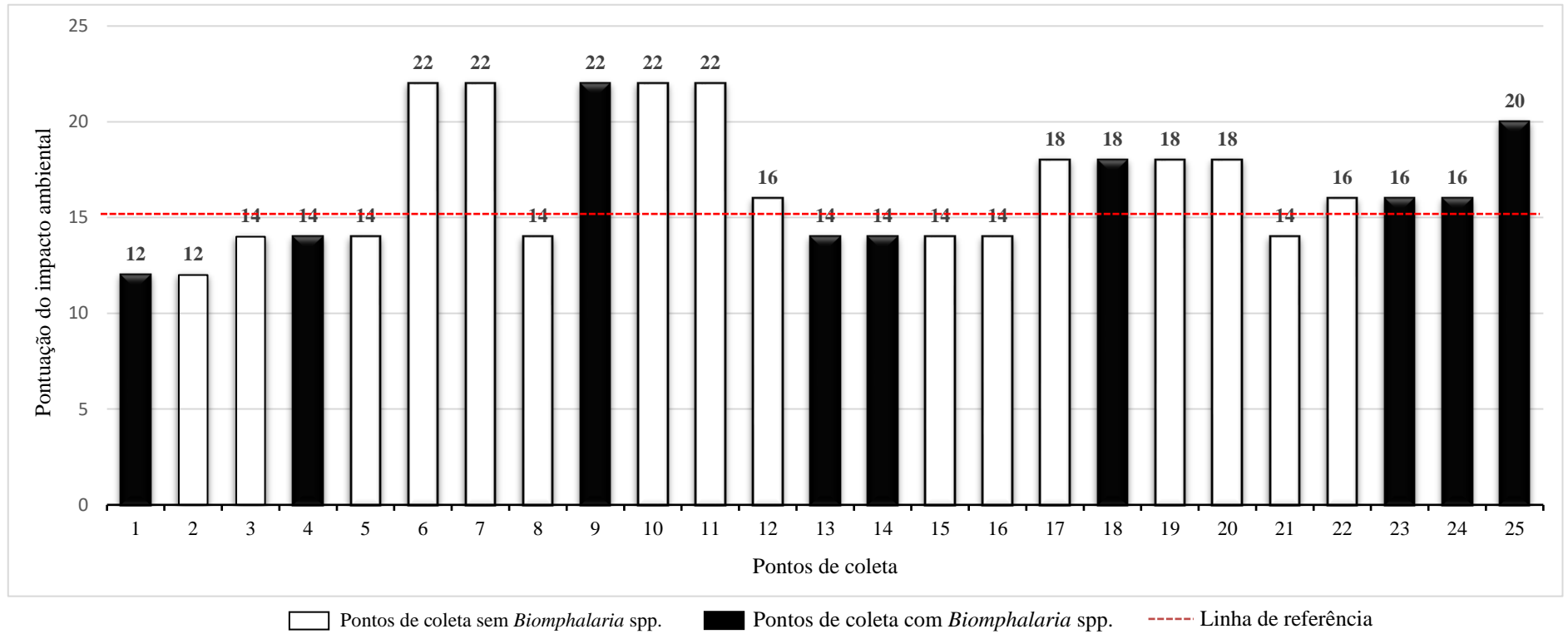


Gráfico 3. Aplicação do protocolo de avaliação rápida de habitats nos trechos pesquisados.

Trechos altamente impactados - até 15 pontos
 Trechos levemente impactados - > 15 e < 21 pontos
 Trechos naturais - > 20 pontos

6.2.1 Em relação ao registro de pH e temperatura

Os valores de pH variaram entre 6,8 e 10,2 nos pontos pesquisados. Na mensuração da temperatura foram obtidos valores entre 28°C e 34°C (Tabela 3).

Tabela 3. Resultado de pH e temperatura da água dos pontos coletados.

Localidade	Ponto	pH	Temperatura
Município de Parnaíba	P17	10,2	30°C
	P18	7,4	28°C
	P19	7,6	29°C
	P20	7,8	30°C
	P21	9,9	32°C
	P22	9,7	31°C
	P23	8,0	30°C
	P24	8,0	30°C
	P25	8,0	30°C
Município de Teresina	P01	7,1	31°C
	P02	7,5	33°C
	P03	7,2	34°C
	P04	6,8	33°C
	P05	8,3	29°C
	P06	8,0	30°C
	P07	8,0	30°C
	P08	8,0	30°C
	P09	8,3	32°C
	P10	8,0	30°C
	P11	10,1	28°C
	P12	9,1	31°C
	P13	9,1	31°C
	P14	8,0	30°C
	P15	8,0	30°C
	P16	8,0	30°C

As variáveis abióticas pH e temperatura exercem uma grande influência sobre as populações de moluscos límnicos (BRASIL, 2008c). Em virtude disso, utilizado primeiramente, uma MCA para dimensionar a relação das variáveis nos criadouros pesquisados e malacofauna na ausência da variável temperatura, gerou-se um mapa com duas dimensões (1x2) nos fatores MCA.

A dimensão 1 forneceu o gradiente cujo fator pode ser descrito como características ambientais das lagoas associadas a presença humana. Iremos denominar o fator de “Gradiente lagoa/Ocupação humana”. Na tabela 4, mostra o R2 ajustado que representa o ajuste das variáveis que contribuem para o percentual explicativo apresentadas nas dimensões 1 e 2.

Tabela 4. Contribuição e identificação das variáveis que explicam a variabilidade do conjunto de dados, em relação ao pH da água. Associação entre as variáveis nas dimensões 1x2. O valor p apresentado para cada uma das variáveis foram inferiores a 0,01.

Na ausência da temperatura	R2 ajustado para as dimensões	
	Dimensão 1	Dimensão 2
Características		
Localidade	0,843	0,404
Ocupação das margens	0,816	0,442
Plantas nas margens	0,487	0,034
Tipo de fundo	0,344	0,397
Espécies de moluscos	0,359	0,274
Odor da água	0,244	0,557
Impactos humanos	0,235	0,111
pH da água	0,104	0,269
Cor da água	0,067	0,344

A tabela 4 mostra o quão cada característica está associada à dimensão. Mostra a importância da característica para explicar a variabilidade do conjunto de dados. De acordo com a tabela 4, observou-se que o Localidade e a Ocupação das margens são as variáveis que mais explicam a presença dos moluscos nos criadouros e que possui o percentual maior de contribuição para dimensão 1. Para a dimensão 2 nota-se o destaque para as variáveis Odor da água e Ocupação das margens.

Podemos dizer que a primeira dimensão definiu um gradiente Lagoa/Ocupação, em que a Ocupação está associada ao tipo Residencial ou Comercial, local onde há Cimentação ou Canalização no habitat aquático.

Contudo, quando se analisa a dimensão 2, observou-se o gradiente cujo fator pode ser descrito como características da água com efeito da Ocupação das margens. Iremos denominar o fator de “Gradiente Água/Ocupação humana”. Podemos dizer que a segunda dimensão definiu um gradiente Água/Ocupação, em que a ocupação das margens está associada ao tipo Residencial ou Comercial, Odor ausente na água e lagoa.

A figura 15 apresenta a distribuição das variáveis com relação aos moluscos coletados nas localidades das lagoas pesquisadas, em que faz referência aos resultados também obtidos na tabela 4.

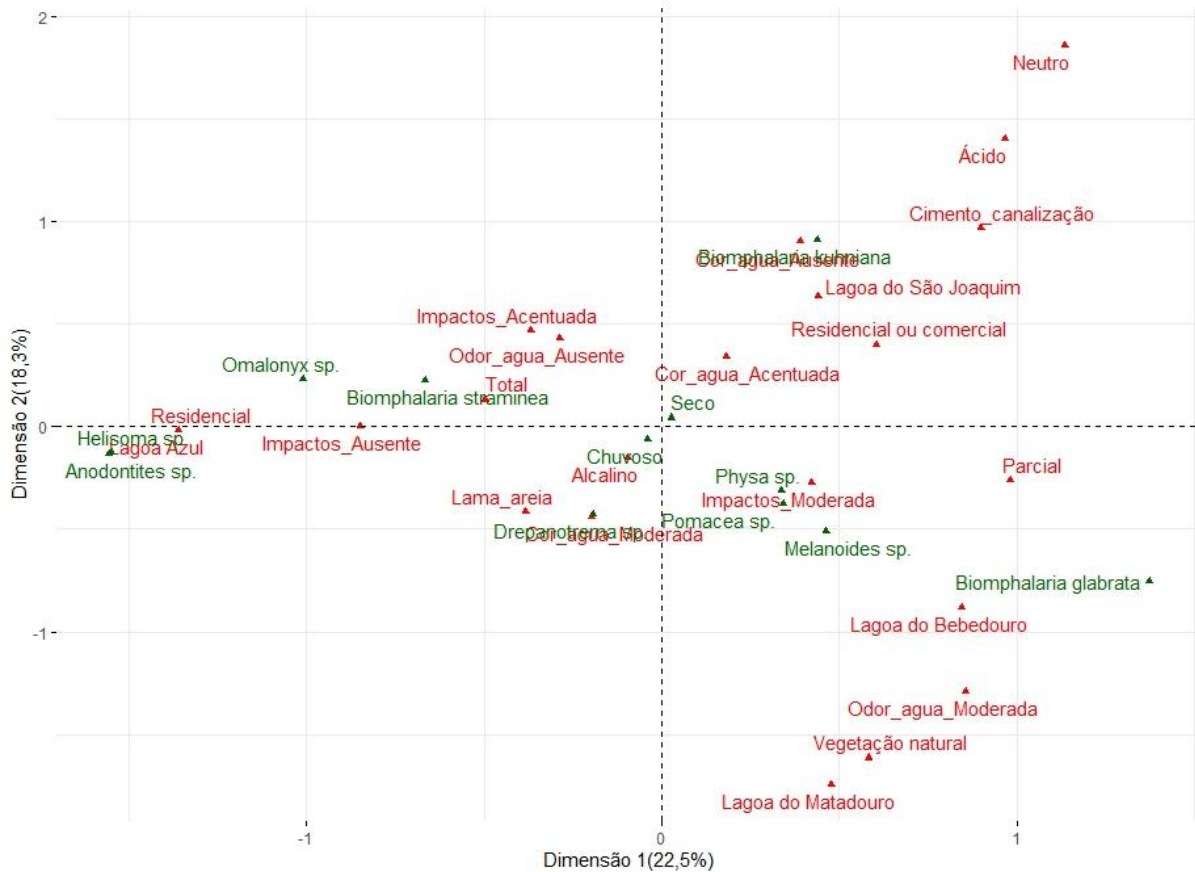


Figura 15. Distribuição das variáveis no mapa de fatores MCA nas dimensões 1x2, para os moluscos e pH da água na ausência de temperatura.

Para a dimensão 1, de acordo com a figura 15, observou-se que a lagoa do Matadouro possui características semelhantes em relação a lagoa do Bebedouro, mesmo sendo de localidades diferentes. Entretanto, os moluscos se apresentam bem distribuídos. Isso significa que os organismos apesar de possuírem alguma similaridade, elas estão mais associadas a uma única variável em relação a outras variáveis. Por exemplo, *B. straminea* está mais associada a variável Impacto humano do que o pH da água. Variáveis mais próximas entre si, indicam similaridade.

Dentro dessa dimensão observou-se que a presença de plantas parciais na água cuja ocupação humana seja residencial ou comercial produzem, em relação as outras características,

características da presença humana em aspectos diferentes: Residencial (lagoa Azul), Residencial ou Comercial (lagoa do São Joaquim) e de vegetação (lagoa do Matadouro).

Os espécimes de moluscos seguem bem distribuídas no mapa, o mesmo observado no fator Gradiente lagoa/Ocupação humana. Contudo, as espécies de bionfalarias se apresentam segundo a característica de cada lagoa. Nota-se também que a lagoa do Bebedouro se encontra distante do centro do mapa, isso mostra que a lagoa do Bebedouro tem grande efeito na participação do percentual de explicação apresentada na dimensão 1, bem como *B. grabata*.

Em associação ao mapa MCA apresentado na figura 16, a tabela 05 fornece a descrição das variáveis que mais contribuem para explicação da apresentação das variáveis associadas a presença dos moluscos na ausência de pH da água.

Tabela 5. Em relação a temperatura da água. Associação entre as variáveis nas dimensões 1x2. A tabela mostra o quão cada variável está associada à dimensão. Mostra a importância da variável para explicar a variabilidade do conjunto de dados. O valor p apresentado para uma das variáveis foram inferiores a 0,01.

Na ausência de pH Características	R2 ajustado para as dimensões	
	Dimensão 1	Dimensão 2
Localidade	0,880	0,353
Ocupação das margens	0,850	0,393
Plantas nas margens	0,427	0,085
Tipo de fundo	0,351	0,367
Espécies de moluscos	0,364	0,269
Odor da água	0,227	0,502
Temperatura da água	0,206	0,425
Impactos humanos	0,195	0,173
Cor da água	0,078	0,399
Período de coleta	0,005	-

De acordo com a tabela 5, a dimensão 1 fornece o gradiente cujo fator pode ser descrito como características ambientais das lagoas associadas a presença humana. Iremos denominar o fator de “Gradiente lagoa/Ocupação humana”.

Dentro dessa dimensão observou-se que a Ocupação humana quando residencial ou comercial, com plantas parciais na água e tipo de fundo cimento ou canalização cuja

temperatura é menor que 28,5°C produz, entre outras variáveis, maiores efeitos para determinação do percentual de explicação da variabilidade apresentada na dimensão 1.

Podemos dizer que a primeira dimensão definiu um Gradiente Lagoa/Ocupação, em que a ocupação está associada ao tipo Residencial ou Comercial, local onde há Cimentação ou Canalização e menores temperaturas.

Na dimensão 2, é fornecido o gradiente cujo fator pode ser descrito como características da água. Iremos denominar o fator de “Gradiente água”. Na tabela 5, mostra R² para as variáveis que contribuem para o percentual explicativo apresentada na dimensão 2.

Dentro da Dimensão 2, verificou-se que quando a água tem odor ausente ou moderada e cor ausente, sendo a vegetação natural, tanto a Lagoa do Matadouro quanto a de São Joaquim contribuem para o percentual da dimensão 2.

As espécies de bionfalárias são responsáveis por participarem do ciclo evolutivo de transmissão da *S. mansoni*. Desta forma, com objetivo de identificarmos as relações ambientais, realizou-se um estudo sobre as chances de ocorrências dessas espécies nos locais de coleta. Classificou-se as espécies de bionfalárias: “Suscetível” para as espécies *B. glabrata*, *B. straminea* e “Refratária” para *B. kuhniiana*. Esta classificação foi utilizada em referência a relação parasitária que estes caramujos possuem com o *S. mansoni*. Sendo as duas primeiras espécies mais suscetíveis a serem infectadas pelo parasita (VALLADARES et al., 2021). A *B. kuhniiana* não é passível de infecção (FLOCH e FAURAN, 1954)

Foram construídas três dimensões (1×2, 1×3 e 2×3), onde as variáveis próximas entre si representam similaridade, apesar de pertencerem a localidades diferentes. Dentro destas dimensões foram analisadas 11 variáveis, sendo a variável período subdividida em seco e chuvoso. A variável pH teve a classificação de ácido e neutro, observando as mensurações da tabela 03. As temperaturas foram distribuídas em três classes: <30,5, temperaturas entre 30,5 e 32,5 °C e >32,5.

As variáveis que mais se associam as espécies de bionfalárias aparecem evidenciadas nos mapas, sendo distribuídas nas dimensões. A caracterização de cada variável é discriminada de acordo com o impacto que provoca dentro das análises de dados, sobressaindo das demais através de sua discriminação demonstrada no mapa. Dentro desse contexto, as lagoas do São

Joaquim, Lagoa Azul e Lagoa do Bebedouro se destacam devido as similaridades em si e as variáveis, em relação as espécies de caramujos.

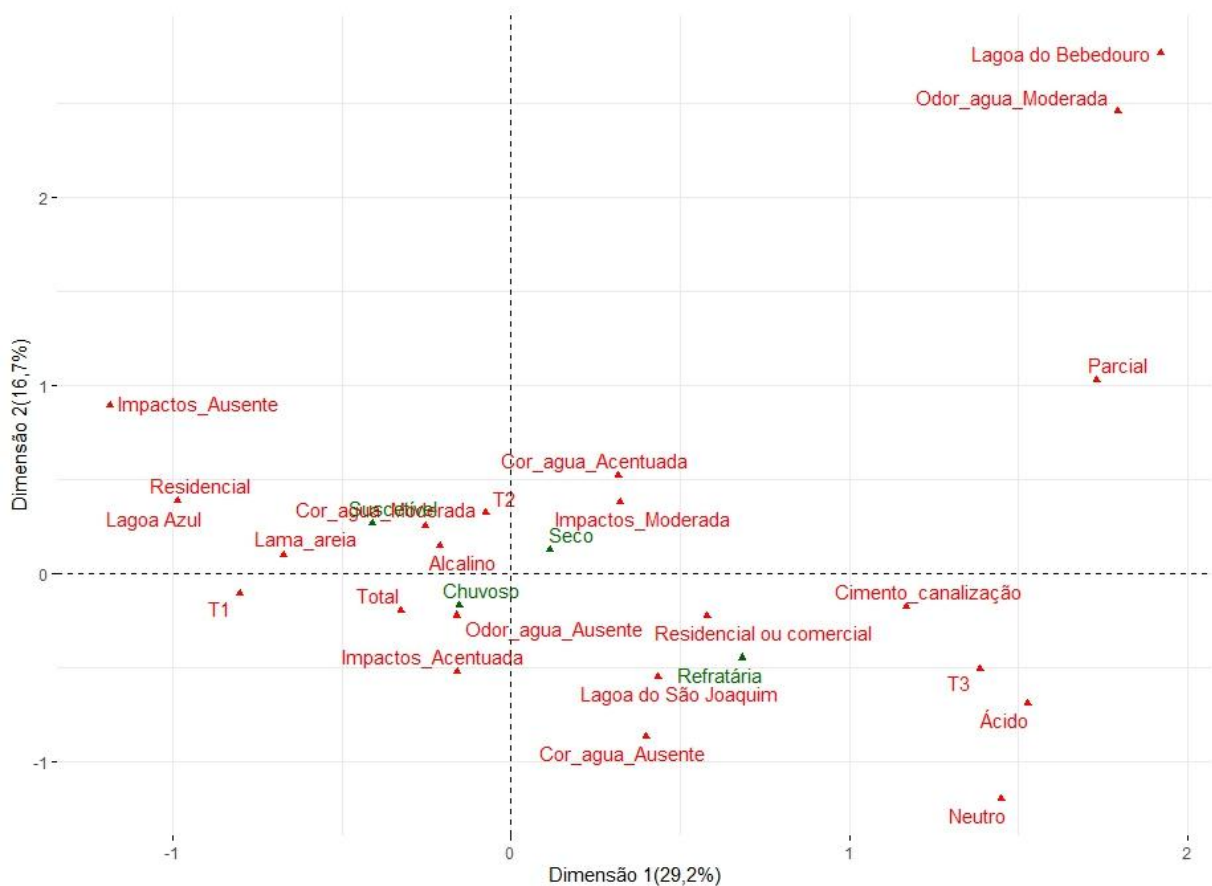


Figura 17. Distribuição das variáveis no mapa de fatores MCA nas dimensões 1 x 2.

Observa-se que na dimensão 1 que as variáveis Período Chuvoso, Odor da Água Ausente, Impactos Humanos Acentuada, Residencial ou Comercial, Cimento ou Canalização, Cor da Água Ausente, pH Ácido se destacam; proporcionando 29, 2% de fidedignidade dentro do panorama ambiental (Figura 17). A Lagoa do São Joaquim se evidencia em relação a variáveis, correlacionando com a espécie *B. kuhniiana* (Refratária).

Na dimensão 2 se evidencia as variáveis Impactos Humanos Ausente, Residencial, Cor da Água Moderada, Lama ou Areia, pH Alcalino, Cor da Água Acentuada, Impactos Humanos Moderado, Período Seco, Cor da Água Moderada; permitindo 16,7% de confiabilidade sobre a caracterização ambiental dos locais pesquisados. As Lagoas do Bebedouro e Lagoa Azul são as que sobressaem, possuindo uma relação as espécies mais suscetíveis (*B. glabrata* ou *B. straminea*).

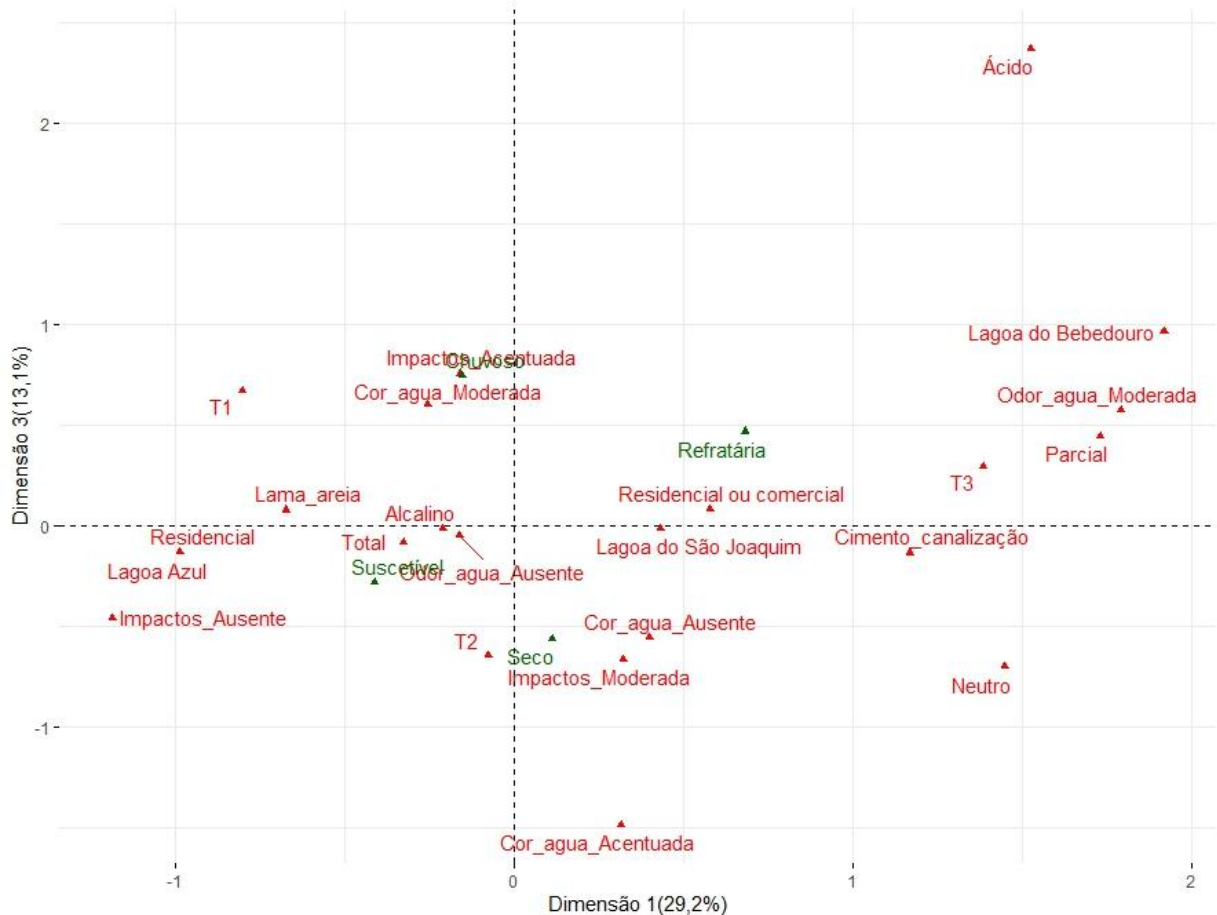


Figura 18. Distribuição das variáveis no mapa de fatores MCA nas dimensões 1x3.

Entretanto, quando se analisa sob a perspectiva das dimensões 1x3, na dimensão 1 as variáveis Período Seco, Odor da Água Ausente, Impactos Humanos Moderados ou Ausentes, Residencial, Cimento ou Canalização, Cor da Água Acentuada ou Ausente, pH Neutro se destacam; aferindo 29,2% de autenticidade dentro do panorama ambiental (Figura 18). As Lagoas do São Joaquim e Lagoa Azul se evidenciam em relação a variáveis, correlacionando com a espécie suscetível (*B. straminea*). Quando se analisa a dimensão 3 se evidencia as variáveis Impactos Humanos Acentuados, Residencial ou Comercial, Cor da Água Moderada, Lama ou Areia, pH Alcalino, Cor da Água Moderada, Impactos Humanos Moderado, Período Seco, Cor da Água Moderada; permitindo 13,1% de veracidade sobre a caracterização ambiental dos locais pesquisados. A Lagoa do Bebedouro é a que se evidencia, possuindo uma relação à espécie refratária (*B. kuhniiana*).

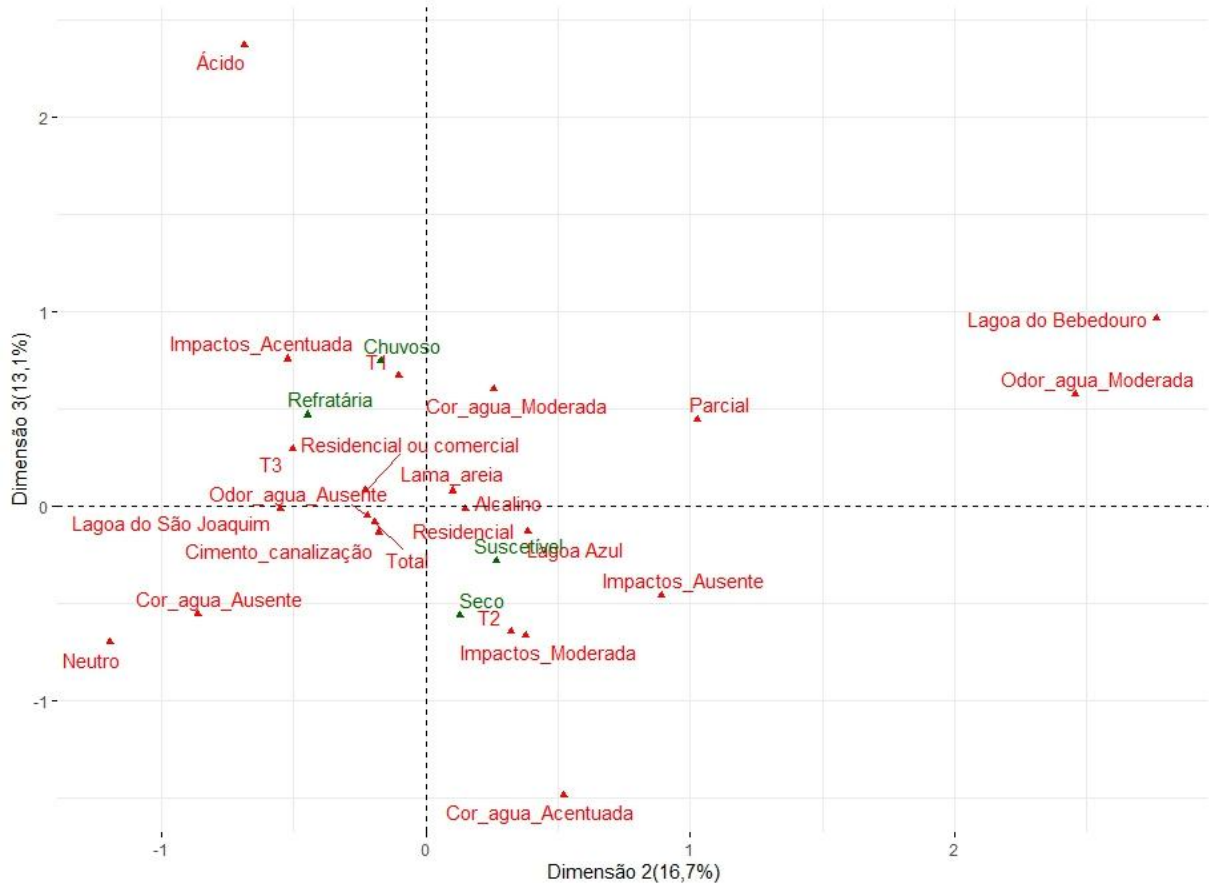


Figura 19. Distribuição das variáveis no mapa de fatores MCA nas dimensões 2x3.

As caracterizações das variáveis e suas proporções nas dimensões 2x3 são semelhantes as distribuições apresentadas nas dimensões 1x2 e 2x3.

Na dimensão 1, nota-se que as variáveis que mais contribuíram foram: tipo de fundo, local, temperatura, ocupação. Essa dimensão está associada ao tipo de fundo/ocupação humana. Dentro da dimensão 1, para temperaturas mais elevadas cuja presença de plantas na água seja parcial e habitat de cimentação ou canalização com odor da água moderada e características de local lagoa do Bebedouro possuem mais efeitos sobre o percentual de explicação apresentado na dimensão 1.

Enquanto na dimensão 2, estão mais associadas as características da água/local. Odor da água moderada ou ausente; e as lagoas do Bebedouro e São Joaquim possuem mais efeitos sobre o percentual de explicação apresentado na dimensão 2.

Na dimensão 3, estão mais associadas as características da água/impactos e dentro dessa dimensão observou-se que pH ácido, cor da água moderada e impactos acentuados possuem maiores efeitos sobre o percentual da dimensão 3 (Figura 19).

A tabela 6 apresenta a distribuição das variáveis que mais contribuem para as dimensões. O total de percentual explicado relativo os espécimes suscetíveis e refratária apresentados nas três últimas figuras que correspondem o total de 59,0%. Isso significa que as variáveis estudadas para o caso dessas espécies, explicam a presença delas.

Tabela 6. Distribuição das variáveis no mapa de fatores MCA nas dimensões 1×2, 1×3 e 2×3.

Variáveis	Dimensão 1	Dimensão 2	Dimensão 3
Tipo de fundo	0,784	0,018	0,010
Localidade	0,692	0,696	0,063
Temperatura da água	0,637	0,105	0,355
Ocupação nas margens	0,570	0,087	0,010
Plantas nas margens	0,563	0,198	0,036
pH da água	0,306	0,166	0,226
Odor da água	0,288	0,542	0,029
Espécies de <i>Biomphalaria</i>	0,279	0,119	0,131
Impactos humanos	0,156	0,247	0,486
Cor da água	0,094	0,273	0,611
Período de coleta	0,017	0,022	0,418

Para realizar o mapeamento da distribuição de probabilidade da espécie suscetível ao longo dos gradientes MCA - (fatores: Tipo de fundo/ocupação, Água/Local e Água/impactos) ajustou-se um modelo de regressão logística (Tabela 7).

Os resultados foram os seguintes:

$$\text{Logit}(E(Y_i)) = \alpha + \beta_1 \text{Dim1} + \beta_2 \text{Dim2} + \beta_3 \text{Dim3} + \epsilon$$

Y_i é referente a presença da espécie suscetível (0: ausente, 1: presente) e $\epsilon \sim N(0, \sigma^2)$.

Tabela 7. Resultados da regressão logística e razão de chances para cada dimensão.

Coeficientes	Estimativas	Erro Padrão	P-valor
β_1	-4,0600	0,3954	-10,269
β_2	3,2676	0,3467	9,425
β_3	-3,8415	0,4127	-9,308
Razão de chances			
Dimensão 1	Dimensão 2	Dimensão 3	
0,0172	26,2478	0,0214	

De acordo com os resultados apresentados da tabela 6, observa-se que a dimensão 3 identificou associações entre características da água e impactos; que se relacionou com a presença ou ausência da espécie suscetível, porém as chances de ocorrência da espécie devido a características da água ou impactos são muito pequenas. De forma similar ocorre com a dimensão 1. Percebe-se a relação entre tipo de fundo e ocupação humana. Mas, para a dimensão 2, as chances de ocorrências da espécie suscetível são maiores quando as características da água estão associadas ao Local, em especial às características ambientais da Lagoa do Bebedouro e São Joaquim.

6.2.2 Em relação ao substrato

Para definir o tipo de substrato dos pontos demarcados, foi utilizada a classificação prévia contida no Protocolo de Avaliação Rápida (cimento/canalização, lama/areia e pedras/cascalho).

A maioria dos pontos demarcados possuem características classificadas como lama/areia (68%). Sendo que destes, apenas 29,4% foram encontrados moluscos do gênero *Biomphalaria sp.* Nenhum dos locais pesquisados pode ser definido dentro da classificação de pedras/cascalho.

6.3 Análise microbiológica de bactérias

Os resultados das análises microbiológicas para bactérias apresentaram grupos de coliformes totais e termotolerantes com o registro de *E. coli* em 100% dos locais pesquisados nas lagoas do Complexo Lagoas do Norte. Contudo, apenas 44,4% dos criadouros foram positivos para *E. coli* na lagoa do Bebedouro. No total de ambientes analisados, 80% dos locais apresentaram coliformes termotolerantes da espécie *E. coli*.

Em alguns pontos foram identificadas outras bactérias termotolerantes e bacilos gram-negativos. Não foi possível identificar os coliformes totais em todas as amostras de água (Tabela 8).

Tabela 8. Identificação de bactérias (coliformes totais e termotolerantes).

Complexo Parque Lagoas do Norte (Teresina)		
Pontos	Coliformes Totais	Coliformes Termotolerantes
01	Não identificada	<i>Escherichia coli</i>
02	Não identificada	<i>Escherichia coli</i>
03	Não identificada	<i>Escherichia coli</i>
04	Não identificada	<i>Escherichia coli</i>
05	<i>Kluyvera georgiana</i>	<i>Escherichia coli</i>
06	Não identificada	<i>Escherichia coli</i>
07	Não identificada	<i>Escherichia coli</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i>
08	Não identificada	<i>Pseudomonas sp.</i> , <i>Proteus mirabilis</i> , <i>Escherichia coli</i>
09	<i>Kluyvera georgiana</i>	<i>Proteus mirabilis</i> , <i>Escherichia coli</i>
10	Não identificada	<i>Enterobacter sp.</i> , <i>Escherichia coli</i>
11	Não identificada	<i>Escherichia coli</i> , <i>Enterobacter sp.</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i>
12	Não identificada	<i>Escherichia coli</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i>
13	Não identificada	<i>Escherichia coli</i> , <i>Proteus mirabilis</i>
14	<i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Enterobacter sp.</i> , <i>Roggenkampii sp.</i>	<i>Escherichia coli</i>
15	<i>Escherichia coli</i> , <i>Enterobacter sp.</i> , <i>Roggenkampii sp.</i>	<i>Escherichia coli</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i>
16	<i>Enterobacter hormaechei</i>	<i>Escherichia coli</i>
Parque Ambiental Lagoas do Bebedouro (Parnaíba)		
Pontos	Coliformes Totais	Coliformes Termotolerantes
17	Não identificada	<i>Enterobacter sp.</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i>
18	Não identificada	<i>Pseudomonas sp.</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i>
19	<i>Enterobacter sp.</i> , <i>Roggenkampii sp.</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Roggenkampii sp.</i>	<i>Serratia marcescens</i>
20	<i>Enterobacter bugandensis</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i>	<i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Escherichia coli</i>
21	Não identificada	<i>Escherichia coli</i> , <i>Serratia marcescens</i>
22	<i>Escherichia coli</i> , <i>Enterobacter sp. Roggenkampii sp.</i>	<i>Escherichia coli</i>
23	Não identificada	<i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Enterobacter sp.</i>
24	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	<i>Escherichia coli</i> , <i>Serratia sp.</i>
25	<i>Kluyvera georgiana</i>	<i>Enterobacter sp.</i>

6.4 Análise Geoespacial

Os pontos amostrados foram agrupados de acordo com as localidades escolhidas: Parnaíba e Teresina (Figura 20). Considerando os 25 pontos demarcados, em 10 foram encontrados moluscos do gênero *Biomphalaria*, nas lagoas (Complexo Parque Lagoas do Norte e Parque Ambiental Lagoa do Bebedouro) das duas localidades (Figura 20).

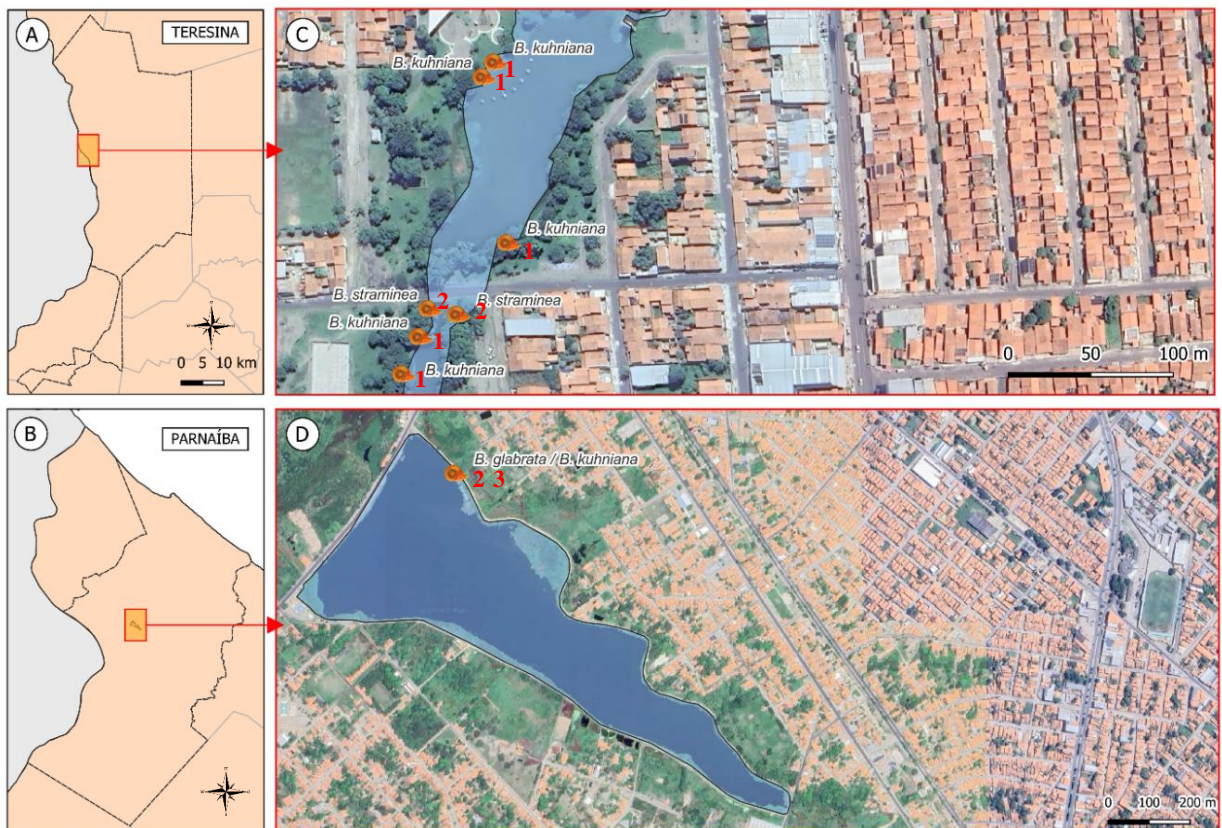


Figura 20. Quadro A e B define as regiões de coleta. Figuras C e D mostram os pontos de coleta para o gênero *Biomphalaria*, sendo 1 *B. kuhniana*, 2 *B. straminea* e 3 *B. glabrata*.

6.4.1 Análise de Kernel e Buffer

Considerando as localidades, os pontos 1, 12, 13, 14, 15, 16 e 21 apresentam risco potencial de *Biomphalaria* hospedeiras intermediárias do *S. mansoni*. Considerando que o ponto 21 apresenta elevado risco devido a presença de *B. glabrata*. Entretanto, os pontos 3, 4 e 8 apesar de ter registro do gênero *Biomphalaria*, estes locais são de baixo risco devido o registro de *B. kuhniana*. Os pontos 2, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 7, 18, 19, 20, 22, 23, 24 e 25 apresentam risco nulo. Nas lagoas do Complexo Parque Lagoas do Norte foi encontrado 09 gêneros de moluscos. Na lagoa do Parque Ambiental Lagoa do Bebedouro, foram encontrados 05 gêneros de moluscos.

No mapa de Buffer, figura 21, considerando o raio de 500m a partir de um ponto amostral, 07 pontos localizados na Lagoa do Bebedouro possuem uma distância menor que 50m do ponto vizinho mais próximo e dois pontos são isolados em relação aos demais. No Complexo Lagoas do Norte, 12 pontos ficaram em média 10m de distância do ponto vizinho mais próximo e 3 pontos ficaram uma distância de 11m entre eles.

No raio de 500m a partir dos pontos amostrais, duas áreas com pontos demarcados se encontram bem próximos aos locais de residências, áreas comerciais e estruturas de lazer do Parque Lagoas do Norte. O risco neste raio considera as distâncias relativamente curtas, menores que 150m, entre as pessoas e o ponto de localização de moluscos e o grande poder de dispersão destes invertebrados.

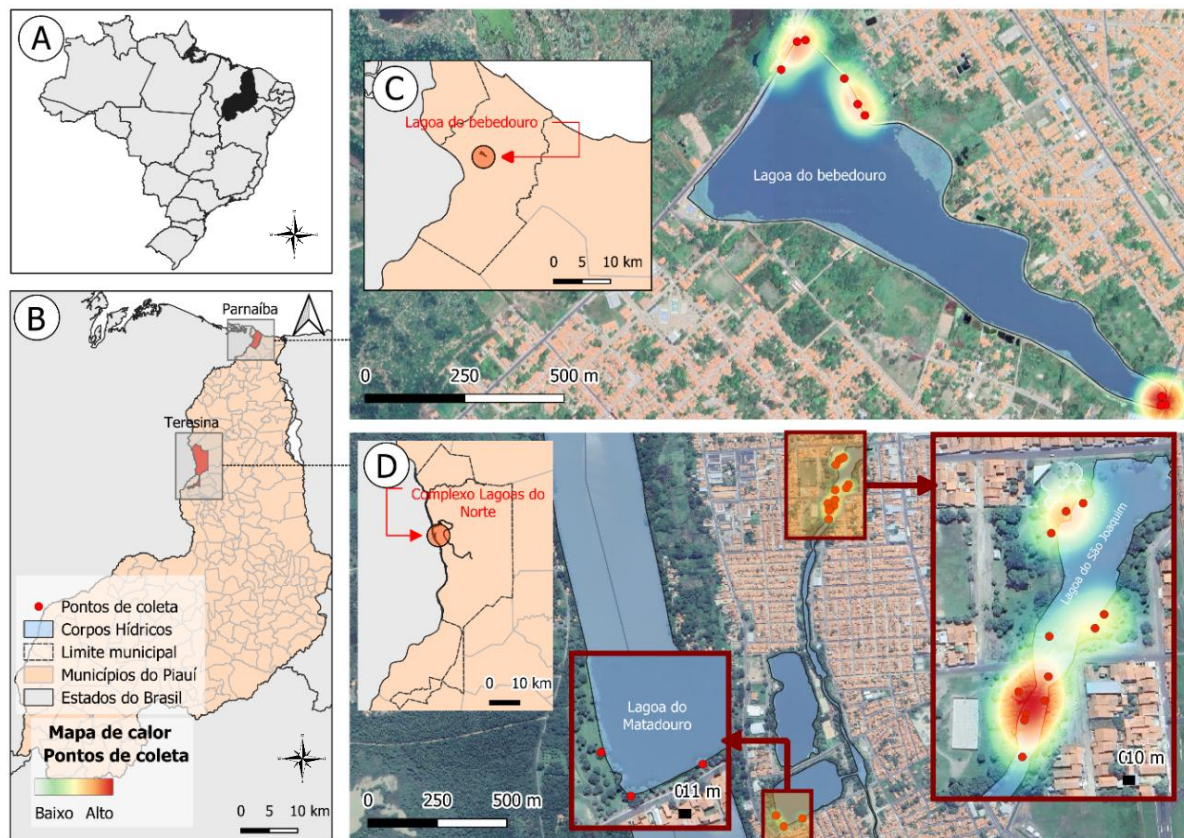


Figura 21. Mapa de calor da distribuição de moluscos a partir do Buffer.

No mapa de Kernel, figura 22, considerando o raio de 500m, identificamos duas áreas de risco, sendo uma delas mais propícia, por possuírem duas espécies de *Biomphalaria* potenciais para o ciclo da esquistossomose (Lagoa do Bebedouro). Na outra área, localizada na

lagoa do São Joaquim, concentram-se três pontos de risco potenciais devido a concentração de moluscos hospedeiros intermediários de doenças parasitárias de veiculação hídrica.

A densidade de Kernel para a distribuição de moluscos revelou áreas de risco similares aos buffers. No entanto, com o Kernel foi possível notar duas áreas mais quente nas lagoas do Parque Lagoas do Norte e Parque Ambiental do Bebedouro, influenciada pela presença de três pontos amostrais mais próximos, em ambas as áreas. Entretanto, nota-se que o risco diminui ao se afastar das áreas centrais de risco.

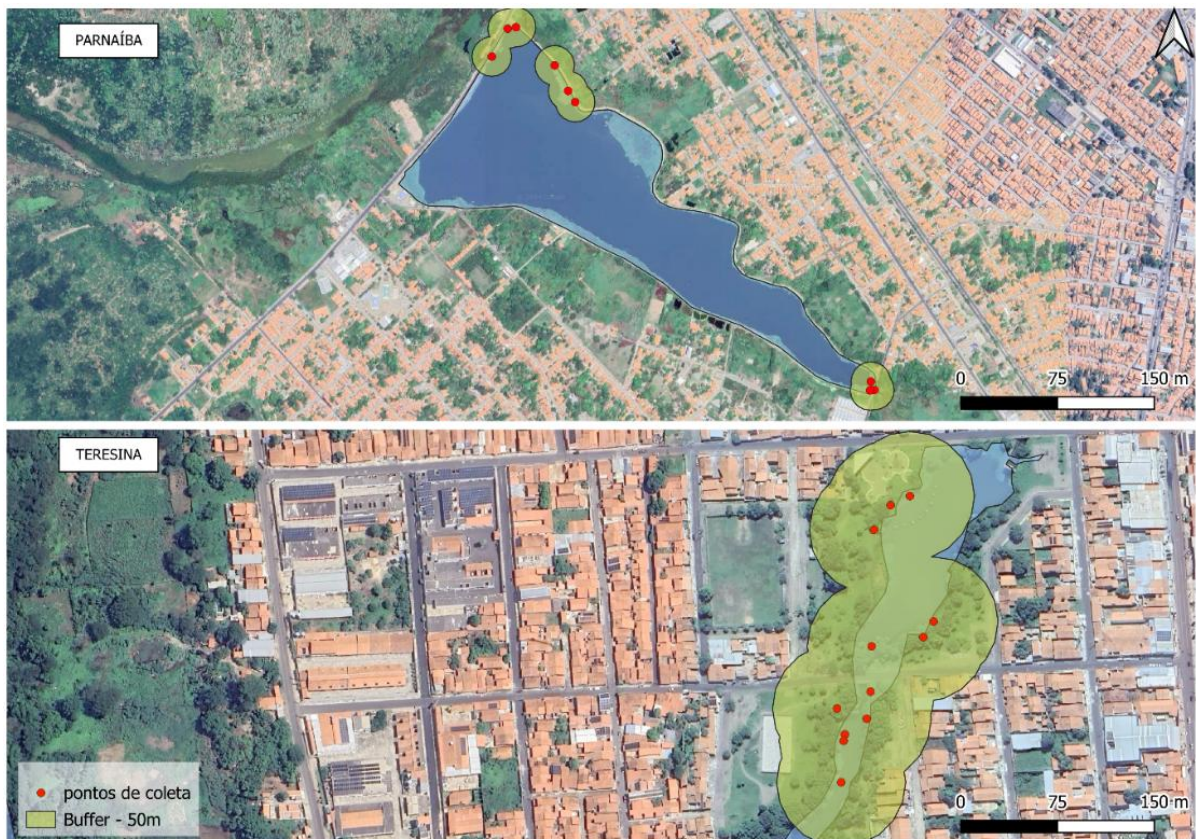


Figura 22. Mapa de Kernel para a distribuição de moluscos com raio de 500m.

A análise de Kernel, sugeri locais futuros de risco devido à proximidade das áreas residenciais ou de lazer com os locais propícios a enchentes. O Complexo Parque Lagoas do Norte possui interligação com os rios Poty e Parnaíba e em períodos de chuvas estes locais são propensos a ter os níveis de água elevados.

6.5 Atividades antrópicas e de animais locais ou migratórios

As ocupações urbanas às margens das lagoas são 72% residenciais ou comerciais (Figura 23), com 28% possuindo cobertura vegetal (Figura 24). Em três locais pesquisados, foi

encontrado próximo as margens, abertura de esgotos urbanos sem atividade contínua (Figura 25). Em dois trechos foi observada a utilização das margens d'água por pessoas e/ou animais. Sendo que em um ponto o motivo da atividade humana era recreativo (Figura 26) e o outro atividade de pesca (Figura 27). Os animais avistados foram cavalos e dentro dos cursos d'água foi registrado aves aquáticas (Figura 28).



Figura 23. Panorama da ocupação das margens, tipo residencial ou comercial.



Figura 24. Vista da ocupação das margens, tipo vegetação.



Figura 25. Aberturas de esgoto nas lagoas do Parque Lagoas do Norte. Na imagem A abertura de esgoto observada na lagoa do Matadouro. No registro B, imagem na lagoa do São Joaquim.



Figuras 26 e 27. Atividades humanas de lazer e de pesca observadas próximo aos habitats aquáticos.

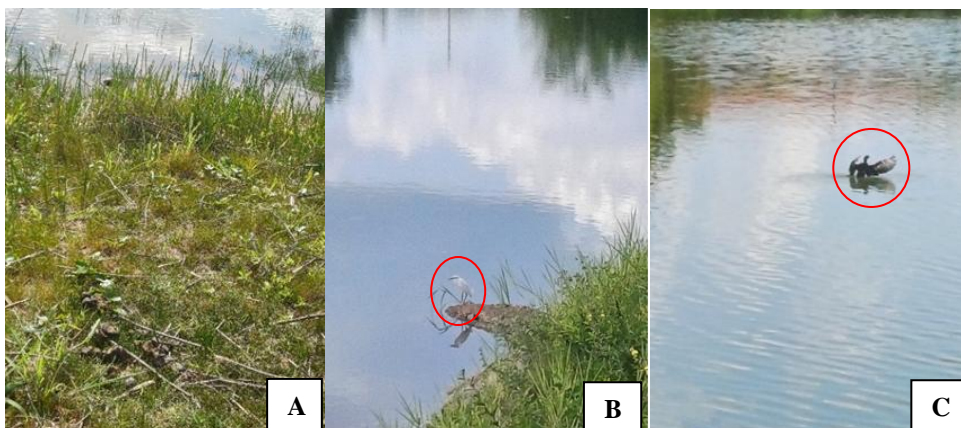


Figura 28. Animais as margens das lagoas. Na imagem A, excrementos de equinos encontrados próximos as margens. Não foi possível capturar a imagem dos equinos nos locais. Nas imagens B e C observa-se em destaque aves aquáticas as margens e nos cursos d'água.

7 DISCUSSÃO

No presente estudo, foi realizado um levantamento da malacofauna límnic na localidades dos municípios de Teresina e Parnaíba, o qual resultou na atualização dos gêneros e espécies, descritos para o estado do Piauí (BRASIL, 2014). Carvalho (2020), descrevendo a distribuição dos moluscos do gênero *Biomphalaria* sp. nos estados brasileiros, relatou 02 (duas) espécies para o estado do Piauí, sendo *B. glabrata* e *B. straminea* para o município de Parnaíba e *B. straminea* para o município de Teresina. Contudo, no presente estudo registra a primeira ocorrência de *B. kuhniana* para o estado do Piauí (em dois pontos no Complexo Parque Lagoas do Norte e em um ponto no Parque Ambiental Lagoa do Bebedouro); em condições de simpatria na lagoa do Bebedouro com *B. glabrata*. *B. kuhniana* é refratária para infecção de *S. mansoni* (FLOCH e FAURAN, 1954).

A ocorrência de *B. glabrata* no Município de Parnaíba foi relatada pela primeira vez em 1984 (PARAENSE e ARAÚJO, 1984), não sendo mais encontrada em outras localidades do estado Piauí (CHAGAS, 2009). Contudo, o último registro de *B. glabrata* em Parnaíba se deu em 2015, não sendo mais encontrada a espécie (informação verbal)¹. A pesquisa recente atualiza o registro de *B. glabrata* para o município de Parnaíba. Apesar da grande relevância em compreender a dinâmica das populações, o presente trabalho se limitou a identificar apenas a ocorrência das espécies, não sendo possível fazer um estudo para saber se houve reintrodução de *B. glabrata* na lagoa do Bebedouro. A confirmação destas duas espécies de planorbídeos coloca o estado piauiense num cenário passível para manutenção da esquistossomose, pois apesar da *B. glabrata* ser altamente suscetível em relação ao *S. mansoni*, a espécie *B. straminea* é que proporciona os altos registros de positividade nos municípios da região Nordeste, devido à sua grande capacidade adaptativa a diversos ambientes (CARVALHO, 2020).

Nesta pesquisa, também foi encontrado o gênero *Melanoides* sp., considerado invasor e de importância médico-veterinária, por participar do ciclo parasitário da paragonimíase e da clonorquíase (BROWN, 1977). Contudo, sua introdução possa ter ocorrido de forma natural, ao longo do tempo. A bioinvasão na maioria das vezes ocorre por atividades humanas intencionais ou não (SOUZA et al., 2009). Considerando que o primeiro registro de *Melanoides* sp. ocorreu no município de Santos, estado de São Paulo, em 1984, através de atividades de

¹ Relato fornecido por Mauro Fernando Barbosa Chagas no 16º Simpósio Internacional de Esquistossomose, em Ouro Preto, MG, em novembro de 2022.

aquarismo (VAZ et al., 1986) e posteriormente se espalhou para outras regiões do Brasil. Outros dois gêneros considerados exóticos, *Anodontites* sp. e *Helisoma* sp., tiveram ocorrência em somente um ponto estudado (P16). Isso se deve provavelmente a atividades humanas recentes nas margens da lagoa, que culminou em pontos restritos, não sendo possível o registro em outras localidades. A expansão de bioinvasores por ocorrer de maneira natural e graduação, dependendo das condições ambientais e atividades antrópicas na região (SOUZA et al., 2009). A dispersão de moluscos aquáticos pode ocorrer por intermédio de aves (MADSEN e FRANDSEN, 1989) ou plantas aquáticas (GUIMARÃES et al., 1990; TELES, 1996). Em outras condições, mesmo que limitadas, pode ocorrer o transporte passivo de indivíduos ou desovas que possam estar aderidos a diversos objetos flutuantes ou detritos (TELES e CARVALHO, 2008).

O protocolo de avaliação rápida de habitats, apresentou um maior registro de moluscos do gênero *Biomphalaria* sp. em trechos impactados e com presença de coliformes. Estes resultados não correspondem a uma pesquisa realizada com Branco e Matheus (1983), que fazendo experimentos com *B. glabrata* em tanques artificiais, constatou que as populações de caramujos não conseguiam se manter, devido a possível quantidade de detritos mantida nos ambientes. Já Borges et al. (2009), demonstraram que *B. straminea* podem ser encontradas em condições semipermanentes, nos locais com água transparente, com substrato e baixas taxas de coliformes fecais. Entretanto, Moreno e Callisto (2006) descrevem uma sobrevivência significativa de moluscos em ambientes poluídos. Semelhantes resultados foram obtidos quando foi feito um levantamento malacológico nos municípios de Mariana (MG), Jabotão dos Guararapes e Goiana (PE) (SOUZA et al., 2006; 2008 e 2010a) em que os ambientes concentravam altas quantidades de detritos. Estas condições, em diversos ambientes, parecem não interferir nas dispersões destes invertebrados.

A partir das análises geoespaciais foi possível dimensionar a distribuição dos exemplares de moluscos límnicos, compreender e prever cenários que possam ocorrer nas localidades pesquisadas. A maioria dos pontos amostrados apresentaram um raio menor que 50m de distância entre eles, o que permitiu agrupar diferentes ambientes para a definição das áreas de riscos. O mapa de intensidade de Kernel determinou áreas de risco, identificando duas áreas de maior risco, uma delas na lagoa do Bebedouro, com pontos amostrais para o gênero *Biomphalaria*. A Lagoa do Bebedouro está encravada na porção sudoeste da mancha urbana do município de Parnaíba. Está ligada ao Riacho do Bebedouro que por sua vez deságua no Canal

de São José. Considerando o alto poder de dispersão dos moluscos mesmo à montante dos cursos d'água, supõe-se que toda a porção oeste da área urbana do município de Parnaíba possa estar vulnerável à presença de possíveis caramujos que possam servir de hospedeiros intermediários. Convém considerar também alguns cursos d'água temporários ao montante da Lagoa do Bebedouro que possuem o potencial de dispersar os caramujos para a porção sul da mancha urbana do município.

A outra área de maior risco fica na lagoa do São Joaquim do Parque Lagoa do Norte. A lagoa do São Joaquim se liga a outras lagoas, brejos e áreas alagáveis através de canais e cursos de drenagem que inundam em períodos chuvosos. O interior dessa região é uma área de alto risco de contato com os moluscos, devido a proximidades dos pontos. Considerando a capacidade de deslocamentos por grandes espaços em flutuação, ou através do transporte passivo das desovas e de indivíduos aderidos aos mais diferentes objetos flutuantes, como as folhas, galhos, pedaços de madeira, plásticos e outros detritos (TELES e CARVALHO, 2008), o complexo de lagoas do Parque Lagoas do Norte juntamente com as diversas áreas alagáveis interligadas ou muito próximas reúnem características que aumentam o potencial de dispersão dos caramujos do gênero *Biomphalaria*. Além de um percentual considerável de residências está localizado praticamente colado às margens das lagoas, distando em média de 20 metros a menos de 10 metros da lâmina d'água. Gomes et al. (2019), em um estudo realizado em Pernambuco, visualizaram também agrupamentos de pontos amostrais com a distância de 1km e obtiveram quatro áreas de risco para esquistossomose e 54 focos potenciais de transmissão.

O mapa de risco buffer apresentou a distribuição dos moluscos sem interposição expressiva dos pontos, nas diferentes localidades em um raio de 500m, evidenciando áreas de maior risco devido a distâncias menores entre os criadouros e as áreas residenciais. Barbosa et al. (2015) utilizaram a mesma ferramenta para avaliar a distância do foco e dos criadouros em relação às pousadas no bairro do município de Porto de Galinhas/PE. No caso, a distância aplicada em uma área urbanizada foi de 100 a 500m.

O estudo da caracterização ambiental na ausência da variável temperatura em relação aos moluscos constatou que as variáveis localidade, ocupação das margens sendo residencial ou comercial e odor da água, são as que mais explicam a presença dos moluscos nos criadouros. A maioria dos moluscos foram encontrados em locais onde o pH era alcalino (variava entre 7,0 e 8,0).

Em relação as ocupações das margens, Moraes, Leite e Goulart (2008), relatam dados semelhantes ao que constatamos, onde áreas peridomiciliares junto ao saneamento básico precário, possibilita a manutenção de criadouros de moluscos. Teles, 2005 identificou que a distribuição geográfica das populações de moluscos, coincide com os elevados níveis de urbanização. Contudo, Teles, 1996 já havia verificado que a disseminação dos caramujos se dá principalmente pelo aproveitamento das margens dos cursos d'água.

Estudos realizados em diferentes coleções hídricas, demonstram que fatores abióticos favorecem a manutenção dos criadouros de moluscos (BRASIL, 2007; MORAES, LEITE e GOULART, 2008; KALINDA, CHIMBARI e MUKARATIRW, 2017; LOPES et al., 2017; STENSGAARD et al., 2018; LEO et al., 2020; HABIB et al., 2021). No entanto, existe escassez de pesquisas relacionadas especificamente ao odor da água e as populações de moluscos. Por outro lado, em relação ao pH da água, alguns estudos tiveram resultados próximos aos nossos relatados. Análises feita por Silva et al., 2006, em malacofauna aquática, descreve que a manutenção das populações ocorre em águas alcalinas, estes podendo ser observadas em pH altos, variando de 9,7 (LEAL NETO et al., 2013) a 11,1 (BARBOSA et al., 2017). Entretanto, nossos resultados se aproximam de Carvalho (2020), a qual relata que estes indivíduos, principalmente caramujos do gênero *Biomphalaria*, normalmente são encontrados em ambientes que o pH varia entre seis e oito. Já Lopes et al., (2017) coloca que a dispersão destes caramujos pode ocorrer devido a vários fatores, dentre eles, pH entre 7,0 e 8,0. Em ambientes ácidos (pH<5,6), os moluscos são incapazes de depositar cálcio nas conchas (BRASIL, 2008). As nossas análises apresentam um ambiente favorável para a colonização da malacofauna límnic.

Quando foram investigados os feitos das variáveis na ausência da característica pH, observamos resultados semelhantes, com acréscimo da característica temperatura para a existência da malacofauna nos ambientes aquáticos. A maioria dos locais, foi registrado temperatura em torno de 30°C, possuindo uma pequena variação (2°C) para menos ou para mais nos restantes dos trechos. Entretanto, em um estudo clássico de Paraense, 1972 foi observado que os moluscos vivem sob condições ideais, em temperaturas que variam entre 20 e 25°C. Barbosa e Barbosa (1994), relatam que caramujos tem seu desenvolvimento ideal, quando estão sob condições de temperatura entre 20°C e 26°C, podendo tolerar temperaturas entre 18°C e 41°C. Já Kalinda; Chimbari e Mukaratirw (2017), descrevem que aumento da dispersão desses organismos, pode ter diversas características determinantes, como por exemplo temperatura

variando de 20°C a 30 °C, com tolerância 18°C a 32 °C. Em certas condições ambientais, altas temperaturas podem favorecer a manutenção de criadouros de moluscos (MORAES, LEITE e GOULART, 2008). Um conjunto de fatores abióticos e bióticos podem contribuir na dispersão destes invertebrados (MOARES et al., 2014). Nossos resultados sugerem esta intercorrência.

Contudo, quando analisamos as características ambientais pesquisadas em relação especificamente com as espécies de *Biomphalaria* sp., observamos que as variáveis Tipo fundo (cimento ou canalização), Impactos humanos e Cor da água se destacam além das variáveis já descritas anteriormente (Tabela 4 e 5). Em relação ao tipo de fundo (cimento ou canalizado), podemos correlacionar com Kools et al., (2001); onde fazendo um estudo sobre os aspectos físicos e biológicos dos ambientes, encontraram caramujos em maiores quantidades em tanques, lagos, canais e pequenas valas. Entretanto, Leo et al., (2020); Habib et al., (2021), relatam que criadouros com características rochosas ou lamacentas favorecem a dispersão destes caramujos. As análises que realizamos confirmam a influência destas caracterizações, devido as suas expressividades no mapa de MCA (Figuras 11, 12 e 13). Já Paraense (1972), realizando uma pesquisa com *B. glabrata* em taques artificiais de alvenaria, constatou que populações de bionfalárias não conseguem se manter quando os ambientes possuem substratos orgânicos acumulados, diferentes de tanques que não mantêm substratos acumulados. Estes últimos as populações se mantêm estáveis. É provável que alguns fatores ambientais, quando bem expressivos, possam interferir no equilíbrio do biótopo destes moluscos; mas vale ressaltar que normalmente um conjunto de elementos (riqueza de microflora e matéria orgânica, pouca turbidez, boa insolação, pH, temperatura) podem atuar para garantir estabilidade e sobrevivência dos indivíduos, permitindo a exploração de diversos habitats, como lagoas, poças, cisternas, pântanos, remansos de rios, riachos, córregos, valas, canais de irrigação e de drenagem, esgotos domésticos, caixa d'água, dentre outras (BORGES et al., 2009).

Nossas observações direcionadas a cor da água, destacam ambientes possuindo desde uma coloração a qual poderíamos descrever como semitransparente a ausente. Estes achados diferem em parte as pesquisas feitas em criadouros naturais, onde descrevem a cor da água sendo claras (STENSGAARD et al., 2018; LEO et al., 2020; BORGES et al., 2009). Nos ambientes a qual descrevemos, é provável que a água contida nas margens, possa ter elementos orgânicos ou inorgânicos que possam favorecer a sobrevivência destes caramujos.

As atividades humanas foram expressivas nos locais explorados. O que sugere uma condição positiva para manutenção dos grupos destes planorbídeos nos ambientes. Thiengo e Fernandez (2008), relatam que ambientes antrópicos, onde atividades como piscicultura ou a criação de habitats artificiais, podem contribuir para a dispersão dos moluscos. Em um relato anterior, Barbosa e Barbosa (1994), descrevendo as características bioecológicas dos habitats de *Biomphalaria sp.*, relatam que interferências antrópicas nos locais, como mudanças dos cursos d'água ou poluição direta podem interferir drasticamente nas populações de caramujos. Estas condições não foram encontradas com expressividade nos locais de estudo do Complexo Lagoas do Norte e Parque Ambiental Lagoa do Bebedouro. Em dois trechos foram registrados abertura direta de esgotos próximos as margens (Figura 13); e atividades de piscicultura (Figura 14) e atividades de lazer (Figura 15). Além de impactos antrópicos, aves e mamíferos foram observados nos ambientes aquáticos. Estes animais podem influenciar no surgimento de novas populações ou espécies de moluscos. Atividades de animais próximos aos trechos d'água podem contribuir para a caracterização do ambiente. Bezerra et al., (2018), relata que em habitats aquáticos excrementos de animais podem servir de alimento para caramujos que vivem próximos as margens, garantido a sobrevivência deles. Contudo, caramujos de água doce podem ser dispersados e formar novas colônias através de aves locais e/ou migratórias, ou mamíferos que utilizam os biótopos (Madsen e Frandsen, 1989). Portanto, a manutenção e formação da malacofauna pode ser influenciada direta ou indiretamente por impactos humanos e não humanos.

8 CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

O município de Parnaíba possui risco epidemiológico em relação à instalação de foco de esquistossomose ou à transmissão da esquistossomose mansoni, devido a presença de *B. glabrata* e condições ambientais favoráveis a manutenção do ciclo biológico do *S. mansoni*. No município de Teresina, observa características semelhantes, com a constatação da *B. straminea* em alguns ambientes aquáticos.

A avaliação dos biótopos com o agrupamento dos dados malacológicos, microbiológicos, caracterização ambiental e geoespaciais, permitiu identificar a distribuição e agrupamento dos moluscos límnicos nos locais pesquisados, os fatores de maior influência para manutenção dos criadouros e conseqüentemente, determinar as possíveis áreas de risco para doenças parasitárias de veiculação hídrica associadas as populações de moluscos.

A implementação de um grupo de trabalho de vigilância ambiental nas localidades, em parceria com as autoridades de saúde competentes se faz necessário, para o aprofundamento de estudos epidemiológicos e a criação de novos protocolos de investigação, com busca ativa, para o diagnóstico precoce de novos casos.

Ações diretas de intervenção epidemiológica e atividades de educação ambiental nas comunidades, devem ser contínuas e priorizadas devido ao risco de infecção nos locais pesquisados.

9 REFERÊNCIAS

- ALPERT, P.; BONE, E.; HOLZAPFEL, C. Invasiveness, invasibility and the role of environmental stress in the spread of non-native plants. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**, v. 3, n. 1, p. 52–66, 2000.
- ALVES, L. M.; BETTS, R.; BUSTAMANTE, J. F.; CHAGAS, D. J.; CHOU, S. C.; GOMES, J. L.; KAY, G.; LYRA, A. A.; MARENGO, J. A.; PESQUERO, J. F.; SUEIRO, G.; TAVARES, P.; SANTOS, D. C.; SOARES, W. R. Development of regional future climate change scenarios in South America using the Eta CPTEC/HadCM3 climate change projections: climatology and regional analyses for the Amazon, São Francisco and the Paraná River basins. **Climate Dynamics**, v. 38, n. 9-10, p. 1829-1848, 2012.
- AMARAL, A. C. Z.; RIBEIRO, C. V.; MANSUR, M. C. D.; PAIVA, A. W. E.; MATTEWS-CASCON, H.; LEITE, F. P. P.; DE MELO, G. A. S.; COELHO, P. A.; BUCKUP, L.; VENTURA, C. R. R. A situação de ameaça dos invertebrados aquáticos do Brasil. Livro Vermelho Fauna Brasileira Ameaçada Extinção, 2008, n. 1, 156–165 p.
- ANARUMA FILHO, F.; SANT'ANA, J. M.; DOS SANTOS, R. F.; CASTAGNA, C. L. Environmental inducers of schistosomiasis mansoni in Campinas, Brazil. **Geospatial Health**, v. 5, n. 1, p.79-91, 2010.
- AZEVÊDO, E. D. L.; VIDIGAL, T. H. D. A.; CALLISTO, M.; MOLOZZI, J. First record of *Corbicula largillierti* (Philippi 1844) in the Paraíba River Basin and potential implications from water diversion of the São Francisco River. **Biota Neotropica**, São Paulo, v. 14, n. 4, p. 1-4, 2014.
- BARBOSA, F. S. Tópicos em Malacologia Médica. Rio de Janeiro: Fiocruz, 1995. 314p.
- BARBOSA, F. S.; BARBOSA, C. S. The bioecology of snail vectors for schistosomiasis in Brazil. **Cad Saude Publica**, v. 10, n. 2, p. 200-9, 1994.
- BARBOSA, F. S.; DOBBIN JUNIOR, J. E. Effects of the dry season on *Australorbis glabratus* (Mollusca, Planorbidae). Publ. Avulsas Inst. Aggeu Magalhães, n. 1, v. 11, p. 145-148, 1952b.
- BARBOSA, F. S.; DOBBIN JUNIOR, J. E. Resistência de *Australorbis glabratus* à dessecação em condições naturais. Publ. Av. Inst. Aggeu Magalhães, n. 1, v. 11, p. 141-144, 1952a.
- BARBOSA, F. S.; SANCHES, O.; BARBOSA, C. S.; ARRUDA, F. Dynamics of snail populations of *Biomphalaria glabrata* and *B. straminea* under semi-natural conditions. **Cadernos de Saúde Pública**, n. 8, v. 2, 1992. doi: 10.1590/S0102 311X1992000200007.
- BARBOSA, V. S. R.; LOYO, M.; GUIMARÃES, R. J. DE P. S.; BARBOSA, C. S. Os sistemas de informação geográfica em estudo sobre a esquistossomose em Pernambuco. **Rev Saude Publica**, v. 51, p. 107, 2017.

BARBOSA, V. S.; GUIMARAES, R.; LOYO, R. M.; BARBOSA, C. S. Modelling of the distribution of *Biomphalaria glabrata* and *Biomphalaria straminea* in the metropolitan region of Recife, Pernambuco, Brazil. **Geospatial Health**, v. 11, n. 3, p. 362-367, 2016.

BARCELLOS, C.; RAMALHO, W. Situação atual do geoprocessamento e da análise de dados espaciais em saúde no Brasil. **Informática Pública**, v. 4, n. 2, p. 221–230, 2002.

BEZERRA, F. S. M.; PINHEIRO, M. C. C.; SILVA FILHO, J. D. D.; CASTRO, I. M. N.; CALDEIRA, R. L.; SOUSA, M. S.; CAVALCANTE, A. B.; RAMOS JÚNIOR, A. N. Identification of *Biomphalaria* sp. and other freshwater snails in the large-scale water transposition project in the Northeast of Brazil. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de Sao Paulo**, v. 60, n. 41, 2018.

BORGES, E. A.; LEMOS, J. C.; FERRETE, J. A. Fauna de moluscos (*Biomphalaria*) vetores da esquistossomose nos cursos d'água do assentamento de reforma agrária Ezequias dos Reis, no município de Araguari-MG, 2009. Disponível em: <<http://www.horizontecientifico.propp.ufu.br/include/getdoc.php?id=744>>. Acesso em 05 set. 2022.

BRANCO, S. M.; MATHEUS, C. E. Desenvolvimento de caramujos planorbídeos em lagoas de estabilização de esgotos. **Revista DAE (SABESP) São Paulo**, n. 135, p. 37-41, 1983.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. Manual prático de análise de água / Fundação Nacional de Saúde., 4. ed., Brasília: Funasa, p 23-27, 2013.

BRASIL. Ministério da Saúde. 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, 2007. 178p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. Vigilância e controle de moluscos de importância epidemiológica: Diretrizes Programa de Vigilância e Controle da Esquistossomose (PCE). 2ª. ed. Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2008. 14p. (Série A. Normas e Manuais Técnicos).

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. Vigilância e controle de moluscos de importância epidemiológica: Diretrizes Programa de Vigilância e Controle da Esquistossomose (PCE). 2ª. ed. Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2008a. 15p. (Série A. Normas e Manuais Técnicos).

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. Vigilância e controle de moluscos de importância epidemiológica: Diretrizes Programa de Vigilância e Controle da Esquistossomose (PCE). 2ª. ed. Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2008b. 19p. (Série A. Normas e Manuais Técnicos).

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. Vigilância e controle de moluscos de importância epidemiológica: Diretrizes Programa de Vigilância e Controle da Esquistossomose (PCE). 2ª. ed. Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2008c. 39p. (Série A. Normas e Manuais Técnicos).

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. Vigilância da Esquistossomose Mansoni: diretrizes técnicas. 4ª ed. Brasília, Ministério da Saúde, 2014.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Guia de Vigilância Epidemiológica. Esquistossomose mansônica. Série A. Normas e manuais técnicos. 7ª edição. Brasília: Ministério da Saúde, 2009, p.19-29.

BROWN, H. W. Parasitologia Clínica. Ed. Interamericana, p. 367, 1977.

BROWN, D. S. Freshwater snails of Africa and their medical importance. London: Taylor & Francis, 1994, 609 p.

BYERS, J. E. Impact of non-indigenous species on natives enhanced by anthropogenic alteration of selection regimes. **Oikos**, v. 97, p. 449-458, 2002.

CALDEIRA, R. L.; TEODORO, T. M.; JANNOTTI-PASSOS, L. K.; LIRA-MOREIRA, P. M.; GOVEIA, C. O.; CARVALHO, O. S. Characterization of South American Snails of the Genus *Biomphalaria* (Basommatophora: Planorbidae) and *Schistosoma mansoni* (Platyhelminthes: Trematoda) in Molluscs by PCR-RFLP. **BioMed Research International**, v. 2016, p. 1–5, 2016.

CALLISTO, M.; FERREIRA, W. R.; MORENO, P.; GOULART, M.; PETRUCIO, M. Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ). **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 34, p. 91-97, 2002.

CALLISTO, M.; MORETTI, M.; GOULART, M. Macroinvertebrados bentônicos como ferramenta para avaliar a saúde de riachos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 6, n. 1, p. 71-82. 2001.

CARLTON, J. T.; GELLER, J. B. Ecological roulette: the global transport of nonindigenous marine organisms. **Science**, V. 261, p. 78–82, 1993.

CARLTON, J. T. Pattern, process, and prediction in marine invasion ecology. **Biological Conservation**, v. 78, p. 97-106, 1996.

CARDIM, L. L.; FERRAUDO, A. S.; PACHECO, S. T. A.; REIS, R. B.; SILVA, M. M. N.; CARNEIRO, D. D. M. T.; BAVIA, M. E. Análises espaciais na identificação das áreas de risco para a esquistossomose mansônica no município de Lauro de Freitas, Bahia, Brasil. **Cad. Saúde Pública**, v. 27, n. 5, p. 899-908, 2011.

CARVALHO, O. S.; COELHO, P. M. Z.; LENZI, H. L. *Schistosoma mansoni* e esquistossomose: uma visão multidisciplinar. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2008.

CARVALHO, O. S.; MENDONÇA, C. L. F. D.; MARCELINO, J. M. D. R.; PASSOS, L. K. J.; FERNANDEZ, M. A.; LEAL, R. D. S.; CALDEIRA, R. L.; SCHOLTE, R. G. C.; CARMO, E. H.; MESQUITA, S. G.; THIENGO, S. C. Distribuição geográfica dos hospedeiros intermediários do *Schistosoma mansoni* nos estados do Paraná, Minas Gerais, Bahia, Pernambuco e Rio Grande do Norte, 2012-2014. **Epidemiol. Serv. Saude**, Brasília, v. 27, n. 3, out., 2018.

CARVALHO, M. S.; PINA, M. F.; SANTOS, S. Conceitos básicos de Sistemas de Informação Geográfica e Cartografia aplicados à saúde. Brasília: OPAS, 2000.

CARVALHO, O. S. Moluscos hospedeiros intermediários de *Schistosoma mansoni* do Brasil. Belo Horizonte: Instituto René Rachou; Fiocruz, 2020. 17 p.

CARVALHO, O. S. Moluscos hospedeiros intermediários de *Schistosoma mansoni* do Brasil. Belo Horizonte: Instituto René Rachou; Fiocruz, 2020a, p. 49-70.

CARVALHO, O. S. Moluscos hospedeiros intermediários de *Schistosoma mansoni* do Brasil. Belo Horizonte: Instituto René Rachou; Fiocruz, 2020b. p. 35-48.

CARVALHO, O. S. Moluscos hospedeiros intermediários de *Schistosoma mansoni* do Brasil. Belo Horizonte: Instituto René Rachou; Fiocruz, 2020. 124 p.

CARVALHO, O. S.; PASSOS, L. K. J.; MENDONÇA, C. L. F.; CARDOSO, P. C. M.; CALDEIRA, R. L. Moluscos de importância médica no Brasil. Belo Horizonte. Fiocruz/Centro de Pesquisa René Rachou, 2ª edição, série esquistossomose, v. 16, p. 86, 2014.

CEBALLOS, B. S. O.; DINIZ, C. R. Técnicas de microbiologia sanitária e ambiental. Campina Grande: EDUEPB, p. 324, 2017.

CHAGAS, M. F. B. Distribuição Espacial de Espécies de Caramujos (Mollusca: Gastropoda) Transmissores do *Schistosoma Mansoni* no Estado do Piauí. **Rev. da Soc. Bras. de Medic. Trop.**, v. 42(Supl. I), p. 453, 2009.

CHIESA, A. M.; WESTPHAL, M. F.; KASHIWAGUI, N. M. Geoprocessamento e a promoção da saúde: desigualdades sociais e ambientais em São Paulo. **Revista de Saúde Pública**, v. 36, n. 5, p. 559-567, 2002.

COLAUTTI, R.; MacISAAC, H. A neutral terminology to define invasive species. **Diversity and Distributions**, n. 10, p. 135-141, 2004.

COLLADO, G. A.; VILA, I.; MÉNDEZ, M. A. Monophyly, candidate species and vicariance in *Biomphalaria* snails (Mollusca: Planorbidae) from the Southern Andean Altiplano. **Zoologica Scripta**, v. 40, n. 6, p. 613-622, 2011.

COLLEY, D. G.; BUSTINDUY, A. L.; SECOR, W. E.; KING, C. H. Human schistosomiasis. **The Lancet**, v. 383, n. 13, p. 2253-2264, jun. 2014.

CORDELLIER, M.; PFENNINGER, A.; STREIT, B.; PFENNINGER, M. Assessing the effects of climate change on the distribution of pulmonate freshwater snail biodiversity. **Marine Biology**, n. 159, p. 2519-2531, 2012.

CORDELLIER, M.; PFENNINGER, M. Inferring the past to predict the future: climate modelling predictions and phylogeography for the freshwater gastropod *Radix balthica* (pulmonata, basommatophora). **Molecular Ecology**, [S.L.], v. 18, n. 3, p. 534-544, fev. 2009.

COSTA, P. S.; SANTOS, N. C.; CUNHA, P.; COTTER, J.; SOUSA, N. The Use of Multiple Correspondence Analysis to Explore Associations between Categories of Qualitative Variables in Healthy Ageing. **Journal of aging research**, v. 2013, n. 302163, 2013.

COWIE, R. H.; ROBINSON, D. G. Pathways of introduction of nonindigenous land and freshwater snails and slugs. In: Ruiz G and Carlton JT (Eds), *Invasive species: vectors and management strategies*, Washington DC: Island Press, p. 93-122, 2003.

DARRIGRAN, G.; DAMBORENEA, C. Bio-invasión del mejillón dorado em el continente americano. La Plata, Argentina: Univ. Nacional de La Plata, 2006, 226 p.

DEJONG, R. J.; MORGAN, J. A.; PARAENSE, W. L.; POINTIER, J. P.; AMARISTA, M.; AYEK-KUMI, P. F.; BABIKER, A.; BARBOSA, C. S.; BRÉMOND, P.; PEDRO, CANESE, A.; DE SOUZA, C. P.; DOMINGUEZ, C.; FILE, S.; GUTIERREZ, A.; INCANI, R. N.; KAWANO, T.; KAZIBWE, F.; KPIKPI, J.; LWAMBO, N. J.; MIMPFOUNDI, R.; NJIOKOU, F.; NOËL PODA, J.; SENE, M.; VELÁSQUEZ, L. E.; YONG, M.; ADEMA, C. M.; HOFKIN, B. V.; MKOJI, G. M.; LOKER, E. S. Evolutionary relationships and biogeography of *Biomphalaria* (Gastropoda: Planorbidae) with implications regarding its role as host of the human bloodfluke, *Schistosoma mansoni*. **Mol. Bio. Evol.**, v. 18, p. 2225-2239, 2001.

DESLANDES, N. Técnica de dissecação e exame de planorbideos. **Revista do Serviço Especial de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 4, n. 2, p. 371-382, abr. 1951.

DOS SANTOS, S. B.; THIENGO, S. C.; FERNANDEZ, M. A.; MIYAHIRA, I. C.; GONÇALVES, I. C. B.; XIMENES, R. D. F.; MANSUR, M. C. D.; PEREIRA, D. Espécies de moluscos límnicos invasores no Brasil. *Moluscos límnicos invasores no Brasil*. Biol. Prevenção Controle 2012, 25–49 p. ISBN: 978-85-61638-46-7.

FACON, B.; MACHLINE, E.; POINTIER, J.P.; P. DAVID. Variation in desiccation tolerance in freshwater snails and its consequences for invasion ability. **Biological Invasions**, v. 6, p. 283–293, 2004.

FERNANDEZ, M. A.; SANTOS, S. B. dos; MIYAHIRA, I. C.; GONÇALVES, I. C. B.; XIMENES, R. F. de; THIENGO, S. C. Gastrópodes límnicos invasores: morfologia comparada. In: MANSUR, M. C. D.; SANTOS, C. P. dos; PEREIRA, D.; PAZ, I. C.P.; ZURITA, M. L.L.;

- RODRIGUEZ, M. T. R.; NEHRKE, M. V.; BERGONCI, P.E.A. (Org.). Moluscos límnicos invasores no Brasil: biologia, prevenção e controle. Porto Alegre: Redes Editora, 2012. p.125-136.
- FERREIRA, C. E. L.; GONÇALVES, J. E. A.; COUTINHO, R. Community structure of fishes and habitat complexity in a tropical rocky shore. **Environmental Biology of Fishes**, n. 61, v. 4, p. 353-369, 2001.
- FIOCRUZ. Fundação Osvaldo Cruz. Laboratório Virtual. Disponível em: <http://www.fiocruz.br/biosseguranca/Bis/lab_virtual/riscos_biologicos.html> Acesso em 26 mai 2022.
- FLOCH, H.; FAURAN P. Bilharziose intestinale et *Tropicorbis kühnianus* (Clessin) em Guyane Française. **Arch Inst Pasteur Guyane Française**, v. 15, p. 1-7, 1954.
- FLORENSA, D.; GODOY, P.; MATEO, J.; SOLSONA, F.; PEDROL, T.; MESAS, M.; PINOL, R. The Use of Multiple Correspondence Analysis to Explore Associations Between Categories of Qualitative Variables and Cancer Incidence. **IEEE journal of biomedical and health informatics**, v. 25, n. 9, p. 3659–3667, 2021.
- FLORENSA, D.; MATEO-FORNÉS, J.; SOLSONA, F.; PEDROL AIGE, T.; MESAS JULIÓ, M.; PIÑOL, R.; GODOY, P. Use of Multiple Correspondence Analysis and K-means to Explore Associations Between Risk Factors and Likelihood of Colorectal Cancer: Cross-sectional Study. **Journal of medical Internet research**, v. 24, n. 7, 2022.
- FONSECA, F.; FREITAS, C.; DUTRA, L.; GUIMARÃES, R.; CARVALHO, O. Spatial modeling of the schistosomiasis mansoni in Minas Gerais State, Brazil using spatial regression. **Acta tropica**, v. 133, p. 56-63, 2014.
- FRANÇA, R. S.; SURIANI, A. L.; ROCHA, O. Composição das espécies de moluscos bentônicos nos reservatórios do baixo rio Tietê (São Paulo, Brasil) com uma avaliação do impacto causado pelas espécies exóticas invasoras. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 24, n. 11, p. 41-51, mar. 2007.
- FRANZOZO, A.; NEGREIROS-FRANZOZO M. L. Zoologia dos Invertebrados. Rio de Janeiro: Roca, 2016. 661 p.
- FREITAS, J. R. Descrição do hábitat de *Biomphalaria glabrata*. Belo Horizonte: Fundação do Desenvolvimento da Pesquisa, 1978.
- GIANNINI, T. C. Desafios atuais da modelagem preditiva de distribuição de espécies. **Rodriguésia**, v. 63, n. 3, p.733-749, 2012.
- GITHEKO, A. K.; SCHERAGA, J. D.; WOODWARD, A. Climate change and human health: risks and responses. World Health Organization, Geneva, p. 61-78, 2010.

GOMES, E. C. D. S.; MESQUITA, M. C. D. S.; WANDERLEY, L. B.; MELO, F. L. D.; GUIMARÃES, R. J. D. P. S.; BARBOSA, C. S. Spatial risk analysis on occurrences and dispersal of *Biomphalaria straminea* in an endemic area for schistosomiasis. **Journal of vector borne diseases**, v. 55, n. 3, p. 208-214, 2018.

GRISOLIA, M. L. M.; FREITAS, J. R. Características físicas e químicas do habitat da *Biomphalaria tenagophila* (Mollusca, Planorbidae). **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 80, p. 237 - 244, 1985.

GUIMARÃES, C. T.; DE SOUZA, C. P.; SOARES, D. de M.; ARAUJO, N.; SCHUSTER, L. M. Occurrence of molluscs in aquaria of ornamental fishes in Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil. **Mem Inst Oswaldo Cruz**, v. 85, n. 1, p. 127-9, 1990.

HABIB, M. R.; GUO, Y-H, L.V. S.; GU, W-B.; LI, X-H.; ZHOU, X-N. Predicting the spatial distribution of *Biomphalaria straminea*, a potential intermediate host for *Schistosoma mansoni*, in China. **Geospatial Health**, v. 11, p. 453, 2016.

HABIB, M. R.; SHAN, L.V.; ROLLINSON, D.; ZHOU, X. Invasion and dispersal of *Biomphalaria* species: Increased vigilance needed to prevent the introduction and spread of schistosomiasis. **Frontiers in Medicine**, v. 10, p. 1-16, 2021.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Diretoria de Pesquisas (DPE). Coordenação de População e Indicadores Sociais (COPIIS). Disponível em: https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/media/com_mediaibge/arquivos/7d410669a4ae85faf4e8c3a0a0c649c7.pdf. Acesso em 18 jun. 2020.

JOHNSON, R. A.; WICHERN, D. W. Applied multivariate correspondence analysis. Pearson Prentice Hall. Upper Saddle River, 2007.

KALINDA, C.; CHIMBARI, M.; MUKARATIRWA, S. Implications of changing temperatures on the growth, fecundity and survival of intermediate host snails of schistosomiasis: A systematic review. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 14, n. 1, p. 2-18, 2017.

KATZ, N.; PEIXOTO, S. N. Análise crítica da estimativa do número de portadores de esquistossomose no Brasil. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, Uberaba, v. 33, n. 3, p. 303-308, 2000.

KLOOS, H.; SOUZA, C.; GAZZINELLI, A.; SOARES-FILHO, B. S. TEMBA, P. C.; BEHONY, J.; PAGE, K.; GRIZYWACZ, C.; OLIVEIRA, R. C. Distribution of *Biomphalaria* sp. in different habitats in relation to physical, biological, water contact and cognitive factors in a Rural area in Minas Gerais, Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 96, p. 517-66, 2001.

KOLAR, C.S.; LODGE, D. M. Progress in invasion biology: predicting invaders. **Trends Ecol. Evol.**, v.16, p. 199-204, 2001.

- LAMBERTUCCI, J. R.; ROCHA, R.S.; CARVALHO, O. S.; KATZ, N. A esquistossomose em Minas Gerais. **Rev. Soc. Bras. Med. Trop.**, n. 20 p. 47-52, 1987.
- LANZER, R. M.; SCHÄFER, A. Fatores determinantes da distribuição de moluscos dulceaquícolas nas lagoas costeiras do Rio Grande do Sul. **Acta Linnol. Brasil.**, v. 11, p. 649-675, 1988.
- LEAL NETO, O. B.; GOMES, E. C. S.; OLIVEIRA JÚNIOR, F. J. M.; ANDRADE, R.; REIS, D. L.; SOUZA-SANTOS, R. et al. Biological and environmental factors associated with risk of schistosomiasis mansoni transmission in Porto de Galinhas, Pernambuco State, Brazil. **Cad Saude Publica**, v. 29, n. 2. P. 357-67, 2013.
- LEO, G. A.; STENSGAARD, A. S.; SOKOLOW, S. H.; N'GORAN, E. K.; CHAMBERLIN, A. J.; YANG, G. J.; UTZINGER, J. Schistosomiasis and climate change. **BMJ**, v. 37, p. 1-8, 2020.
- LINHOSS, A. C.; CAMACHO, R.; ASHBY, S. Oyster habitat suitability in the Northern Gulf of Mexico. **Journal of Shellfish Research**, v.35, n.4, p.841-849, 2016.
- LOBO, E. A.; VOOS, J. G.; ABREU JÚNIOR, E. F. Utilização de um protocolo de avaliação rápida de impacto ambiental em sistemas lóticos do Sul do Brasil. **Caderno de Pesquisa**, Série Biologia, Santa Cruz, v. 23, n. 1, p. 18-33, 2011.
- LOCKWOOD, J. L.; CASSEY, P.; BLACKBURN T. The role of propagule pressure in explaining species invasions. **Trends Ecol Evol.**, May. v. 20, n. 5, p. 223-8, 2005.
- LONSDALE, W. M. Global patterns of plant invasions and the concept of invisibility. *Ecology*, v. 80, p. 1522-1536, 1999.
- LOPES, T. A.; NOBUSHIGE, S. Y. L.; SILVA, A. P. S.; GOVEIA, C. O.; ENK, M. J.; SAMPAIO, I.; SALES, J. B. L.; FILHO, L. F. S. R. Distribution and identification of the genus *Biomphalaria* preston (1910): important insights into the epidemiology of schistosomiasis in the Amazon region. **Revista de Biologia**, v. 17, v. 2, p. 31-37, 2017.
- LYDEARD, C.; COWIE, R. H.; PONDER, W. F.; BOGAN, A. E.; BOUCHET, P.; CLARK, S. A.; CUMMINGS, K. S.; FREST, T. J.; GARGOMINY, O.; HERBERT, D. G.; et al. The Global Decline of Nonmarine Mollusks. **Bioscience**, n. 54, p. 321–330, 2004. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2004\)054\[0321:TGDONM\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2004)054[0321:TGDONM]2.0.CO;2).
- MACDOUGALL, A. S.; TURKINGTON, R. Are Invasive Species the Drivers or Passengers of Change in Degraded Ecosystems? **Ecology**, v. 86, p. 42-55, 2005.
- MADSEN, H.; FRANDBSEN, F. The spread of freshwater snails including those of medical and veterinary importance. **Acta. Trop.**, v. 46, p. 139-146, 1989.
- MALEK, E. A.; CHENG, T. C. Medical and Economic Malacology. Academic Press, USA., 1974.

- MALTCHIK, L.; STENERT, C.; KOTZIAN, C.; PEREIRA, D. Responses of freshwater molluscs to environmental factors in Southern Brazil wetlands. **Braz. J. Biol.**, n. 70, p. 473–482, 2010. <https://doi.org/10.1590/S1519-69842010005000003>.
- MANYANGADZE, T.; CHIMBARI, M. J. M.; GEBRESLASIE, M.; CECCATO, P.; MUKARATIRWA, S. Modelling the spatial and seasonal distribution of suitable habitats of schistosomiasis intermediate host snails using MaxEnt in Ndumo area, Kwa Zulu-Natal Province, South Africa. **Parasites and Vectors**, v.9, n. 572, 2016.
- MANSUR, M. C. D.; PEREIRA, D. Bivalves límnicos da bacia do rio dos Sinos, Rio Grande do Sul, Brasil (Bivalvia, Unionoidea, Veneroidea e Mytiloidea). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 23, n. 4, p. 1123-1147, 2006.
- MARCO, D.; PÁEZ, S.; CANNAS, S. Species invasiveness in biological invasion: a modeling approach. **Biological Invasion**, v. 4, p. 193-205, 2002.
- MESQUITA, P. C. M. D.; PINHEIRO-MESQUITA, S. F.; PIETCZAK, C. Are common species endangered by climate change? Habitat suitability projections for the royal ground snake, *Liophis reginae* (Serpentes, Dipsadidae). **North-Western Journal of Zoology**, v. 9, n.1, p.51-56, 2013.
- METZGER, J. P.; CASATTI, L. Do diagnóstico à conservação da biodiversidade: O estado da arte do programa BIOTA/FAPESP. **Biota Neotrop.**, n. 6, 2006. <https://doi.org/10.1590/S1676-06032006000200002>.
- MILBAU, A.; NIJS, I. The Role of Species Traits (Invasiveness) and Ecosystem Characteristics (Invasibility) in Grassland Invasions: A Framework. **Weed Technology**, v. 18, p. 1301-1304, 2004.
- MILWARD DE ANDRADE, R. Resistência à dessecação de *Pomaceae haustum* (Reeve, 1856) capturadas no Lago da Pampulha, Belo Horizonte, MG (Brasil) (Mollusca, Pilidae). **Rev. Brasil. Biol.**, n. 41, v. 1, p. 215-221, 1981.
- MIYAHIRA, I. C.; SANTOS, S. B.; MANSUR, M. C. D.; CARNEIRO, J. B. Freshwater mussels in Brazil: Past, present and future, at least, we hope they have one. **Am. Conchol.**, n. 40, p. 16–18, 2012.
- MORAES, C. N.; BICHARA, C. N. C.; PINTO, S. C. A. Correlação De Criadouros De *Biomphalaria* sp., Hospedeiro de *Schistosoma mansoni*, Em Área De Baixa Infraestrutura Sanitária No Distrito De Mosqueiro, Belém, Pará. *Hygeia. Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde*, v. 10, p. 216-233, 2014.
- MORAES, R. G.; LEITE, I. C.; GOULART, E. G. *Parasitologia e Micologia Humana*. 5ª ed. Rio de Janeiro: Cultura Médica: Guanabara Koogan, 2008. p. 608.
- MORENO, P.; CALLISTO, M. Benthic macroinvertebrates in the watershed of na urban reservoir in southeastern Brazil. **Hydrobiologia**, v. 560, p. 311-321, 2006.

- OHLWEILER, F. P.; TAKAHASHI, F.; GUIMARÃES, M. C. A.; GOMES, S. R.; KAWANO, T. Gastrópodes terrestres. In: Manual de gastrópodes límnicos e terrestres do Estado de São Paulo associados às helmintososes. Porto Alegre: Redes Editora. 2010. 224p.
- ØKLAND, J. Factors regulanting the distribution of fresh-water snails (Gastropoda) in Norway. **Malacolog.**, n. 24, v. 1/2, p. 277-288, 1983.
- OLAZARRI, J. *Biomphalaria tenagophila* (d'Orbigny, 1835) (Moll., Gastr.) em Zona de Salto Grande. I- Ambientes de cria. **Com. Soc. Malac. Urug.**, n. 5, v. 40, p. 321- 343, 1981.
- OLIVEIRA, H. D.; HAMILTON, S. K.; CALHEIROS, D. F.; JACOBI, C. M.; LATINI, R. O. Modeling the potential distribution of the invasive golden mussel *Limnoperna fortunei* in the upper Paraguay River System using limnological variables. **Brazilian Journal of Biology**, v.70, n.3, p.831-840, 2010.
- OMS. Organização Mundial da Saúde. O controle da esquistossomose: Segundo relatório do comitê de especialistas da OMS, Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 1994.
- PAGÈS, J. Multiple factor analysis by example using R. CRC Press, 2014.
- PAPES, M.; HARVEL, J.; ZANDEN, J. V. Using maximum entropy to predict the potential distribution of an invasive freshwater snail. **Freshwater Biology**, v.61, p.457-471, 2016.
- PARAENSE, W. L. 'Fauna planorbídica do Brasil'. Em LACAZ, C. S.; BARUZZI, R. G.; SIQUEIRA JR, W. Introdução à geografia médica do Brasil, São Paulo, **Edgard Blücher/Edusp**, p. 213-39, 1972.
- PARAENSE, W. L. *Biomphalaria occidentalis* sp. n. from South America (Mollusca Basommatophora Pulmonata). **Mem. Inst. Oswaldo Cruz**, n. 76, p. 199-211, 1981.
- PARAENSE, W. L. Distribuição de caramujos no Brasil. **Bibl. Acad. Min. Med.**, p. 117-128, 1986.
- PARAENSE, W. L. Estado atual da sistemática dos planorbídeos brasileiros. **Arq. Mus. Nac.**, Rio de Janeiro, n. 55, p.105-128, 1975.
- PARAENSE, W. L. Taxonomia morfológica e taxonomia molecular. An Res do XII EBRAM, Rio de Janeiro, Brasil, p. 52, 2003.
- PARAENSE, W. L.; ARAUJO, M. V. *Biomphalaria glabrata* no Estado do Piauí. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 79, n. 3, p. 385-387, jul./set. 1984.
- PARAENSE, W. L.; CORRÊA, L. R. Further experiments on susceptibility of *Biomphalaria amazonica* to *Schistosoma mansoni*. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, n. 80, p. 259-262, 1985.
- PEARSON, R. G. Species' Distribution Modeling for Conservation Educators and Practitioners. **Lessons in Conservation**, v. 3, p. 54-89, 2010.

PEDERSEN, U. B.; MIDZI, N.; MDULUZA, T.; SOKO, W.; STENSGAARD, A. S.; VENNervalD, B. J.; MUKARATIRWA, S.; KRISTENSEN, T. K. Modelling spatial distribution of snails transmitting parasitic worms with importance to human and animals' health and analysis of distributional changes in relation to climate. **Geospatial Health**, v.8, n.2, p.335-343, 2014.

PEREIRA, D.; MANSUR, M. C. D.; DUARTE, L. D. S.; OLIVEIRA, A. S.; PIMPÃO, D. M.; CALLIL, C. T.; ITUARTE, C.; PARADA, E.; PEREDO, S.; DARRIGRAN, G.; SCARABINO, F.; CLAVIJO, C.; LARA, G.; MIYAHIRA, I. C. M.; RODRIGUEZ, T. R.; LASSO, C. Bivalve distribution in hydrographic regions in South America: historical overview and conservation. **Hydrobiologia**, v. 735, p.15-44, 2014.

PETERSON, A. T.; SHAW, J. *Lutzomyia* vectors for cutaneous leishmaniasis in Southern Brazil: Ecological niche models, predicted geographic distributions, and climate change effects. **International Journal for Parasitology**, v.33, p.919–931, 2003.

PINTO, H. A.; DE MELO, A. L. A checklist of cercariae (Trematoda: Digenea) in molluscs from Brazil. **Zootaxa**, n. 3666, p. 449-475, 2013. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3666.4.3>.

PROCOP, G. W.; CHURCH, D. L.; HALL, G. S.; JANDA, W. M.; KONEMAN, E. W.; SCHRECHENBERGER, P. C.; WOODS, G. L. Koneman, Diagnóstico Microbiológico: Texto e Atlas colorido. 7ª ed. São Paulo: Guanabara-Koogan, 2017.

PUTH, L. M.; POST, D. M. Studying invasion: have we missed the boat? **Ecol. Lett.**, v. 8, p. 715-721, 2005.

QUEIROZ, J. F.; TRIVINHO-STRIXINO, S.; NASCIMENTO, V. M. D. C. Organismos Bentônicos Bioindicadores da qualidade das Águas da Bacia do Médio São Francisco; Embrapa Meio Ambiente: Brazil, 2000.

RCORE TEAM. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, 2023. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 17 ago. 2023.

REES, W. J. The aerial dispersal of Mollusca. **Proc. Malac. Soc. London**, v. 36, p. 269-282, 1965.

REY, L. Parasitologia: parasitos e doenças parasitárias do homem nos trópicos ocidentais. 4ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013.

RICHARDSON, D. M.; PYČEK, P.; REJMÁNEK, M.; BARBOUR, M.G.; PENETTA, F. D.; WEST, C. J. Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. **Diversity and Distributions**, v. 6, p. 93–107, 2000.

RICHARDSON, D. M.; PYSEK, P. Plant Invasions: Merging the Concepts of Species Invasiveness and Community Invasibility. **Progress in Physical Geography**, v. 30, p. 409-431, 2006.

ROSENBERG, G. A new critical estimate of named species-level diversity of the recent Mollusca. **American Malacological Bulletin**, v. 32, n. 2, p. 308–322, 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4003/006.032.0204>. Acesso em: 19 fev. 2024.

RUMI, A.; VOGLER, R. E.; BELTRAMINO, A. A. The South-American distribution and southernmost record of *Biomphalaria peregrina*—a potential intermediate host of schistosomiasis. **PeerJ**, v. 5, p. 3401, 2017.

SAEEDI, D.; BASHER, Z.; COSTELLO, M. J. Modelling present and future global distributions of razor clams (Bivalvia: Solenidae). **Helgoland Marine Research**, n. 70, p. 23, 2016.

SAKAI, A. K.; ALLENDORF, F. W.; HOLT, J. S.; LODGE, D. M.; MOLOFSKY, J.; WITH, K. A.; BAUGHMAN, S.; CABIN, R. J.; COHEN, J. E.; ELLSTRAND, N. C.; MCCAULEY, D. E.; O'NEIL, P.; PARKER, I. M.; THOMPSON, J. N.; WELLER, S. G. The population biology of invasive species. **Ann. Rev. Ecol. Syst.**, v. 32, p. 305-332, 2001.

SANTOS, A. D.; LIMA, A. C.; SANTOS, M. B.; ALVES, J. A.; GÓES, M. A.; NUNES, M. A.; SÁ, S. L.; ARAÚJO, K. C. Spatial analysis for the identification of risk areas for schistosomiasis mansoni in the state of Sergipe, Brazil, 2005-2014. **Rev. da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 49, n. 5, p. 608-615, 2016.

SANTOS, S. B.; THIENGO, S. C.; FERNANDEZ, M. A.; MIYAHIRA, I. C.; GONÇALVES, I. C. B.; XIMENES, R. F.; MANSUR, M. C. D.; PEREIRA, D. 2012. Espécies de moluscos límnicos invasores no Brasil. In: MANSUR, M. C. D.; SANTOS, C. P.; PEREIRA, D.; PAZ, I. C. P. P.; ZURITA M. L.; MANSUR M. C. D.; RAYA-RODRIGUES, M. T.; NERHKE, M. V.; BERGONCI, P. A. (orgs.). Guia Prático: Moluscos límnicos invasores no Brasil: biologia, prevenção e controle. Porto Alegre: Redes Editora, 2012. 412p.

SANTOS, S. B.; THIENGO, S. C.; FERNANDEZ, M. A.; MIYAHIRA, I. C.; GONÇALVES, I. C. B.; XIMENES, R. F.; MANSUR, M. C. D. PEREIRA, D. Espécies de moluscos límnicos invasores no Brasil. In: _____. (Org.). Moluscos límnicos invasores no Brasil: biologia, prevenção e controle. Porto Alegre: Redes Editora, 2012a. p.25-50.

SHEA, K.; CHESSON, P. Community ecology theory as a framework for biological invasions. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 17, p. 170-176, 2002.

SILVA, P. B.; BARBOSA, C. S. Aspectos físico-químicos e biológicos relacionados à ocorrência de *Biomphalaria glabrata* em focos litorâneos da esquistossomose em Pernambuco. **Química Nova**, n. 29, p. 901-906, 2006.

SIMBERLOFF, D. Confronting introduced species: a form of xenophobia?. **Biological Invasions**, n. 5, p. 179-192, 2003.

SIMONE, L. R. L. Land and Freshwater Mollusks of Brazil. São Paulo: EGB, FAPESP, 2006. 390 p.

SINAN. Sistema de Informação de Agravos de Notificação. Ministério da Saúde. Disponível em: <http://www.portalsinan.saude.gov.br/sinan-net>, Acesso em: 30.08.2020.

SOUZA, C. P.; CALDEIRA, R. L.; DRUMMOND, S. C.; MELO, A. L.; GUIMARÃES, C. T.; D. SOARES, M.; CARVALHO, O. S. Geographical distribution of *Biomphalaria* snails in the state of Minas Gerais, Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 96, n. 3, p. 293-302, abr. 2001.

SOUZA, M. A. A.; BARBOSA, V. S.; ALBUQUERQUE, J. O.; BOCANEGRA, S.; SOUSA-SANTOS, R.; PAREDES, H.; BARBOSA, C. S. Aspectos ecológicos e levantamento malacológico para identificação de áreas de risco para transmissão da esquistossomose mansoni no litoral norte Pernambuco, Brasil. **Iheringia Série Zoologia**, v. 100, n. 1, p. 19-24, 2010.

SOUZA, M. A. A.; BARBOSA, V. S.; WANDERLEI, T. N. G. & BARBOSA, C. S. Criadouros de *Biomphalaria*, temporários e permanentes, em Jaboatão dos Guararapes, PE. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical* 41(3):252-256. 2008.

SOUZA, R. C. C. L.; CALAZANS, S. H.; SILVA, E. P. Impacto das espécies invasoras no ambiente aquático. **Cienc. Cult.**, São Paulo, v. 61, n. 1, 2009.

SOUZA, M. A. A.; SOUZA, L. A.; MELO, A. L. Levantamento malacológico e mapeamento das áreas de risco para transmissão da esquistossomose mansoni no Município de Mariana, Minas Gerais, Brasil. **Revista de Ciências Médicas e Biológicas**, v. 5, p. 132-139, 2006.

STENSGAARD, A. S.; VOUNATSOU, P.; SENGUPTA, M. E.; UTZINGER, J. Schistosomes, snails and climate change: Current trends and future expectations. **Acta tropica**, 190, p. 257–268, 2019.

TELES, H. M. S.; CARVALHO, O. S. Implicações da biologia de *Biomphalaria* no controle da esquistossomose. In: CARVALHO, O.S.; COELHO, P. M. Z.; LENZI, H.L., organizadores. *Schistosoma mansoni* e esquistossomose: uma visão multidisciplinar. Rio de Janeiro: Fiocruz, p. 459-84, 2008.

TELES, H. M. S. Distribuição de *Biomphalaria straminea* ao Sul da Região Neotropical. **Revista de Saúde Pública**, n. 30, p. 341-349, 1996.

TELES, H. M. S. Distribuição geográfica das espécies dos caramujos transmissores de *Schistosoma mansoni* no Estado de São Paulo. **Rev. Soc. Bra. Med. Trop.**, v. 38, n. 5, p. 426-432, 2005.

TELES, H. M. S.; MARQUES, C. C. A. Estivação de *Biomphalaria tenagophila* (Pulmonata, Planorbidae). **Revista de Saúde Pública**, n. 23, p. 76-7, 1989.

TRAISSAC, P.; MARTIN-PREVEL, Y. Alternatives to principal components analysis to derive asset-based indices to measure socio-economic position in low-and middle-income countries: the case for multiple correspondence analysis. **International journal of epidemiology**, v. 41, n. 4, p. 1207-1208, 2012.

VALLADARES, V.; PASQUINI, C.; THIENGO, S. C.; SILVA, C. C. M. Feasibility of near-infrared spectroscopy for species identification and parasitological diagnosis of freshwater snails of the genus *Biomphalaria* (Planorbidae). **Plos One**, v. 16, n. 11. e0259832, p. 1-10, 2021.

VAZ, J. F.; TELES, H. M. S.; CORREA, M. A.; LEITE, S. P. S. Ocorrência no Brasil de *Thiara* (*Melanoides*) *tuberculata* (O. F. Müller, 1774) (Gastropoda, Prosobranchia), primeiro hospedeiro intermediário de *Clonorchis sinensis*. **Revista de Saúde Pública**, v. 20, p. 318-322, 1986.

VIDIGAL, T. H. D. A.; KISSINGER, J. C.; CALDEIRA, R. L.; PIRES, E. C.; MONTEIRO, E.; SIMPSON, A. J.; CARVALHO, O. S. Phylogenetic relationships among Brazilian *Biomphalaria* species (Mollusca: Planorbidae) based upon analysis of ribosomal ITS2 sequences. **Parasitology**, v. 121, p. 611-620, 2000.

VOGLER, R. E.; BELTRAMINO, A. A.; SEDE, M. M.; GREGORIC, D. E. G.; NÚÑES, V.; RUMI, A. The giant African snail, *Achatina fulica* (Gastropoda: Achatinidae): using bioclimatic models to identify South American areas susceptible to invasion. **American Malacological Bulletin**, v.31, n.1, p.39-50, 2013.

10 APÊNDICE

10.1 Protocolo de avaliação rápida de habitats adaptado de Lobo et al., (2011), Callisto et al., (2002) e adequações dos parâmetros proposto por EPA (1987).

Código do ponto de coleta:			
Local:			
Data:			
Corpo Hidrico:			
Bacia Hidrográfica:			
Coordenadas UTM:			
Altitude (m):			
Condições do tempo: <input type="checkbox"/> seco <input type="checkbox"/> chuvoso <input type="checkbox"/> chuvas esparsas ou úmido			
PARÂMETROS	PONTUAÇÃO		
	4 PONTOS	2 PONTOS	0 PONTOS
1. Tipo de ocupação das margens do curso d'água (principal atividade)	Vegetação natural <input type="checkbox"/>	Campo de pastagem Agricultura, Monocultura ou Reflorestamento <input type="checkbox"/>	Residencial, Comercial ou Industrial <input type="checkbox"/>
2. Impactos antrópicos na margem	Ausente <input type="checkbox"/>	Moderada <input type="checkbox"/>	Acentuada <input type="checkbox"/>
3. Cor da água	Ausente <input type="checkbox"/>	Moderada <input type="checkbox"/>	Acentuada <input type="checkbox"/>
4. Odor da água e/ou do sedimento	Ausente <input type="checkbox"/>	Moderada <input type="checkbox"/>	Acentuada <input type="checkbox"/>
5. Oleosidade da água e/ou do sedimento	Ausente <input type="checkbox"/>	Moderada <input type="checkbox"/>	Acentuada <input type="checkbox"/>
6. Presença de plantas aquáticas	Parcial <input type="checkbox"/>	Total <input type="checkbox"/>	Ausente <input type="checkbox"/>
7. Tipo de fundo	Pedras, Cascalho <input type="checkbox"/>	Lama ou areia <input type="checkbox"/>	Cimento ou canalização <input type="checkbox"/>

10.2 Coordenadas geográficas dos pontos

Coordenadas geográficas dos pontos demarcados (janeiro de 2022 a dezembro de 2023).

Pontos	Y	X
01	-5.056600	-42.833450
02	-5.056533	-42.833450
03	-5.056450	-42.834183
04	-5.056600	-42.834450
05	-5.066717	-42.835600
06	-5.067083	-42.835350
07	-5.066817	-42.834750
08	-5.056317	-42.833033
09	-5.056100	-42.833317
10	-5.056133	-42.833450
11	-5.056167	-42.833683
12	-5.056450	-42.834083
13	-5.056467	-42.834400
14	-5.055183	-42.833550
15	-5.055117	-42.833417
16	-5.055350	-42.833667
17	-2.925867	-41.769333
18	-2.933444	-41.760639
19	-2.933450	-41.760733
20	-2.933250	-41.760717
21	-2.926067	-41.767900
22	-2.926650	-41.767600
23	-2.926900	-41.767433
24	-2.925200	-41.768783
25	-2.925233	-41.768967

11 ANEXO

11.1 Autorização para coleta de material biológico – SISBIO



Ministério do Meio Ambiente - MMA
 Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio
 Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 79216-1	Data da Emissão: 03/11/2021 15:06:59	Data da Revalidação*: 03/11/2022
De acordo com o art. 28 da IN 03/2014, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.		

Dados do titular

Nome: Ivete Lopes de Mendonça	CPF: 041.788.582-20
Título do Projeto: Análise de Bioindicadores para Avaliar o Risco da Esquistossomose nas Zonas Urbanas do Estado do Piauí.	
Nome da Instituição: FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ	CNPJ: 06.517.387/0001-34

Cronograma de atividades

#	Descrição da atividade	Início (mês/ano)	Fim (mês/ano)
1	Coleta de dados e defesa da tese	10/2021	04/2024

Equipe

#	Nome	Função	CPF	Nacionalidade
1	Jalison Figueredo do Rêgo	Pesquisador	754.427.363-68	Brasileira
2	ROBERTA LIMA CALDEIRA	Colaborador	517.189.526-00	Brasileira
3	MAURO FERNANDO BARBOSA CHAGAS	Colaborador	339.393.303-53	Brasileira

Observações e ressalvas

1	A autorização não eximirá o pesquisador da necessidade de obter outras anuências, como: I) do proprietário, arrendatário, posseiro ou morador quando as atividades forem realizadas em área de domínio privado ou dentro dos limites de unidade de conservação federal cujo processo de regularização fundiária encontra-se em curso; II) da comunidade indígena envolvida, ouvido o órgão indigenista oficial, quando as atividades de pesquisa forem executadas em terra indígena; III) do Conselho de Defesa Nacional, quando as atividades de pesquisa forem executadas em área indispensável à segurança nacional; IV) da autoridade marítima, quando as atividades de pesquisa forem executadas em águas jurisdicionais brasileiras; V) do Departamento Nacional da Produção Mineral, quando a pesquisa visar a exploração de depósitos fossilíferos ou a extração de espécimes fósseis; VI) do órgão gestor da unidade de conservação estadual, distrital ou municipal, dentre outras.
2	Deve-se observar as as recomendações de prevenção contra a COVID-19 das autoridades sanitárias locais e das Unidades de Conservação a serem acessadas.
3	Esta autorização NÃO libera o uso da substância com potencial agrotóxico e/ou inseticida e NÃO exime o pesquisador titular e os membros de sua equipe da necessidade de atender às exigências e obter as autorizações previstas em outros instrumentos legais relativos ao registro de agrotóxicos (Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002, entre outros).
4	Esta autorização NÃO libera o uso da substância com potencial agrotóxico e/ou inseticida e NÃO exime o pesquisador titular e os membros de sua equipe da necessidade de atender às exigências e obter as autorizações previstas em outros instrumentos legais relativos ao registro de agrotóxicos (Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002, entre outros)
5	Este documento somente poderá ser utilizado para os fins previstos na Instrução Normativa ICMBio nº 03/2014 ou na Instrução Normativa ICMBio nº 10/2010, no que especifica esta Autorização, não podendo ser utilizado para fins comerciais, industriais ou esportivos. O material biológico coletado deverá ser utilizado para atividades científicas ou didáticas no âmbito do ensino superior.
6	As atividades de campo exercidas por pessoa natural ou jurídica estrangeira, em todo o território nacional, que impliquem o deslocamento de recursos humanos e materiais, tendo por objeto coletar dados, materiais, espécimes biológicos e minerais, peças integrantes da cultura nativa e cultura popular, presente e passada, obtidos por meio de recursos e técnicas que se destinem ao estudo, à difusão ou à pesquisa, estão sujeitas a autorização do Ministério de Ciência e Tecnologia.
7	Este documento não dispensa o cumprimento da legislação que dispõe sobre acesso a componente do patrimônio genético existente no território nacional, na plataforma continental e na zona econômica exclusiva, ou ao conhecimento tradicional associado ao patrimônio genético, para fins de pesquisa científica, bioprospecção e desenvolvimento tecnológico. Veja maiores informações em www.mma.gov.br/cgen .

Este documento foi expedido com base na Instrução Normativa nº 03/2014. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet (www.icmbio.gov.br/sisbio).

Código de autenticação: 0792160120211103

Página 1/4

11.2 Laudos das análises de PRC-RFLP em *Biomphalaria* spp.



Relatório de ensaios

Número do Laudo: 03-22

Data do recebimento da amostra: 17/03/2022

SOLICITANTE

Nome: Secretaria de Estado de Saúde do Piauí

A/C : Jalison Figueiredo do Rêgo

Endereço: Av Pedro freitas s/n Centro Administrativo Bloco A Bairro: São Pedro

CEP: 64.018-900

Município/Estado: Teresina/Piauí

Tel/Fax:

E-mail: jalisonrego@yahoo.com.br

ORIGEM DA(S) AMOSTRA(S)

Município/Estado: Teresina/Piauí

Coletor: Jalison F. Rêgo

Local da coleta: Teresina/Piauí

Data da coleta: 09/03/2022

() Moluscos terrestres (x) Moluscos límnicos (x) Material vivo () Material fixado

RESULTADO(S) DO(S) ENSAIO(S)

Ponto de coleta	IDENTIFICAÇÃO TAXONÔMICA DO MOLUSCO (Ensaio reconhecido pela Rede Metrológica de Minas Gerais/RMMG*)
Nº 45 Parque Lagoas do Norte Latitude: S 05º 03.396' W 042º 50. 007'' Altitude: 48m	<i>Biomphalaria straminea</i>
Nº 47 Parque Lagoas do Norte S 05º 03.387' W 042º 50.051', Altitude: 45m	<i>Biomphalaria kummiana</i>
Nº 48 Parque Lagoas do Norte S 05º 03.387' W 042º 50.067', Altitude: 45m	<i>Biomphalaria kummiana</i>

* Reconhecimento válido somente para os serviços prestados por este laboratório que sejam visualizados no endereço: <http://www.rmmg.org.br> na página de laboratórios reconhecidos, ensaio e calibração.

EXAME PARASITOLÓGICO (Ensaio não reconhecido pela RMMG)

Ponto de coleta	Nº de moluscos examinados	Nº de moluscos positivos	Agente etiológico
45	01	0	-----
47	26	0	-----
48	14	0	-----

Observações: -----

Metodologia (datas): Exame de trematódeos (18/03/2022) e identificação morfológica (01/04/2022) e molecular (31/03//2022) de moluscos do gênero *Biomphalaria* (Vigilância da esquistossomose mansoni – diretrizes técnicas, 4ed. MS) conforme procedimento(s) MOL 08, LHMM 03 e LHMM 05.

Este laudo somente poderá ser reproduzido em sua forma integral.

- O presente laudo é válido apenas para a(s) amostra(s) descrita(s) acima, não sendo extensivo a quaisquer outras amostras.

- A análise da(s) amostra(s) foi realizada nas dependências do Instituto René Rachou.

Belo Horizonte, 07 de abril de 2022

Roberta Lima Caldeira
Signatário autorizado



PRC: 408.0

LHMM SR-07 Anexo A Rev19 Página 1 de 2

Av. Augusto de Lima, 1715, CEP 30190-009, Belo Horizonte – MG – Brasil
TEL: (31) 3349 7746 – www.minas.fiocruz.br - referenciamoluscos@minas.fiocruz.br

SOLICITANTE

Nome: Jalison Rêgo/ Secretaria de Estado da Saúde do Piauí

Endereço: Av. Pedro Freitas | Bloco A

CEP: 64018-900

Tel/Fax: (86) 32163655

Bairro: Centro Administrativo

Município/Estado: Teresina/Piauí

E-mail: jalisonreg@yahoo.com.br

ORIGEM DA(S) AMOSTRA(S)

Município/Estado: Teresina/Piauí

Coletor: Jalison Rêgo

Local da coleta:

Ponto 54 – Lagoa do São Joaquim – Latitude: -05.03379 Longitude: 42.49982 Altitude: 45m

Ponto 58 – Lagoa do São Joaquim – Latitude: -05.03387 Longitude: 42.50045 Altitude: 57m

Ponto 59 – Lagoa do São Joaquim – Latitude: -05.03388 Longitude: 42.50064 Altitude: 52m

Data da coleta: 27/06/2022

 Moluscos terrestres Moluscos límnicos Material vivo Material fixado
RESULTADO(S) DO(S) ENSAIO(S)

Ponto de coleta	IDENTIFICAÇÃO TAXONÔMICA DO MOLUSCO (Ensaio reconhecido pela Rede Metrológica de Minas Gerais/RMMG*)
Ponto 54	<i>Biomphalaria kuhniana</i>
Ponto 58	<i>Biomphalaria straminea</i>
Ponto 59	<i>Biomphalaria kuhniana</i>

* Reconhecimento válido somente para os serviços prestados por este laboratório que sejam visualizados no endereço: <http://www.rmmg.org.br> na página de laboratórios reconhecidos, ensaio e calibração.

EXAME PARASITOLÓGICO
(Ensaio não reconhecido pela RMMG)

Ponto de coleta	Nº de moluscos examinados	Nº de moluscos positivos	Agente etiológico
Ponto 54	45	0
Ponto 58	21	0
Ponto 59	26	0

Observações:

Metodologia (datas): Exame de trematódeos (05/07/2022) e identificação morfológica (15/07/2022) e molecular (27/07/2022) de moluscos do gênero *Biomphalaria* (Vigilância da esquistossomose mansoni – diretrizes técnicas, 4ed. MS) conforme procedimento(s) MOL 08, LHMM 03 e LHMM 05.

- Este laudo somente poderá ser reproduzido em sua forma integral.
- O presente laudo é válido apenas para a(s) amostra(s) descrita(s) acima, não sendo extensivo a quaisquer outras amostras.
- A análise da(s) amostra(s) foi realizada nas dependências do Instituto René Rachou.

Belo Horizonte, 28/07/2022



Roberta Lima Caldera
Signatário autorizado



PRC: 408.01

LHMM SR-07 Anexo A Rev19 Página 1 de 2

SOLICITANTE

Nome: Jalison Rêgo/ Secretaria de Estado da Saúde do Piauí

Endereço: Av. Pedro Freitas | Bloco A

CEP: 64018-900

Tel/Fax: (86) 32163655

Bairro: Centro Administrativo

Município/Estado: Teresina/Piauí

E-mail: jalisonrego@yahoo.com.br

ORIGEM DA(S) AMOSTRA(S)

Município/Estado: Teresina/Piauí

Coletor: Jalison Rêgo

Local da coleta: Parnaíba (PI)

Ponto 63 – Lagoa do Bebedouro - Latitude: -02.55564 Longitude: 41.46074 Altitude: 3m

Data da coleta: 27/06/2022

() Moluscos terrestres (x) Moluscos límnicos (x) Material vivo () Material fixado

RESULTADO(S) DO(S) ENSAIO(S)

Ponto de coleta	IDENTIFICAÇÃO TAXONÔMICA DO MOLUSCO (Ensaio reconhecido pela Rede Metrológica de Minas Gerais/RMMG*)
Ponto 63	<i>Biomphalaria glabrata</i> <i>Biomphalaria kuhniana</i>

* Reconhecimento válido somente para os serviços prestados por este laboratório que sejam visualizados no endereço: <http://www.rmmg.org.br> na página de laboratórios reconhecidos, ensaio e calibração.

EXAME PARASITOLÓGICO
(Ensaio não reconhecido pela RMMG)

Ponto de coleta	Nº de moluscos examinados	Nº de moluscos positivos	Agente etiológico
Ponto 63	29	0

Observações:

Metodologia (datas): Exame de trematódeos (22/07/2022) e identificação morfológica (05/08/2022) e molecular (19/08/2022) de moluscos do gênero *Biomphalaria* (Vigilância da esquistossomose mansoni – diretrizes técnicas, 4ed. MS) conforme procedimento(s) MOL 08, LHMM 03 e LHMM 05.

- Este laudo somente poderá ser reproduzido em sua forma integral.

- O presente laudo é válido apenas para a(s) amostra(s) descrita(s) acima, não sendo extensivo a quaisquer outras amostras.

- A análise da(s) amostra(s) foi realizada nas dependências do Instituto René Rachou.

Belo Horizonte, 19/08/2022



Roberta Lima Caldeira

Signatário autorizado



PRC: 408.01

LHMM SR-07 Anexo A Rev19 Página 1 de 2

SOLICITANTE**Nome:** Jalison Rêgo | Secretaria de Estado da Saúde do Piauí**Endereço:** Av. Pedro Freitas | Bloco A**Bairro:** Centro Administrativo**CEP:** 64018-900**Município/Estado:** Teresina/Piauí**Tel/Fax:** (86) 3216-3655**E-mail:** jalisonrego@yahoo.com.br**ORIGEM DA(S) AMOSTRA(S)****Município/Estado:** Teresina/Piauí**Coletor:** Jalison Rêgo | Edmundo**Local da coleta:** Parnaíba (PI)**Ponto 68** - Complexo Parque Lagoas do Norte - Latitude: -05.03311 Longitude: 42.50013 Altitude: 63m**Ponto 69** - Complexo Parque Lagoas do Norte - Latitude: -05.03307 Longitude: 42.50005 Altitude: 65m**Ponto 70** - Complexo Parque Lagoas do Norte - Latitude: -05.03321 Longitude: 42.50020 Altitude: 67m**Data da coleta:** 27/06/2022

() Moluscos terrestres (x) Moluscos límnicos (x) Material vivo () Material fixado

RESULTADO(S) DO(S) ENSAIO(S)

Ponto de coleta	IDENTIFICAÇÃO TAXONÔMICA DO MOLUSCO (Ensaio reconhecido pela Rede Metrológica de Minas Gerais/RMMG+)
Ponto 68	<i>Biomphalaria kuhniana</i>
Ponto 69	<i>Biomphalaria kuhniana</i>
Ponto 70	<i>Biomphalaria kuhniana</i>

* Reconhecimento válido somente para os serviços prestados por este laboratório que sejam visualizados no endereço: <http://www.rmmg.org.br> na página de laboratórios reconhecidos, ensaio e calibração.

EXAME PARASITOLÓGICO
 (Ensaio não reconhecido pela RMMG)

Ponto de coleta	Nº de moluscos examinados	Nº de moluscos positivos	Agente etiológico
Ponto 68	20	0
Ponto 69	20	0
Ponto 70	31	0

Observações:

Metodologia (datas): Exame de trematódeos (15/09/2022) e identificação morfológica (30/09/2022) e molecular (20/09/2022 a 12/10/2022) de moluscos do gênero *Biomphalaria* (Vigilância da esquistossomose mansoni – diretrizes técnicas, 4ed. MS) conforme procedimento(s) MOL 08, LHMM 03 e LHMM 05.

- Este laudo somente poderá ser reproduzido em sua forma integral.

- O presente laudo é válido apenas para a(s) amostra(s) descrita(s) acima, não sendo extensivo a quaisquer outras amostras.

- A análise da(s) amostra(s) foi realizada nas dependências do Instituto René Rachou.

Belo Horizonte, 13/10/202


Roberta Lima Caldeira

Signatário autorizado



PRC: 408.01

LHMM SR-07 Anexo A Rev19 Página 1 de 1