



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
CAMPUS SENADOR HELVÍDIO NUNES DE BARROS - CSHNB
CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**



JOÃO HEMERSON DE SOUSA

**COMPOSIÇÃO DA FAUNA DE MOLUSCOS E TREMATÓDEOS ASSOCIADOS EM
AÇUDES DE SÃO JULIÃO, PIAUÍ, BRASIL**

**PICOS
2021**

JOÃO HEMERSON DE SOUSA

**COMPOSIÇÃO DA FAUNA DE MOLUSCOS E TREMATÓDEOS ASSOCIADOS EM
AÇUDES DE SÃO JULIÃO, PIAUÍ, BRASIL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Piauí, *campus* Senador Helvídio Nunes de Barros como requisito à obtenção do título de Licenciado em Ciências Biológicas.

Orientadora: Profa. Dra. Tamaris Gimenez Pinheiro

FICHA CATALOGRÁFICA
Universidade Federal do Piauí
Campus Senador Helvídio Nunes de Barros
Biblioteca Setorial José Albano de Macêdo
Serviço de Processamento Técnico

S725c Sousa, João Hemerson de

Composição da fauna de moluscos e trematódeos associados em açudes de São Julião, Piauí, Brasil / João Hemerson de Sousa – 2021.

Texto digitado

Indexado no catálogo *online* da biblioteca José Albano de Macêdo-
CSHNB

Aberto a pesquisadores, com as restrições da biblioteca

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal do Piauí, Licenciatura em Ciências Biológicas, Picos-PI, 2021.

“Orientadora: Dra. Tamaris Gimenez Pinheiro.

1. Espécie invasora. 2. Hospedeiro intermediário. 3. Malacofauna. 4. Reservatórios. 5. Semiárido.

I. Pinheiro, Tamaris Gimenez. II. Título.

CDD 594

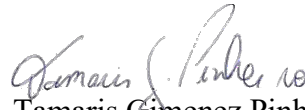
JOÃO HEMERSON DE SOUSA

**COMPOSIÇÃO DA FAUNA DE MOLUSCOS E TREMATÓDEOS ASSOCIADOS EM
AÇUDES DE SÃO JULIÃO, PIAUÍ, BRASIL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Piauí, campus Senador Helvídio Nunes de Barros como requisito à obtenção do título de Licenciado em Ciências Biológicas.

Orientadora: Profa. Dra. Tamaris Gimenez Pinheiro


Banca Examinadora:



Profa. Dra. Tamaris Gimenez Pinheiro – Orientadora
Universidade Federal do Piauí - UFPI



Mestranda Manuella Feitosa Leal – Membro 1
Universidade Federal da Paraíba- UFPB



Prof. Dr. Rogério Conceição Lima dos Santos
Universidade Federal do Mato Grosso - UFMT

Aprovado em 14/07/2021

Dedico este trabalho a minhas avós Maria e Antônia, que sempre acreditaram, apoiaram, torceram e ofereceram total suporte na minha vida.

AGRADECIMENTOS

Quero manifestar aqui a minha enorme gratidão a todos que contribuíram para a concretização desse trabalho.

À Universidade Federal do Piauí, em particular ao *campus* Senador Helvídio Nunes de Barros, pela oportunidade e amparo durante esses cinco anos de curso.

Ao Instituto Federal do Piauí por ceder o transporte e o Laboratório de Biologia para realização desse estudo.

Aos professores do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, pela excelência no ensino oferecido, especialmente à Profa. Dra. Wáldima Alves da Rocha, por ter “embarcado” na ideia de montar uma liga acadêmica e pelos conselhos valiosos e à Profa. Dra. Patrícia da Cunha Gonzaga, pela leveza, dedicação e amor que demonstra pela profissão, sendo um exemplo inspirador.

À Profa. Dra. Tamaris Gimenez Pinheiro, minha orientadora, pelo ser humano incrível que é, pela excepcional profissional, por todo conhecimento repassado, pela paciência, pela afeição comigo, pela orientação desse estudo e pelo “tiro no escuro” ao acreditar no meu potencial. A senhora foi essencial e sou muito grato!

Ao Prof. Dr. Edson Lourenço da Silva, por me receber no Laboratório de Biologia do IFPI e fornecer suporte para a realização da pesquisa. Como também, pela sua bondade e disposição em sempre ajudar e se preocupar com nosso bem-estar. O senhor foi vital e sou muito agradecido!

Ao Laboratório de Parasitologia, Ecologia e Doenças Negligenciadas - LAPEDONE, por ter aberto as portas, as quais me permitiram o contato com a pesquisa científica. Aos colegas do grupo de estudo malacológico “malacos”, Adriana, Manu, Oriana, Emerson, Érika, Rafaela, Karina e aos alunos do Ensino Médio, em especial ao Wag, por toda ajuda na coleta dos moluscos, na triagem deles e por estarem sempre dispostos a me ajudar.

Aos meus colegas da turma 2016.2, em particular aos integrantes da minha “panelinha”: Ângela, por todo conselho, consideração, ajuda e carinho; Clarissy, por toda ajuda, afeição e parceria; Karina, por sempre estar disposta a me ajudar, por todo companheirismo e pela amabilidade; Raylla, por quem tenho muita consideração pela sua doçura e carinho dispensados a mim; Mayra, por todo auxílio, bondade e apreço; Tiago, por toda afinidade e momentos compartilhados; Daniela, pela convivência quase familiar e bem-querer; e, por fim e de grande importância, meu agradecimento à Rafaela, que além de ser minha colega de turma e de

pesquisa, dividiu comigo a casa e nossos meus melhores e piores momentos. Com isso agradeço por toda amizade, ajuda, fraternidade, convivência, consideração, dedicação, afinidade e carinho comigo, você foi fundamental!

Vocês foram insubstituíveis, foram minhas melhores risadas, minha base na UFPI, minha segunda família, e aqui deixo meu carinho, respeito e admiração. Desejo que todos vocês sejam muito felizes e realizados. Obrigado meus AMIGOS!

À ordem divina por ter me dado uma força resiliente que eu não imaginaria que teria durante os momentos difíceis.

À minha avó paterna Maria, que desde sempre se dedicou e se faz presente na minha formação pessoal; que acredita que meus estudos são importantes, que incessantemente procura me ajudar independente da situação e por ser a pessoa que posso contar para tudo. À minha avó materna Antônia, que sempre acreditou em mim, me incentivou; que busca me ajudar constantemente e me oferece o amor na forma mais pura, afetuosa e genuína. Vocês duas foram, são e sempre serão essenciais para mim e espero muito poder retribuir tudo o que fazem. O apoio de vocês foi meu combustível, minha força e por meio dele que esse trabalho e essa etapa de formação foram possíveis. Muito obrigado, serei eternamente grato a vocês.

RESUMO

Os moluscos constituem o segundo maior grupo dentre os metazoários, superados apenas pelos artrópodes. O filo é detentor de oito classes existentes, destacando Gastropoda por ser a mais diversificada e apresentar espécies de importância médico-veterinária. Este trabalho objetivou realizar o monitoramento da fauna de moluscos e dos trematódeos associados em açudes de São Julião, Piauí, Brasil, fazendo a relação ecológica dos animais desse grupo com ambiente pesquisado. As coletas ocorreram mensalmente entre agosto/2018 e julho/2019, no período diurno, em três açudes do referido município: Dona Maria Zeneide Viana de Andrade (DMZVA), São Julião e Emparedade. Concomitantemente, foi realizada a descrição da qualidade ambiental mensal dos açudes por meio do Protocolo de Avaliação Ambiental Rápida (PAR) e tomadas as medidas de alguns parâmetros ambientais. No laboratório, houve a separação dos animais vivos e mortos, contagem e identificação dos moluscos em menor nível taxonômico possível. Os moluscos vivos foram mantidos em potes com água e submetidos à foto estimulação por quatro horas durante três dias consecutivos para liberação das cercárias. Um total de 39.069 moluscos foi obtido, estando 22.782 (58,3%) vivos. Três espécies foram identificadas, sendo *Melanoides tuberculata* (Thiaridae) a mais abundante (n = 21.977; 96,5%); seguida de *Biomphalaria straminea* (Planorbidae) (n = 529; 2,5%) e *Pomacea lineata* (Ampullariidae) (n = 276 indivíduos; 1,2%). O mês de setembro de 2018 foi o de maior abundância (n = 2.708; 11,9%). Já o mês de maio foi o de menor número indivíduos coletados (n = 388; 1,7%). O açude Emparedade apresentou maior abundância (n = 15.487; 68%); seguido de São Julião (n = 4.784; 21%) e DMZVA (n = 2.511; 11%). Dois tipos cercarianos foram obtidos: Xifidiocercária e Equinostoma. Para o primeiro foi possível identificar o grupo Microtile e para o segundo, o grupo Magnacauda. Xifidiocercárias foram encontradas parasitando *Melanoides tuberculata* nos três açudes, assim como Equinostoma, porém somente no açude DMZVA. *Biomphalaria straminea* também esteve parasitada por cercárias do tipo Equinostoma e as do grupo Magnacauda, estando presente nos caramujos provenientes dos açudes São Julião e Emparedade. Com exceção de setembro/2018, janeiro, fevereiro e abril/2019, nos demais meses avaliados houve presença de moluscos parasitados. Larvas de *Schistosoma mansoni* não foram detectadas. Apesar da riqueza de moluscos ter sido baixa, o estudo permitiu o registro de três espécies, sendo duas delas de interesse médico-veterinário, com uma sendo invasora de crescente expansão em ambientes aquáticos do Brasil e do mundo. A pesquisa ainda identificou dois tipos cercarianos, permitindo a elucidação de suas interações com os moluscos hospedeiros, além do acréscimo de informações inéditas para o país sobre hospedeiros intermediários que estão envolvidos em seu ciclo biológico. Por fim, pôde-se relacionar os fatores ambientais como temperatura da água, precipitação, profundidade e estado de conservação dos açudes à ocorrência e distribuição dos animais estudados. O registro da fauna de moluscos e trematódeos associados realizado para o município é de extrema importância pois pode ser utilizado para tomadas de decisões sobre vigilância e controle desses animais, visto que os açudes pesquisados são de uso contínuo da população.

Palavras-chave: Espécie invasora. Hospedeiro intermediário. Malacofauna. Reservatórios. Semiárido.

ABSTRACT

Mollusks constitute the second largest group among metazoans, surpassed only by arthropods. The phylum holds eight existing classes, highlighting Gastropoda for being the most diversified and for presenting species of medical and veterinary importance. This work aimed to monitor the mollusk fauna and associated trematodes in São Julião reservoirs, Piauí, Brazil, making the ecological relationship of the animals in this group with the researched environment. Collections took place monthly between August/2018 and July/2019, during the day, in three dams in that municipality: Dona Maria Zeneide Viana de Andrade (DMZVA), São Julião, and Emparedade. At the same time, the description of the environmental quality of the dams was carried out through the Rapid Environmental Assessment Protocol (REA) and the measures of environmental parameters were taken. In the laboratory, there was a separation of live and dead animals, counting and identifying the snails at the lowest possible taxonomic level. The live snails were submitted to photo stimulation for four hours during three consecutive days to release the cercariae. A total of 39,069 mollusks were obtained, 22,782 (58.3%) being alive. *Melanooides tuberculata* (Thiaridae) was the most abundant (n = 21,977; 96.5%); followed by *Biomphalaria straminea* (Planorbidae) (n = 529; 2.5%) and *Pomacea lineata* (Ampullariidae) (n = 276 individuals; 1.2%). September 2018 was the most abundant (n = 2,708; 11.9%). May 2019 had the lowest number of individuals collected (n = 388; 1.7%). The Emparedade reservoir showed greater mollusks abundance (n = 15,487; 68%); followed by São Julião (n = 4,784; 21%) and DMZVA (n = 2,511; 11%). Two cercarian types were obtained: Xiphidiocercariae and Echinostoma. For the first, it was possible to identify the Microtile group, and for the second, the Magnacauda group. Xiphidiocercariae and Echinostoma was found parasitizing *Melanooides tuberculata*. *Biomphalaria straminea* was also parasitized by cercariae of the Equinostoma type and those of the Magnacauda group. Except for September/2018, January, February, and April/2019, all months had parasitized mollusks. *Schistosoma mansoni* cercariae were not detected. Although the mollusk richness was low, the study allowed to register three species, two of which are of medical and veterinary interest, with one being an invasive species of increasing expansion in aquatic environments in the world. The research also identified two cercarian types, allowing the elucidation of their interaction with host mollusks and the addition of unprecedented information for the country about intermediate hosts that are involved in their biological cycle. Finally, it was possible to relate environmental factors such as water temperature, precipitation, depth, and conservation status of the reservoirs to the occurrence and distribution of the studied animals. The register of the mollusk and trematode fauna carried out for the municipality is extremely important as it can be used for decision-making on surveillance and control of these animals since the surveyed reservoirs are of continuous use by the population.

Keywords: Invasive species. Intermediate host. Malacofauna. Reservoirs. Semiarid.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1** - Localização do município de São Julião, Piauí, Brasil e da área aproximada de cada açude estudado. Imagens panorâmicas de (a) açude São Julião, (b) açude Dona Maria Zeneide Viana de Andrade e (c) açude Emparedade.....22
- Figura 2** - Espécies de moluscos encontradas em açudes do município de São Julião, Piauí com suas escalas de tamanho. (A) *Melanoides tuberculata*, 10mm; (B) *Biomphalaria straminea*, 5 mm; e (C) *Pomacea lineata*, 10 mm.....25
- Figura 3** - Abundância das espécies de Gastropoda amostradas em açudes de São Julião, Piauí, entre os meses de agosto/2018 e julho/2019.....26
- Figura 4** - Distribuição da abundância das espécies de moluscos coletadas em açudes de São Julião, Piauí, entre os meses de agosto/2018 e julho/2019.....27
- Figura 5** - Variação mensal na abundância das espécies de moluscos coletadas entre os meses de agosto/2018 e julho/2019, nos três açudes de São Julião, Piauí. (A) Dados de *Melanoides tuberculata*; (B) Dados de *Biomphalaria straminea* e *Pomacea lineata*.....29
- Figura 6** - Abundância de moluscos amostrados em três açudes do município de São Julião, Piauí, entre os meses de agosto/2018 e julho/2019.....30
- Figura 7** - Variação mensal na abundância de moluscos nos três açudes do município de São Julião, Piauí, amostrados entre os meses de agosto/2018 e julho/2019.....31
- Figura 8** - Distribuição das espécies de moluscos coletadas nos três açudes do município de São Julião, Piauí, no período de agosto/2018 a julho/2019. (A) Dados de *Melanoides tuberculata*; (B) Dados de *Biomphalaria straminea* e *Pomacea lineata*.....33
- Figura 9** - Tipos cercarianos parasitos de gastrópodes amostrados em açudes do município de São Julião, Piauí, entre os meses de agosto/2018 e julho/2019. (A) Xifidiocercária; (B) Equinostoma; (C) Equinostoma, grupo Magnacauda. Coloração: Lugol.....39

Figura 10 - Detalhes de alguns aspectos morfológicos de Xifidicercária liberada por *Melanoides tuberculata* coletada nos açudes de São Julião, Piauí, nos meses de março, maio e junho/2019. (Est) Estilete na ventosa oral; (Vo) Ventosa oral; (Vv) Ventosa ventral; Coloração: Lugol.....40

Figura 11 - Algumas características morfológicas do tipo cercariano Equinostoma liberado por *Biomphalaria straminea* e *Melanoides tuberculata* nos três açudes do município de São Julião, Piauí, nos meses de outubro, novembro e dezembro/2019. (Cc) Concreções circulares; (CC) Colar Cefálico; (Cs) Cauda simples; (Vo) Ventosa oral; (Vv) Ventosa ventral. Coloração: Lugol.....40

Figura 12 - Tipo cercariano Equinostoma, grupo Magnacauda, liberado por *Biomphalaria straminea* coletada nos açudes São Julião e Emparedade, município de São Julião, Piauí, nos meses de agosto, outubro e novembro/2018 e junho e julho/2019, com destaque para algumas características morfológicas diagnósticas. (A) Destaque para a cauda simples, longa e robusta; (B) Movimentação em “S” característico do grupo; (C) Ventosa oral subterminal. Coloração: Lugol.....41

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** - Resultado do teste de correlação entre a abundância de *M. tuberculata* e demais espécies de moluscos coletadas nos açudes do município de São Julião, Piauí, entre os meses de agosto/2018 e julho/2018.....26
- Tabela 2** – Resultados do teste estatístico de Kruskal-Wallis para verificação de diferença na abundância mensal das espécies de molusco amostradas em açudes de São Julião, Piauí.....30
- Tabela 3** - Dados ambientais obtidos para os açudes do município de São Julião, Piauí, entre os meses de agosto/2018 e julho/2019.....35
- Tabela 4** - Resultado do teste de correlação entre a abundância geral de gastrópodes e as variáveis ambientais dos açudes do município de São Julião, Piauí, entre os meses de agosto/2018 e julho/2019.....36
- Tabela 5** - Resultados dos testes de correlação entre a abundância de cada espécie de gastrópode e as variáveis ambientais dos açudes do município de São Julião, Piauí, entre os meses de agosto/2018 e julho/2019.....36
- Tabela 6** - Estado de conservação mensal dos açudes do município de São Julião, Piauí, entre os meses de agosto/2018 e julho/2019, obtidos por meio do Protocolo de Avaliação Ambiental Rápida (PAR).....38
- Tabela 7** - Tipos cercarianos liberados por *Melanoides tuberculata* (*M*) e *Biomphalaria straminea* (*B*) amostrados em açudes do município de São Julião, Piauí, entre os meses de agosto de 2018 e julho de 2019.....42

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| 1 INTRODUÇÃO..... | 13 |
| 2 OBJETIVOS..... | 15 |
| 2.1 Objetivo geral..... | 15 |
| 2.2 Objetivos específicos..... | 15 |
| 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA..... | 16 |
| 3.1 Filo Mollusca..... | 16 |
| 3.2 Classe Gastropoda Cuvier, 1795..... | 16 |
| 3.2.1 Família Thiaridae Gill, 1871..... | 17 |
| 3.2.2 Família Planorbidae Rafinesque, 1815..... | 17 |
| 3.2.3 Família Ampullariidae Gray, 1824..... | 18 |
| 3.3 Filo Platyhelminthes..... | 19 |
| 3.3.1 Classe Trematoda..... | 19 |
| 4 MATERIAL E MÉTODOS..... | 21 |
| 4.1 Áreas de coleta..... | 21 |
| 4.2 Procedimentos em campo..... | 22 |
| 4.3 Procedimentos no laboratório..... | 24 |
| 4.4 Análises dos dados..... | 24 |
| 5 RESULTADOS..... | 25 |
| 5.1 Composição da gastrópodes..... | 25 |
| 5.2 Monitoramento dos fatores ambientais..... | 34 |
| 5.3 Avaliação ambiental..... | 36 |
| 5.4 Presença de trematódeos..... | 39 |
| 6 DISCUSSÃO..... | 43 |
| 6.1 Ecologia dos moluscos..... | 43 |
| 6.2 Pesquisa de trematódeos..... | 46 |
| 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 49 |
| REFERÊNCIAS..... | 50 |
| APÊNDICE A - PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO AMBIENTAL RÁPIDA..... | 56 |

1 INTRODUÇÃO

Em termos de diversidade de espécies, os moluscos constituem o segundo maior grupo dentre os metazoários (DAMBORENEA; ROGERS; THORP, 2020) sendo superados apenas pelos artrópodes (HICKMAN JR. *et al.*, 2016). Abordagens filogenéticas mais recentes descrevem o filo Mollusca como detentor de oito classes com representantes existentes: Bivalvia, Caudofoveata, Cephalopoda, Gastropoda, Monoplacophora, Polyplacophora, Scaphopoda e Solenogastres (MOLLUSCABASE, 2021).

Conforme a plataforma Molluscabase (2021), mais de 80.000 espécies estão descritas com possibilidade desse número ser superior a 100.000, considerando as espécies ainda não reconhecidas. Mansur *et al.* (2003) estimou a existência de mais de 2.500 espécies de moluscos terrestres, de água doce e marinhos no Brasil e em uma revisão somente dos dois primeiros grupos Simone (2006) já registrou 1.074 espécies, sendo 373 límnicas.

Dentro do filo, a maior diversidade de espécies ocorre para a classe Gastropoda, com pouco mais de 70.000 espécies válidas (MOLLUSCABASE, 2021). Fazem parte desse grupo as lesmas, caramujos e caracóis que podem viver tanto em ambiente marinho quanto dulcícola, porém há vários representantes terrestres (STRONG *et al.*, 2008; ROSENBERG, 2014). Segundo Silva e Barros (2011), das espécies que ocorrem em território brasileiro, há a existência de 224 espécies nominais de gastrópodes de água doce.

A classe Gastropoda merece destaque não somente pela diversidade, mas também por possuir espécies desse grupo, principalmente os límnicos, que têm uma participação relevante nos ecossistemas que habitam pois desempenham importante papel na cadeia trófica, sendo utilizados como alimento por peixes, anfíbios, répteis, aves e demais mamíferos além do homem (MALTCHICK *et al.*, 2009) e são considerados indicadores de qualidade ambiental (MIRANDA *et al.*, 2016). Além disso, se destacam por apresentar espécies consideradas pragas de diferentes cultivos e, principalmente, pela sua importância médico-veterinária, pois inclui os moluscos de água doce hospedeiros intermediários de trematódeos que causam parasitoses em humanos e outros animais (CARVALHO *et al.*, 2005).

No Brasil, as principais doenças às quais os moluscos límnicos encontram-se relacionados são a esquistossomose e a fasciolose (SOUZA; LIMA, 1997; CARVALHO *et al.*, 2014). A esquistossomose mansoni é uma doença parasitária, causada pelo trematódeo *Schistosoma mansoni* Sambon, 1907, cujas formas adultas habitam os vasos mesentéricos do hospedeiro definitivo (homem) e as formas intermediárias se desenvolvem em moluscos do

gênero *Biomphalaria* Preston, 1910. Em nosso país essa doença é um grave problema de saúde pública, sendo as macrorregiões Nordeste e Sudeste os maiores índices de positividade (KATZ, 2018). Na macrorregião Norte, Centro-Oeste e na Sul, nenhum caso foi diagnosticado no último inquérito nacional realizado, porém são consideradas focais, ou seja, apresentam condição favorável para a instalação da doença (KATZ, 2018).

Mesmo havendo grande importância atribuída aos moluscos de água doce, como indicadores da qualidade ambiental e como hospedeiros intermediários de parasitos, poucos estudos visando o conhecimento sobre a composição da fauna dos mesmos têm sido realizados no Brasil (SANTOS; ESKINAZI-SANT'ANNA, 2010), sobretudo no estado do Piauí que, apesar de ser uma área historicamente endêmica para a esquistossomose, possui uma lacuna de conhecimentos sobre o grupo. Sendo assim, a pesquisa de diversos aspectos da ecologia e parasitologia das espécies de moluscos límnicos é imprescindível para a conservação, manutenção, manejo e uso de corpos d'água no estado tendo em vista o risco à doença que algumas espécies deste grupo trazem para o homem e animais.

2 OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Realizar o monitoramento da fauna de moluscos e dos trematódeos associados em açudes de São Julião, Piauí, Brasil, fazendo a relação ecológica dos animais desses grupos com ambiente pesquisado.

2.2. Objetivos específicos

- Fazer o levantamento das espécies de moluscos límnicos que ocorrem na área de interesse;
- Investigar a presença de parasitos nos moluscos coletados;
- Realizar a identificação dos trematódeos que parasitam os moluscos dos açudes pesquisados;
- Discutir os aspectos ecológicos (ocorrência, riqueza, abundância e distribuição temporal) que podem influenciar a ocorrência dos moluscos e dos trematódeos nos corpos d'água investigados.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Filo Mollusca

O Filo Mollusca é constituído por organismos como lesmas, caracóis, mexilhões, lulas, polvos e náutiles, podendo ser simples ou complexos, lentos ou rápidos, macroscópicos ou gigantes (HICKMAN JR.; ROBERTS; LARSON, 2004). Ruppert, Fox e Barnes (2005) afirmam que a maioria dos moluscos são animais marinhos bentônicos e possuem um plano corpóreo básico comum, bilateralmente simétrico e achatado. Apesar da grande diversidade, algumas características são comuns: a presença de um manto que envolve o corpo e também secreta as substâncias responsáveis pela formação das conchas ou placas (conchiolina, prismas de carbonato de cálcio, nácar calcário e aragonita); corpo dividido em cabeça, pé e massa visceral; um sistema digestório completo e celoma reduzido (HICKMAN JR.; ROBERTS; LARSON, 2004; AMARAL; RIZZO; ARRUDA, 2005).

Esses organismos participam de importantes interações ecológicas, pois servem de fonte de alimento para outros invertebrados, aves, anfíbios, peixes e mamíferos, bem como atuam como carnívoros, filtradores, parasitas, comensais, herbívoros e decompositores, quer seja em ecossistemas marinhos, de água doce ou terrestres (AMARAL; RIZZO; ARRUDA, 2005). Alguns moluscos também possuem importância sanitária, podendo participar do ciclo de vida de diversas espécies de trematódeos que causam parasitoses em humanos e outros animais (MIRANDA *et al.*, 2016). Dentre as parasitoses transmitidas por caramujos, podemos citar a esquistossomose mansoni como a mais importante em termos de saúde pública (FERNANDEZ; THIENGO, 2007).

3.2 Classe Gastropoda Cuvier, 1795

A classe Gastropoda foi sugerida por Cuvier (1795), como nome vernáculo francês "les Gastéropodes"). O nome da classe vem do grego *gaster* "estômago", e *podes* "pé"; inclui corpo assimétrico e apresenta efeito torção (giro de 180°); presença de concha, geralmente univalva e espiralada, porém pode ser reduzida ou até mesmo ausente em algumas formas; apresenta sistema digestório completo, sistema circulatório aberto, com respiração branquial, pulmonar ou tegumentar e cabeça bem desolvida com rádula; são hermafroditas ou dióicos, com fecundação direta (viviparidade, ovoviparidade ou oviparidade), indireta (larvas fixas ou

plantônicas), cruzada, autofecundação, partenogênese, alternância de gerações e neotenia (HICKMAN JR. *et al.*, 2016).

Tradicionalmente, a classe Gastropoda é dividida em três subclasses: Opisthobranchia, Pulmonata e Prossobranchia. Os opistobrânquios, estão limitados ao ambiente marinho, enquanto os pulmonados incluem a maioria das lesmas e caracóis terrestres e de água doce e os prossobrânquios, por sua vez, apresentam moluscos dos três ambientes (marinhos, água doce e terrestres) (BRASIL, 2008).

Na presente pesquisa, o foco é dado nas famílias Planorbidae (Subclasse Pulmonata), Thiaridae e Ampullariidae (Subclasse Prossobranchia), uma vez que estão representadas no material da presente pesquisa.

3.2.1 Família Thiaridae Gill, 1871

Representantes desta família são encontrados nas áreas tropicais e subtropicais do planeta (ABÍLIO, 2006). Esse mesmo autor relata que os indivíduos dessa família habitam principalmente água doce, mas algumas espécies preferem água salobra.

As espécies da família apresentam concha geralmente turriculada, porém devido ao atrito com o substrato, verifica-se danos nos primeiros giros ou esses deixam de ser evidentes; preferem ambiente com abundância de oxigênio (BRASIL, 2008) e se reproduzem sexuada e assexuadamente por meio de partenogênese (SILVA *et al.*, 2019).

Melanoides Olivier, 1804 é o gênero mais representativo desta família sendo a espécie *Melanoides tuberculata* (O. F. Müller, 1774), a de maior destaque devido sua alta capacidade reprodutiva e invasiva, sua importância médica-veterinária, além de ser extremamente resistente a uma variedade de fatores ambientais (SILVA *et al.*, 2019; 2020).

3.2.2 Família Planorbidae Rafinesque, 1815

Os moluscos límnicos pertencentes a essa família apresentam concha planispiral com diâmetro de 7 mm e 40 mm variando nos indivíduos adultos (PARAENSE, 1975; BARBOSA; BARBOSA, 1994). De acordo com esses mesmos autores, apresentam conchas amarelo-palha, entretanto quando estas entram em contato com substâncias presentes na água, como o óxido de ferro, há uma alteração na coloração das mesmas, podendo ser encontrados animais de cor marrom a pretos.

Dentre os planorbídeos, os do gênero *Biomphalaria* possuem grande relevância pelo fato de serem hospedeiros intermediários de parasitos de importância médico-veterinária. No Brasil há a ocorrência de 10 espécies desse gênero: *Biomphalaria glabrata* (Say, 1818), *Biomphalaria straminea* (Dunker, 1848), *Biomphalaria tenagophila* (Orbigny, 1835), *Biomphalaria amazônica* Paraense, 1966, *Biomphalaria peregrina* (Orbigny, 1835), *Biomphalaria kuhniana* (Clessin, 1883), *Biomphalaria schrammi* (Crosse, 1864), *Biomphalaria intermedia* (Paraense; Deslandes, 1962), *Biomphalaria oligoza* Paraense, 1975, *Biomphalaria occidentalis* Paraense, 1981; e uma subespécie, *Biomphalaria tenagophila guaibensis* Paraense, 1984 (BRASIL, 2008). Destas espécies, as mais estudadas são *B. glabrata*, *B. tenagophila* e *B. straminea*, pois seus indivíduos são hospedeiros intermediários do trematódeo responsável pela esquistossomose mansoni em humanos (BARBOSA; BARBOSA, 1994; BRASIL, 2008; CARVALHO *et al.*, 2014).

3.2.3 Família Ampullariidae Gray, 1824

São os maiores gastrópodes de água doce, podendo chegar até 17 cm de comprimento (BRASIL, 2008). Os indivíduos desta família são caracterizados por apresentarem concha com opérculo que pode atingir até 145 mm de altura e destacam pela diversidade de espécies (BURKY, 1974). O mesmo autor informa ainda que esses animais são encontrados em ambientes de clima tropical e sub-tropical da África, América do Sul, América Central e Sudeste da Ásia.

No Brasil a família encontra-se amplamente distribuída, principalmente em água lânticas, sendo registrados quatro gêneros: *Asolene* d'Orbigny, 1838, *Felipponea* Dall, 1919, *Marisa* Gray, 1824, *Pomacea* Perry, 1810 (BRASIL, 2008¹).

Os espécimes desta família são utilizados para controle biológico de caramujos planorbídeos hospedeiros intermediários da esquistossomose mansoni, deste modo têm sido inseridos em muitos habitats em todo o mundo, incluindo o Brasil, visto que predam os ovos e os caramujos recém-eclodidos, competem por alimento e espaço, chegando a eliminar os moluscos do gênero *Biomphalaria* (ABÍLIO, 2006).

¹Essa fonte informa a ocorrência do gênero *Pomella* Gray, 1847, o qual atualmente é aceito como *Pomacea* Perry, 1810.

3.3 Filo Platyhelminthes

Os indivíduos do filo Platyhelminthes são denominados vermes achatados que podem ter tamanho entre 1 mm, ou menos, até animais com vários metros como algumas tênias, porém a maioria se apresenta com 1 a 3 cm de tamanho corporal (HICKMAN JR. *et al.*, 2016). Segundo esses autores, o corpo desses animais pode ser fino e com forma foliácea ou alongado e com forma de fita. O filo contém formas de vida livre, como a planária, e espécies parasitas, como os trematódeos e as tênias (HICKMAN JR. *et al.*, 2016)

O filo está dividido em quatro classes: Turbellaria, Trematoda, Monogenea e Cestoda. A classe Turbellaria inclui os platelmintos de vida livre, algumas formas simbiontes e parasitas com sua maioria habitando o fundo dos mares ou ambientes de água doce, mas com espécies terrestres, como as planárias, que estão restritas a lugares úmidos, sob pedras ou troncos (HICKMAN JR. *et al.*, 2016).

Os membros das classes Monogenea, Trematoda (trematódeos) e Cestoda (tênias) são parasitos. A maioria dos animais da classe Monogenea é ectoparasita; os trematódeos e cestódios são endoparasitos. Algumas espécies têm ciclos de vida indiretos com mais de um hospedeiro, com o primeiro, o intermediário, na maioria dos casos, sendo um invertebrado e, o hospedeiro definitivo, geralmente sendo um animal vertebrado, incluindo o homem (HICKMAN JR. *et al.*, 2016).

3.3.1 Classe Trematoda

Trematódeos são metazoários parasitas que apresentam ciclo de vida complexo, com reprodução sexuada em hospedeiros definitivos vertebrados, enquanto a reprodução assexuada ocorre em hospedeiros intermediários, geralmente em moluscos da classe Gastropoda (PINTO; 2013). É bastante comum os trematódeos possuírem mais de um hospedeiro intermediário.

Nesses casos, o ciclo biológico geral envolve a eliminação dos ovos junto com as fezes do hospedeiro definitivo, esses ovos, em condições ideais, desenvolverão os miracídios que contaminarão ativamente o primeiro hospedeiro intermediário, normalmente caramujos. No caramujo os miracídios passarão pelos demais estágios (esporocisto e rédias) para formar as cercárias que serão liberadas na água ou no substrato e poderão contaminar o segundo hospedeiro intermediário, o qual pode ser espécies de anelídeo, artrópodos, peixe, anfíbio, réptei, ave ou mamífero (PINTO; MELO, 2013), ou diretamente o hospedeiro definitivo, como

no caso de *S. mansoni*. Havendo um segundo hospedeiro intermediário, as cercárias formarão as metacercárias, que infectarão o hospedeiro definitivo mediante a ingestão desse hospedeiro intermediário (PINTO; MELO, 2013). Assim, são as cercárias as responsáveis pela manutenção do ciclo biológico por meio da transmissão destes parasitos ao hospedeiro definitivo (PINTO; MELO, 2013).

4 MATERIAL E MÉTODOS

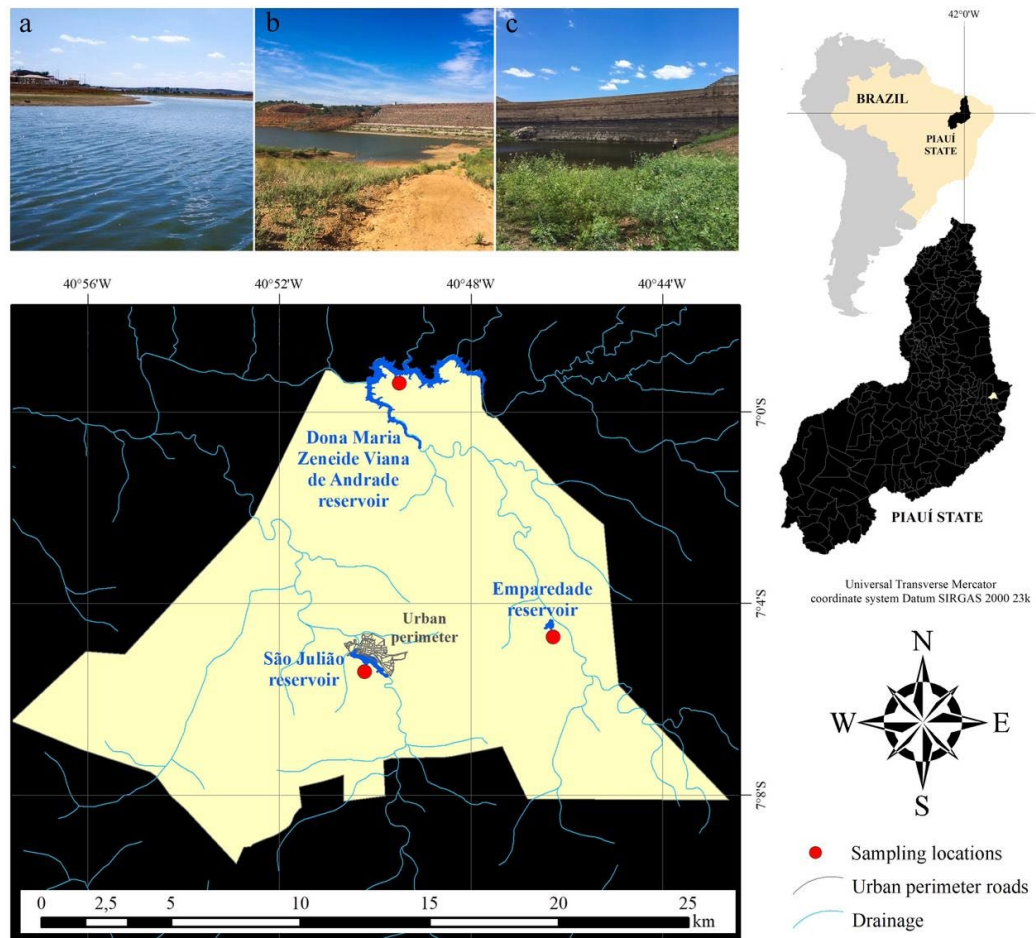
4.1 Áreas de coleta

O estudo foi realizado em três açudes localizados no município de São Julião, Piauí, no período de agosto de 2018 a julho de 2019: Dona Maria Zeneide Viana de Andrade (DMZVA), São Julião e Emparedade (FIG. 1). A cidade localiza-se a 394 Km de Teresina, a capital do estado (07° 05'05" Sul; 40° 49'32" Oeste) (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICAS - IBGE, 2021). Estima-se uma população de 6.371 habitantes, possuindo uma área de 291,089 Km², apresentando clima semiárido e tropical e vegetação, em sua maioria, composta pela Caatinga arbustiva e arbórea (IBGE, 2021).

O açude DMZVA (FIG. 1a) fica localizado na zona rural do município, a aproximadamente 15 Km da sede, e foi construído no encontro do Rio Grande e de Porcos. É considerado um dos maiores reservatórios de água do estado Piauí, tendo a capacidade para acumular 106,7 milhões de metros cúbicos de água. A barragem em sua cota máxima inunda uma área de 850 ha (DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA A SECAS - DENOCS, 2006).

O açude de São Julião, situa-se na sede do município (FIG. 1b). Já o Emparedade (FIG. 1c), localiza-se na mesorregião sudeste piauiense, é uma barragem pequena, com capacidade de armazenamento de 703.461 m³ de água e área da bacia hidrográfica de 133,50 Km² (DENOCS, 2006). A distância entre o Açude de São Julião e Emparedade é de 9 Km.

Figura 1 - Localização do município de São Julião, Piauí, Brasil e da área aproximada de cada açude estudado. Imagens panorâmicas de (a) açude São Julião, (b) açude Dona Maria Zeneide Viana de Andrade e (c) açude Emparedade.



Fonte: Adaptada de Silva *et al.* (2020).

4.2 Procedimentos em campo

As coletas dos caramujos foram realizadas mensalmente nos três açudes de São Julião, no período diurno. Em cada açude, foram delimitados três pontos (estações) de coleta e para cada ponto, três amostras foram obtidas, totalizando 27 amostras mensais. As estações localizaram-se sempre a 1 m de distância da margem e a distância entre elas foi de mais de 100 m. Para a obtenção das diferentes amostras de cada estação também se respeitou a distância de cerca de 5 m entre cada uma delas para garantir a independência dos dados.

Para a coleta do material foi utilizada uma peneira de metal acoplada a uma haste de madeira com aproximadamente 1,5 m de comprimento, a qual era mergulhada até atingir a

porção superficial do fundo dos açudes. Todo o material obtido era armazenado em potes de plástico devidamente identificado juntamente com a água do local, para posterior separação dos moluscos. Esse procedimento foi repetido cinco vezes para cada amostra, seguindo o descrito por Silva *et al.* (2019).

Concomitante à coleta foi realizada a análise ambiental dos açudes, por meio do Protocolo de Avaliação Ambiental Rápida (PAR) (SOUSA *et al.*, 2020) que consistia em, nos três pontos de coleta estabelecidos em cada açude, observar e assinalar diretamente no protocolo impresso (APÊNDICE A) as seguintes informações:

o tipo principal de ocupação das margens; erosão próxima e/ou nas margens e assoreamento; alteração antrópica do entorno; presença e extensão da mata ciliar; presença de dejetos humanos e de animais; presença de animais domésticos; presença de plantas aquáticas; odor e cor da água, caracterização do fundo; tipo e odor do substrato; característica do fluxo da água; presença de animais silvestres. Para cada parâmetro avaliado foi atribuído uma pontuação que variou de zero (para alterações acentuadas) a cinco (para alterações pouco acentuadas ou ausentes). (SOUSA *et al.*, 2020, p. 24).

Para cada parâmetro avaliado foi atribuído uma pontuação que variou de zero (para alterações acentuadas) a cinco (para alterações pouco acentuadas ou ausentes). O estado de conservação mensal de cada açude foi estabelecido a partir da média da pontuação do PAR entre os pontos de observação, podendo ele ser classificado como: “i) **natural**, quando obtido valores entre 76 e 100 pontos; ii) **com alterações reduzidas**, quando atingida a pontuação entre 46 e 75 pontos; iii) **com alterações moderadas**, cuja pontuação variou entre 31 e 45 pontos; e iv) **com alterações extremas**, quando pontuado entre 0 e 30” (SOUSA *et al.*, 2020, p. 24). Além disso, foram tomadas as medidas de temperatura e profundidade da coluna d’água.

Os procedimentos de coleta e transporte dos animais foram realizados com a autorização do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), através do Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade (SISBIO), número de licença 60423-5 e todo o material coletado foi levado ao Laboratório de Biologia do Instituto Federal do Piauí, *campus* de Picos para triagem.

Os dados referentes à pluviosidade da região foram obtidos na plataforma pública do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), Sistema de Suporte à Decisão na Agropecuária (SISDAGRO) (<http://sisdagro.inmet.gov.br/sisdagro/app/monitoramento/bhs>).

4.3 Procedimentos no laboratório

No laboratório foi feita a separação dos animais vivos dos mortos, contagem e identificação dos moluscos em menor nível taxonômico com base em Simone (2006). Os animais vivos foram submetidos a um experimento para estudo das cercárias que consistia em mantê-los em potes de plástico com água desclorada e submetê-los à luz artificial amarela por um período de quatro horas por dia, em uma estufa para que a temperatura fosse mantida em torno de 35 a 38 °C. Esse procedimento de exposição a luz era realizado por três dias consecutivos, quando os moluscos eram então sacrificados e preservados em álcool 70%.

As cercárias encontradas eram retiradas da água com auxílio de uma pipeta *Pasteur* e colocadas em tubos tipo *Eppendorfs*. Nesse tubo adicionavam-se gotas de água a 70 °C e três gotas de solução de formol a 10% (formalina) para morte e sedimentação das cercárias. O sobrenadante era retirado e formalina novamente adicionada para preservação do material.

Para identificação, as cercárias eram transferidas para lâminas e coradas com azul de metileno ou lugol. A captura das imagens dos tipos cercarianos foi feita com auxílio de microscópio acoplado à uma câmera e a identificação realizada por meio da chave de identificação de Pinto e Melo (2013) e Silva e Melo (2013) além de consulta à especialistas na área.

4.4 Análises dos dados

Os dados foram analisados por meio do SYSTAT® 13. A normalidade dos dados foi testada pelo teste Shapiro-Wilk e, como os mesmos não apresentaram distribuição normal, utilizou-se o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis para verificar diferença na abundância das espécies de moluscos entre os meses e açudes avaliados. Havendo diferença significativa ($P \leq 0,05$), o teste *a posteriori* utilizado foi o de Kolmogorov-Smirnov.

Foi realizado também o teste de correlação de Pearson entre a abundância geral dos moluscos e de cada espécie encontrada e os fatores ambientais como temperatura média da água (°C), profundidade média da margem dos açudes (cm) e precipitação média de região (mm) a fim de identificar se esses fatores podem influenciar o aumento ou diminuição no número de indivíduos das espécies de moluscos encontradas nos açudes. Além disso, realizou-se o teste de correlação de Pearson entre a abundância da espécie *M. tuberculata* e a das demais espécies.

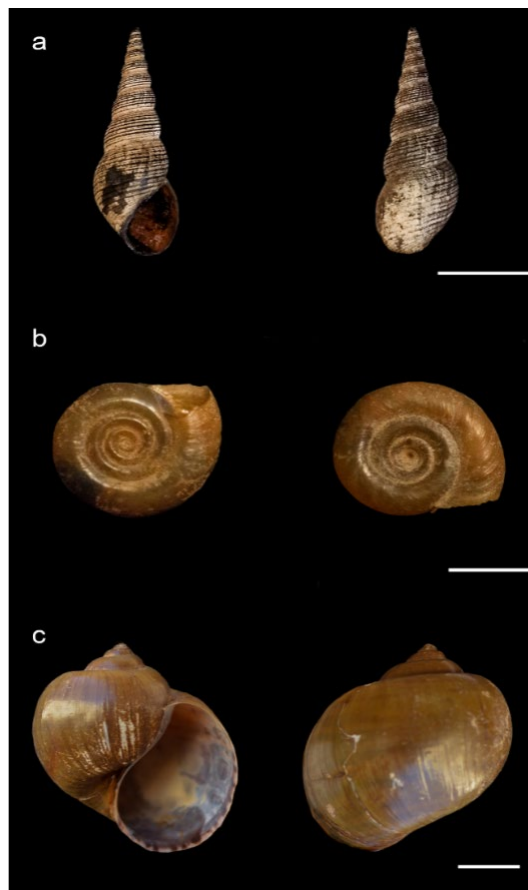
5 RESULTADOS

5.1 Composição dos gastrópodes

Foram realizadas 12 coletas durante a pesquisa, com um total de 39.069 moluscos obtidos. Destes, 22.782 (58,3%) estavam vivos e 16.287 indivíduos (41,7%) encontravam-se mortos, sendo registrados apenas pela presença das conchas.

Os gastrópodes amostrados vivos foram distribuídos em três famílias: Thiaridae, Planorbidae e Ampulariidae, cada uma representada por apenas um gênero, e cada gênero por sua vez, registrado por apenas uma espécie: *Melanoides tuberculata* (Thiaridae), *Biomphalaria straminea* (Planorbidae) e *Pomacea lineata* (Spix. 1827) (Ampulariidae) (FIG. 2).

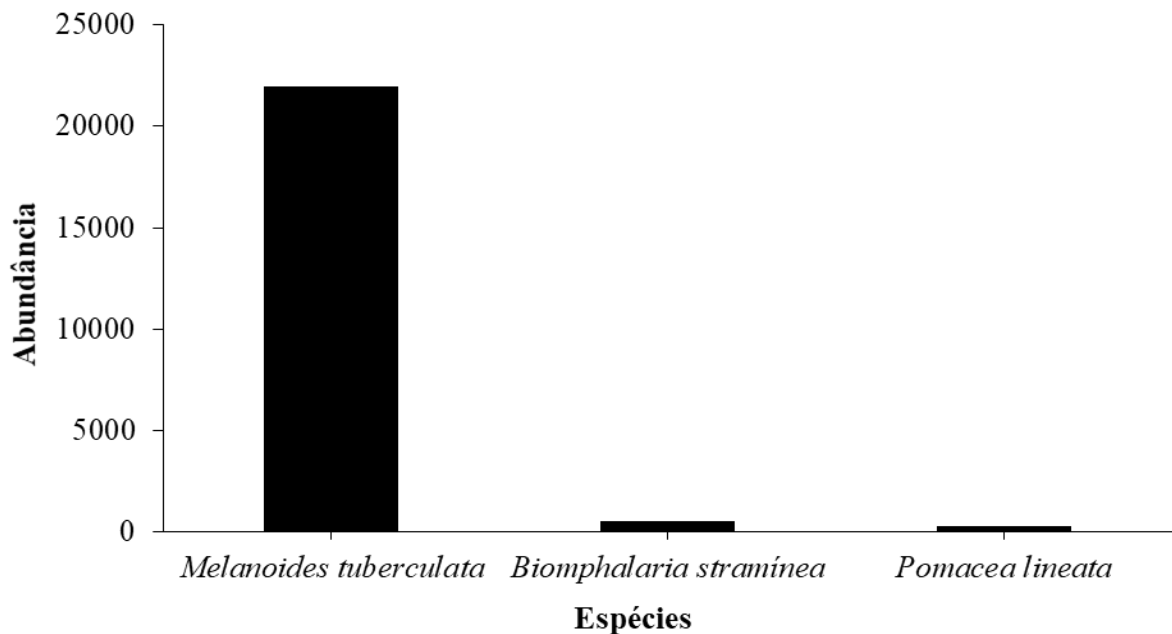
Figura 2 - Espécies de moluscos encontradas em açudes do município de São Julião, Piauí com suas escalas de tamanho. (A) *Melanoides tuberculata*, 10mm; (B) *Biomphalaria straminea*, 5 mm; e (C) *Pomacea lineata*, 10 mm.



Fonte: Adaptada de Silva *et al.* (2020).

Dos caramujos amostrados vivos, *M. tuberculata* foi a mais abundante, com 21.977 indivíduos (96,5%; min. = 334; máx. = 2.594; média = $1.831,4 \pm 705,4$), seguido de *B. straminea* com 529 moluscos (2,3%; min. = 1; máx. = 207; média = $44,1 \pm 67,8$); e *P. lineata*, representada apenas por 276 indivíduos (1,2%; min. = 0; máx. = 95; média = $23 \pm 29,6$) (FIG. 3). Quando feita a correlação entre a abundância de *M. tuberculata* com as demais espécies, foi possível observar correlação positiva fraca para ambas, sendo para *B. straminea* o maior coeficiente (TAB. 1).

Figura 3 - Abundância das espécies de Gastropoda amostradas em açudes de São Julião, Piauí, entre os meses de agosto/2018 e julho/2019.



Fonte: Elaborada pelo autor (2021).

Tabela 1 - Resultado do teste de correlação entre a abundância de *M. tuberculata* e demais espécies de moluscos coletadas nos açudes do município de São Julião, Piauí, entre os meses de agosto/2018 e julho/2019.

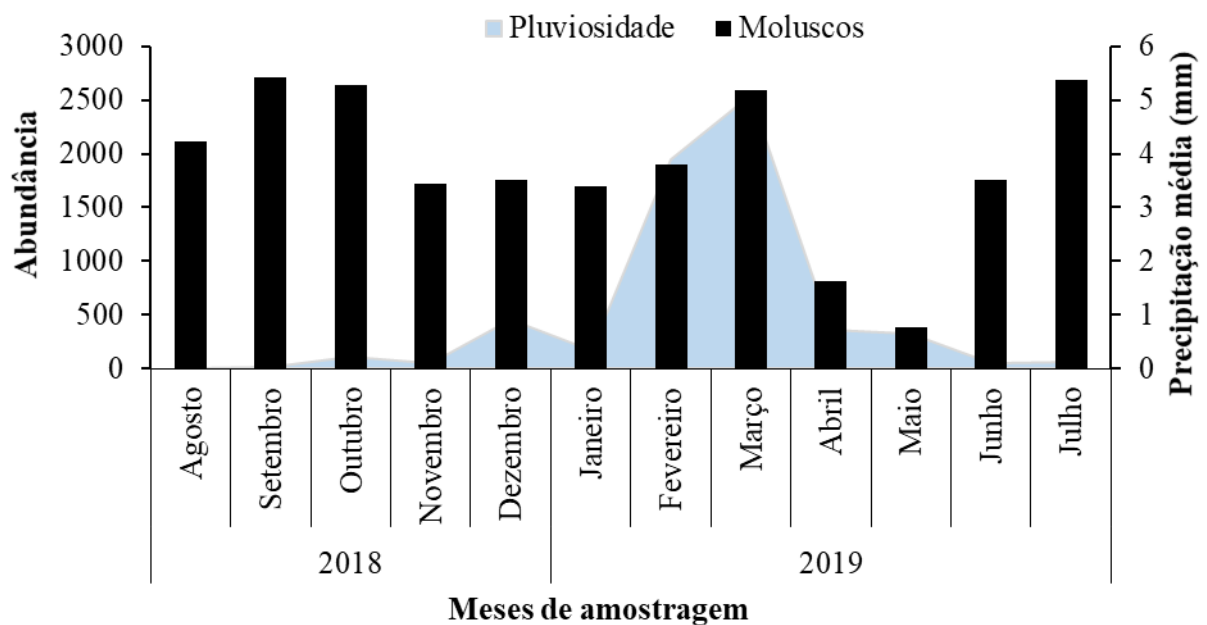
| ESPÉCIES | COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO |
|-------------------------------|---------------------------|
| <i>Biomphalaria straminea</i> | 0,334 |
| <i>Pomacea lineata</i> | 0,019 |

Fonte: Elaborada pelo autor (2021).

A análise dos dados mensais de abundância de espécies de gastrópodes mostrou que o mês de setembro de 2018 foi o de maior abundância ($n = 2.708$; 11,9%; min. = 15; máx. = 2.536; média = $902,7 \pm 1.416,3$), seguido de julho de 2019 ($n = 2.681$; 11,8%; min. = 62; máx. = 2.524; média = $893,7 \pm 1.412$) e outubro de 2018 ($n = 2.644$; 11,6%; min. = 10; máx. = 2.594; média = $881,3 \pm 1.483,3$) (FIG. 4). Já os meses com menores números de indivíduos capturados foram aqueles subseqüentes às maiores médias pluviométricas na região, com destaque para maio de 2019 ($388 = 1,7\%$; mín. = 1; máx. = 334; média = $129,3 \pm 179,1$) e abril do mesmo ano ($n = 817$; 3,6%; mín. = 1; máx. = 813; média = $272,3 \pm 468,2$) (FIG. 4).

Houve diferença significativa na abundância geral de caramujos entre os meses amostrados ($P \leq 0,05$; g.l. = 11; $X^2 = 69,38$). Sendo a abundância do mês de agosto diferente da maioria dos meses amostrados ($P \leq 0,05$), exceto de setembro 2018 ($P = 0,70$); o mês de setembro desse mesmo ano, por sua vez também se diferenciou da maioria dos demais meses, menos abril de 2019 ($P = 0,09$); o mês de julho de 2019 foi outro que diferiu-se dos demais meses amostrados ($P \leq 0,05$), excetuando fevereiro de 2019 ($P = 0,09$) e março do mesmo ano ($P = 0,29$). Com a exceção de setembro de 2018 ($P = 0,09$) e maio de 2019 ($P = 0,48$), todos os meses diferiram de abril de 2019 ($P \leq 0,04$).

Figura 4 - Distribuição da abundância das espécies de moluscos coletadas em açudes de São Julião, Piauí, entre os meses de agosto/2018 e julho/2019.



Fonte: Elaborada pelo autor (2021). Os dados de precipitação foram obtidos em INMET (2021) (<http://sisdagro.inmet.gov.br/sisdagro/app/monitoramento/bhs>).

Em relação a abundância de cada espécie por mês estudado, *M. tuberculata* foi a espécie que apresentou maior número de indivíduos em todos meses amostrados, sendo o mês de outubro de 2018 o de maior representatividade ($n = 2.594$; 11,8%; mín. = 0; máx. = 503; média = $96,1 \pm 131,6$), seguido de março de 2019 ($n = 2.581$; 11,7%; mín. = 9; máx. = 373; média = $95,6 \pm 100,7$), setembro de 2018 ($n = 2.536$; 11,54%; mín. = 0; máx. = 719; média = $93,9 \pm 176,4$) e julho de 2019 ($n = 2.524$; 11,48%; mín. = 0; máx. = 301; média = $93,5 \pm 76,8$) (FIG. 5A). Já os meses que apresentaram os menores números de indivíduos coletados foram maio de 2019 ($n = 334$; 1,5%; mín. = 0; máx. = 114; média = $12,4 \pm 32,5$) e abril deste mesmo ano ($n = 813$; 3,7%; mín. = 0; máx. = 143; média = $30,1 \pm 47,5$), respectivamente (FIG. 5A).

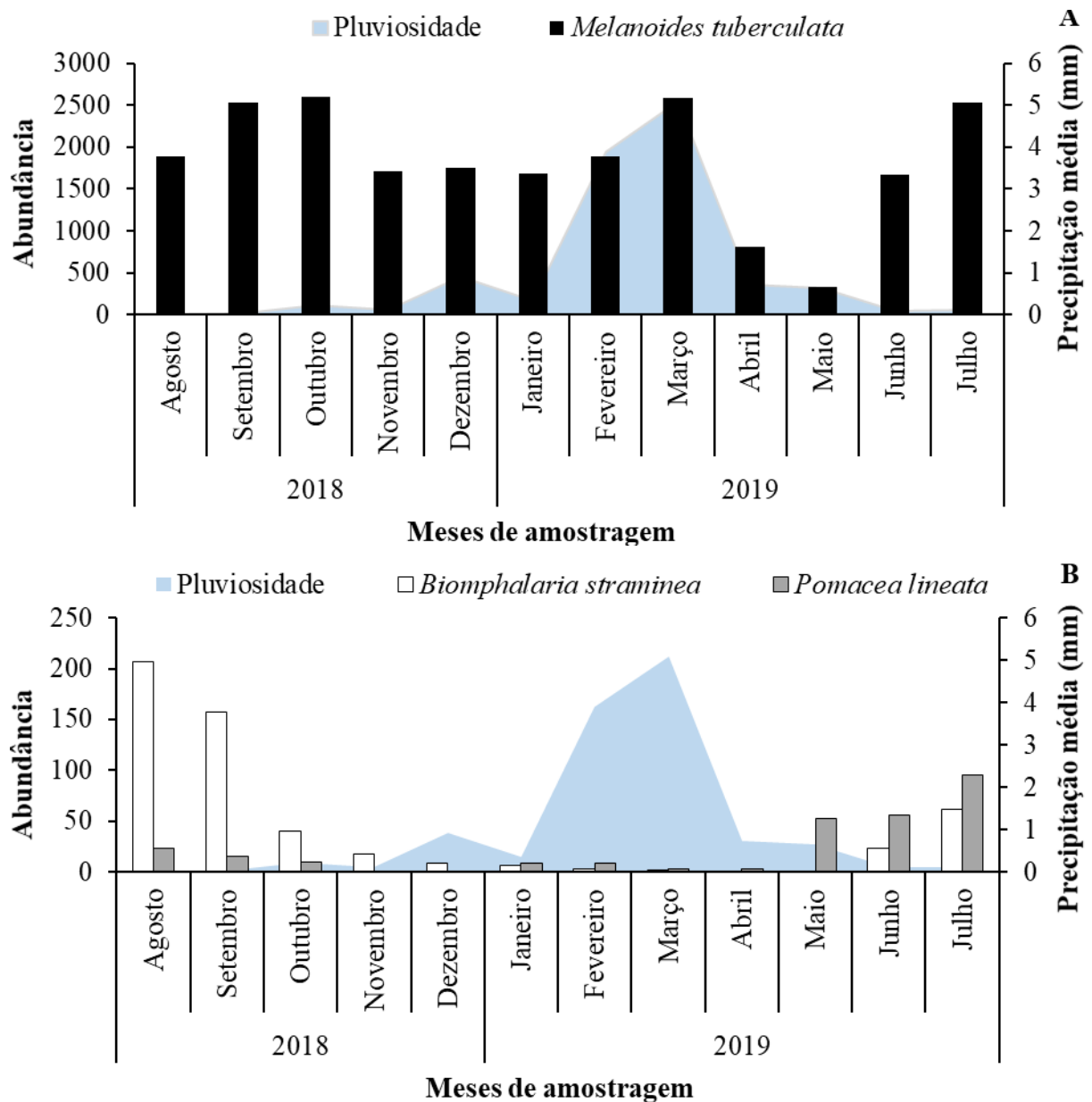
Biomphalaria straminea se destacou nos meses de agosto de 2018 ($n = 207$; 39,1%; mín. = 0; máx. = 42; média = $7,7 \pm 12,4$) e setembro do mesmo ano ($n = 157$; 29,7%; mín. = 0; máx. = 110; média = $5,8 \pm 21,1$) (FIG. 5B). Assim como para *M. tuberculata*, os meses de abril e maio de 2019 também apresentaram a menor abundância de *B. straminea* (0,2%; mín. = 0; máx. = 1; média = $0 \pm 0,2$) (FIG. 5B).

A espécie *P. lineata* esteve em evidência no mês de julho de 2019 ($n = 95$; 34,4%; mín. = 0; máx. = 47; média = $3,5 \pm 9,2$), seguido de junho do mesmo ano ($n = 56$; 20,3%; mín. = 0; máx. = 25; média = $2,1 \pm 5,2$) e maio ($n = 53$; 19,2%; mín. = 0; máx. = 24; média = 2 ± 5). A espécie não foi amostrada em dezembro de 2018 (FIG. 5B).

Foi possível verificar também diferenças significativas na abundância de cada espécie por mês estudado (TAB. 2). Confirmando os dados biológicos obtidos para *M. tuberculata* (FIG. 5A), a abundância registrada nos meses de agosto e setembro de 2018 e abril e maio de 2019 se mostraram significativamente diferente dos demais meses ($P \leq 0,05$). Para *B. straminea* a diferença na abundância foi observada para o mês de agosto de 2018, que se diferiu estatisticamente da maioria dos meses, exceto de setembro de 2018 ($P = 0,29$) e julho de 2019 ($P = 0,17$). A abundância de *B. straminea* registrada para esse último mês também apresentou diferença significativa da dos meses de abril e maio de 2019 ($P = 0,04$).

A abundância de *P. lineata* registrada no mês de dezembro de 2018 foi significativamente diferente de todos os outros meses amostrados ($P \leq 0,05$). As abundâncias de *P. lineata* dos meses de agosto de 2018 e julho de 2019 se diferenciou significativamente da dos meses de novembro e dezembro de 2018, fevereiro, março e abril de 2019 ($P \leq 0,05$); e a de junho de 2019 foi estatisticamente diferente de novembro e dezembro de 2018 e abril de 2019 ($P \leq 0,05$).

Figura 5 - Variação mensal na abundância das espécies de moluscos coletadas entre os meses de agosto/2018 e julho/2019, nos três açudes de São Julião, Piauí. (A) Dados de *Melanoides tuberculata*; (B) Dados de *Biomphalaria straminea* e *Pomacea lineata*.



Fonte: Elaborada pelo autor (2021). Os dados de precipitação foram obtidos em INMET (2021) (<http://sisdagro.inmet.gov.br/sisdagro/app/monitoramento/bhs>).

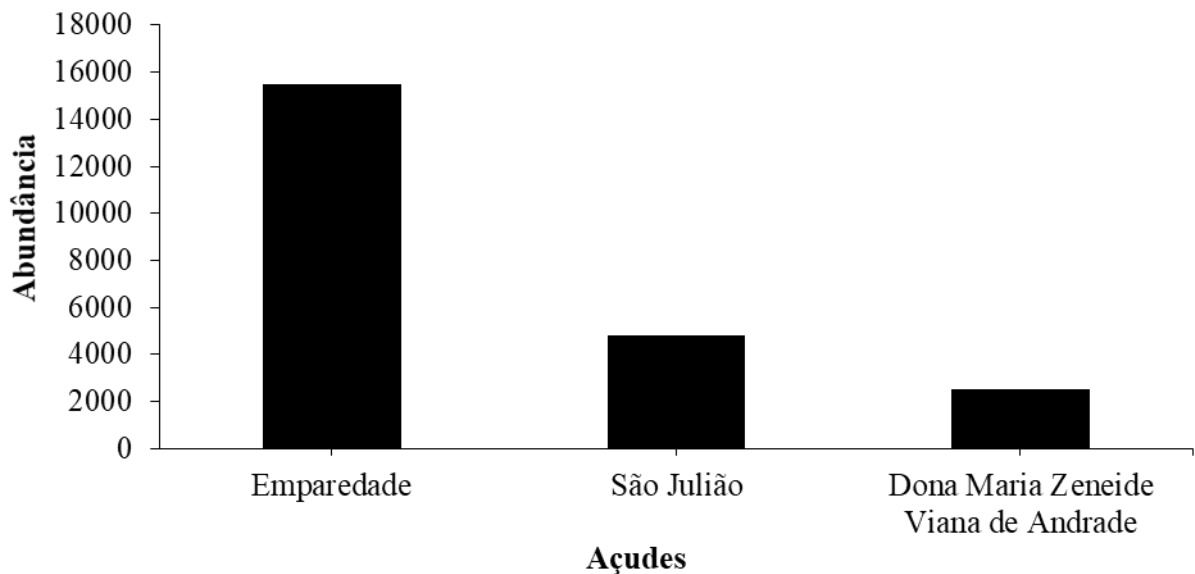
Tabela 2 – Resultados do teste estatístico de Kruskal-Wallis para verificação de diferença na abundância mensal das espécies de molusco amostradas em açudes de São Julião, Piauí.

| Espécie | P | X ² | g.l |
|-------------------------------|--------|----------------|-----|
| <i>Melanoides tuberculata</i> | ≤ 0,05 | 73,49 | 11 |
| <i>Biomphalaria straminea</i> | ≤ 0,05 | 69,24 | 11 |
| <i>Pomacea lineata</i> | 0,008 | 60,16 | 11 |

Fonte: Elaborada pelo autor (2021).

Com relação aos três açudes selecionados para amostragem dos moluscos, verificou-se também variação na abundância, com o açude Emparedade apresentando o maior número de caramujos durante toda pesquisa (n = 15.487; 68%; mín. = 22; máx. = 2.632; média = 1.290,6 ± 777,7), seguido do açude São Julião (n = 4.784; 21%; mín. = 13; máx. = 1.223; média = 398,7 ± 413,6) e por fim, o açude DMZVA (n = 2.511; 11%; mín. = 0; máx. = 488; média = 209,3 ± 167,6) (FIG. 6). Houve diferença significativa na abundância de moluscos entre os açudes estudados ($P \leq 0,05$; $X^2 = 90,24$; g.l. = 2;).

Figura 6 - Abundância de moluscos amostrados em três açudes do município de São Julião, Piauí, entre os meses de agosto/2018 e julho/2019.



Fonte: Elaborada pelo autor (2021).

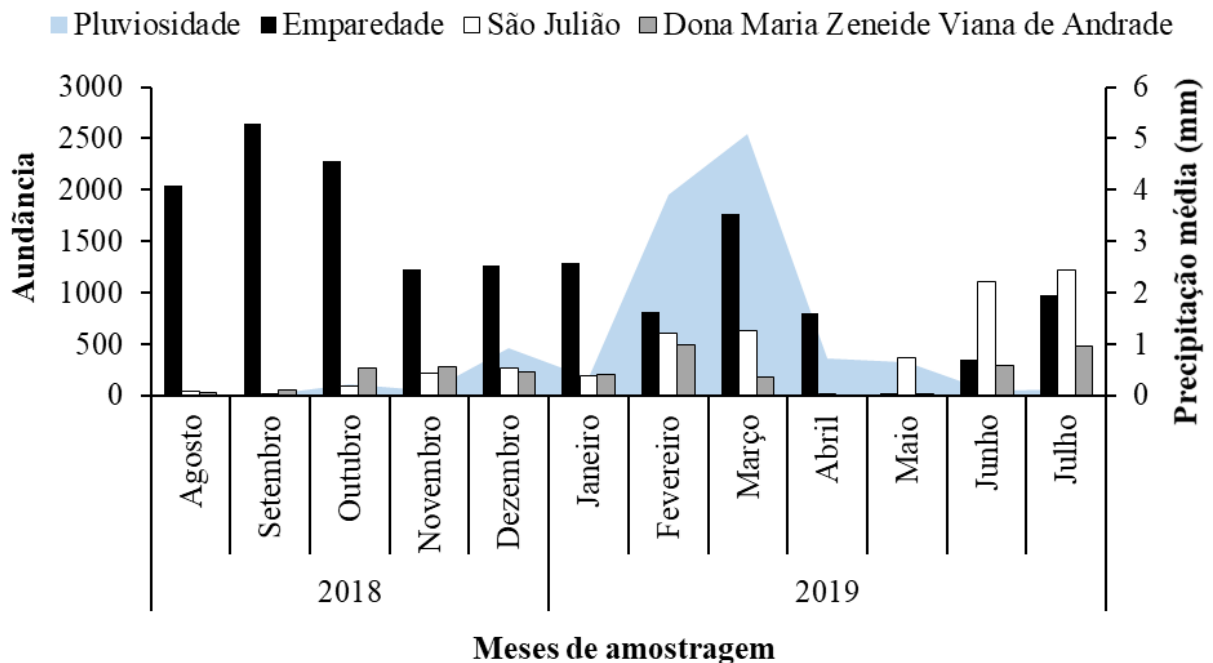
No açude Emparedade, o mês com maior abundância de moluscos foi setembro de 2018 (n = 2.637; 17%; mín. = 1; máx. = 2.488; média = 879 ± 1.395,4), seguido de outubro (n = 2.286; 14%; mín. = 0; máx. = 2.263; média = 762 ± 1.300) e agosto deste mesmo ano

(n = 2.039; 13,2%; mín. = 5; máx. = 1.860; média = $679,7 \pm 1.025,7$) (FIG. 7). O mês de maio de 2019 se caracterizou por apresentar a menor abundância (n = 22; 0,3%; mín. = 0; máx. = 21; média = $7,3 \pm 11,8$) (FIG. 7).

No Açude São Julião os meses de julho (n = 1.223; 25,6%; mín. = 11; máx. = 1.132; média = $407,7 \pm 628,2$) e junho de 2019 (n = 1.107; 23,1%; mín. = 9; máx. = 1.056; média = $369 \pm 595,2$), foram os mais representativos, nessa ordem (FIG.7). Já abril de 2019 (n = 13; 0,3%; mín. = 0; máx. = 10; média = $4,3 \pm 5,1$) e setembro de 2018 (n = 18; 0,4%; mín. = 2; máx. = 13; média = $6 \pm 6,1$), apresentaram o menor número de indivíduos coletados, respectivamente (FIG. 7).

No açude DMZVA, o mês de fevereiro de 2019 destacou-se como o de maior abundância (n = 488; 19,4%; mín. = 0; máx. = 485; média = $162,7 \pm 279,2$), seguido do mês de julho do mesmo ano (n = 476; 19%; mín. = 8; máx. = 455; média = $158,7 \pm 256,6$) (FIG. 6). O mês de maio de 2019 apresentou apenas dois indivíduos e de abril do mesmo ano ficou marcado por não ter havido a coleta de nenhum espécime (FIG. 7).

Figura 7 - Variação mensal na abundância de moluscos nos três açudes do município de São Julião, Piauí, amostrados entre os meses de agosto/2018 e julho/2019.



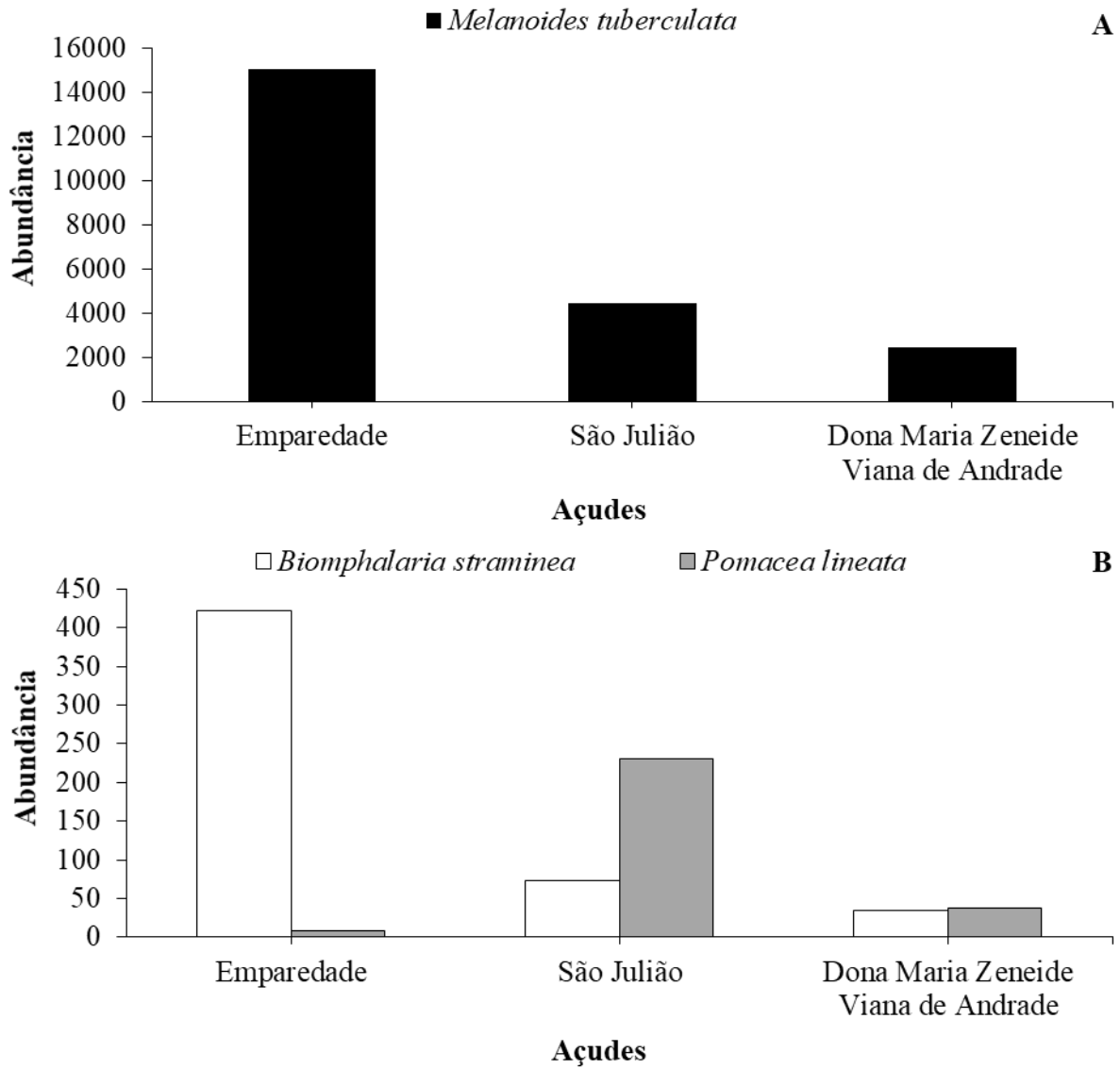
Fonte: Elaborada pelo autor (2021). Os dados de precipitação foram obtidos em INMET (2021) (<http://sisdagro.inmet.gov.br/sisdagro/app/monitoramento/bhs>).

Considerando as espécies por açude amostrado, *M. tuberculata* foi predominante nos três ambientes. O açude Emparedade apresentou a maior abundância da espécie (n = 15.056; 68,5%; mín. = 21; máx. = 2.488; média = $1.254,7 \pm 741$), seguido do açude São Julião (n = 4.481; 20,4%; mín. = 2; máx. = 1.132; média = $373,4 \pm 396,6$) e o açude DMZVA (n = 2.440; 11,1%; mín. = 0; máx. = 46; média = $203,3 \pm 165,2$) (FIG. 8A). Foi encontrada diferença significativa na abundância do caramujo entre os açudes avaliados ($P \leq 0,05$; $X^2 = 90,78$; g.l. = 2). Como esperado, a abundância desse caramujo no açude Emparedade foi significativamente diferente dos outros dois açudes ($P \leq 0,05$). Além disso, a abundância de *M. tuberculata* obtida no açude DMZVA diferiu da de São Julião ($P \leq 0,05$).

Para *Biomphalaria straminea*, o açude Emparedade também foi o mais representativo (n = 422; 79,8%; mín. = 0; máx. = 174; média = $35,2 \pm 60,3$), seguido do açude São Julião (n = 73; 13,8%; mín. = 0; máx. = 26; média = $6,1 \pm 8,3$) e DMZVA (n = 34; 6,4%; mín. = 0; máx. = 8; média = $2,8 \pm 2,9$) (FIG. 8B). Ocorreu diferença significativa na abundância da espécie entre os açudes pesquisados ($P \leq 0,05$; $X^2 = 23,4$; g.l. = 2), com o açude Emparedade diferenciando dos demais ($P \leq 0,05$).

Embora *P. lineata* tenha sido a espécie de menor abundância no estudo, foi possível notar sua ocorrência em maior abundância que *B. straminea* no açude São Julião (n = 230; 83,3%; mín. = 0; máx. = 80; média = $19,2 \pm 25,2$) (FIG. 8B). O açude DMZVA apresentou a segunda maior abundância (n = 37; 13,4%; mín. = 0; máx. = 13; média = $3,1 \pm 4,8$) e Emparedade um número bastante reduzido de indivíduos (n = 9; 3,3%; mín. = 0; máx. = 5; média = $0,75 \pm 1,5$) (FIG. 8B). A diferença no número de indivíduos dessa espécie entre os açudes também foi significativa ($P \leq 0,005$; $X^2 = 44,1$; g.l. = 2), sendo o açude de São Julião diferente dos demais pesquisados ($P \leq 0,005$).

Figura 8 - Distribuição das espécies de moluscos coletadas nos três açudes do município de São Julião, Piauí, no período de agosto/2018 a julho/2019. (A) Dados de *Melanoides tuberculata*; (B) Dados de *Biomphalaria straminea* e *Pomacea lineata*.



Fonte: Elaborada pelo autor (2021).

5.2 Monitoramento dos fatores ambientais

Em relação a temperatura média da água (°C), os meses com os maiores valores foram março de 2019 (min. = 32,1; máx. = 38,8; média = 34,87) e abril do mesmo ano (min. = 33,9; máx. = 34,5; média = 34,30) (TAB. 3). Os meses em que a temperatura média da água (°C) foi a mais baixa foram agosto de 2018 (min. = 26; máx. = 30; média = 27,22) e setembro (min. = 25,5; máx. = 31,2; média = 27,63) (TAB. 3).

Quanto a profundidade média da coluna d'água (cm), o mês de maio de 2019 foi o que apresentou maior profundidade (min. = 13,5; máx. = 50; média = 27,28), seguido de outubro de 2018 (min. = 11; máx. = 33; média = 18) e agosto deste mesmo ano (min. = 6; máx. = 36; média = 17,89) (TAB. 3). O mês de maio 2019 ter apresentado a maior profundidade média da margem pode estar relacionado ao acúmulo da água das chuvas ocorridas na região, com destaque para o mês de março de 2019 (média = 5,08 mm) (TAB. 3). Fevereiro de 2019 (min. = 6; máx. = 14; média = 9,72), abril (min. = 6,9; máx. = 20; média = 10,44) e junho (min. = 7; máx. = 23; média = 10,89) foram os meses em que a profundidade da margem (cm) apresentou os menores valores (TAB. 3).

No que diz respeito a correlação dos fatores ambientais com a abundância geral das espécies, a profundidade média da coluna d'água foi a única que exibiu correlação negativa (TAB. 4). Os testes de correlação realizados entre a abundância de cada espécie e os parâmetros ambientais também evidenciaram a correlação negativa com a profundidade média da coluna d'água (TAB. 5). Para a abundância de *M. tuberculata*, a temperatura da água apresenta uma correlação positiva mais forte que a precipitação (TAB. 5). Já para *B. straminea* e *P. lineata*, tanto a temperatura da água como a precipitação possuem correlação negativa com suas abundâncias (TAB. 5).

Tabela 3 – Dados ambientais obtidos para os açudes do município de São Julião, Piauí, entre os meses de agosto/2018 a julho/2019.

| ANO | MÊS | TEMPERATURA MÉDIA DA ÁGUA (°C) | PROFUNDIDADE MÉDIA DA COLUNA D'ÁGUA (cm) | PRECIPITAÇÃO MÉDIA (mm) |
|------|-----------|--------------------------------|--|-------------------------|
| 2018 | Agosto | 27,22 | 17,89 | 0,00 |
| | Setembro | 27,63 | 15,56 | 0,027 |
| | Outubro | 32,98 | 18,00 | 0,23 |
| | Novembro | 31,22 | 14,06 | 0,11 |
| | Dezembro | 32,89 | 11,68 | 0,92 |
| 2019 | Janeiro | 32,57 | 11,33 | 0,34 |
| | Fevereiro | 33,00 | 9,72 | 3,90 |
| | Março | 34,87 | 12,64 | 5,08 |
| | Abril | 34,30 | 10,44 | 0,72 |
| | Maio | 32,66 | 27,28 | 0,65 |
| | Junho | 31,57 | 10,89 | 0,10 |
| | Julho | 31,57 | 11,44 | 0,12 |

Fonte: Elaborada pelo autor (2021) baseado em dados de campo e do INMET (2021) (<http://sisdagro.inmet.gov.br/sisdagro/app/monitoramento/bhs>).

Tabela 4 - Resultado do teste de correlação entre a abundância geral de gastrópodes e as variáveis ambientais dos açudes do município de São Julião, Piauí, entre os meses de agosto/2018 a julho/2019.

| VARIÁVEL AMBIENTAL | ABUNDÂNCIA GERAL |
|--|------------------|
| Temperatura da água (°C) | 0,113 |
| Profundidade média da coluna d'água (cm) | -0,026 |
| Precipitação média (mm) | 0,046 |

Fonte: Elaborada pelo autor (2021).

Tabela 5 - Resultados dos testes de correlação entre a abundância de cada espécie de gastrópode e as variáveis ambientais dos açudes do município de São Julião, Piauí, entre os meses de agosto/2018 a julho/2019.

| VARIÁVEL AMBIENTAL | ESPÉCIES | | |
|---------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------|
| | <i>Melanoides tuberculata</i> | <i>Biomphalaria straminea</i> | <i>Pomacea lineata</i> |
| Temperatura da água | 0,125 | -0,111 | -0,010 |
| Profundidade | -0,018 | -0,072 | -0,096 |
| Precipitação | 0,058 | -0,093 | -0,083 |

Fonte: Elaborada pelo autor (2021).

5.3 Avaliação ambiental

Por meio do Protocolo de Avaliação Rápida de Corpos d'água (PAR) foi possível verificar o estado de conservação mensal dos açudes da cidade de São Julião, Piauí, o qual, ao longo dos 12 meses de estudo, variou entre **condição natural** e **alterações reduzidas** (TAB. 6). O açude DMZVA apresentou **condição natural** na maioria dos meses (n = 8), seguido do Emparedade (n = 5) e, por fim, açude São Julião (n = 2) (TAB. 6).

A alternância nas condições ambientais do açude DMZVA ao longo dos meses pode ter ocorrido devido ao aumento da precipitação na região (FIGs. 4, 5, 7 e TAB. 3), sendo notado cobertura vegetal natural na sua margem e leito, presença acentuada de macrófitas, ausência de odor na água e substrato e água transparente contribuindo para uma melhora na qualidade do local e, conseqüentemente, sua classificação como natural. Além disso, foi notado nesse período no açude a ausência de erosões e alterações antrópicas.

A permanência de condição **alteração reduzida** em quase todos os meses no açude São Julião está relacionada ao fato dele ser localizado na zona urbana, estando sujeito a uma maior

pressão antrópica como a ocupação nas margens, despejo de esgoto e lixo, desmatamento da mata ciliar, presença de dejetos tanto na margem como no corpo d'água, presença de canalizações, erosão na margem, além de instalações comerciais para fins de lazer às margens.

No açude Emparedade, a alternância entre ambiente com **alterações reduzidas** e **condição natural** também pode ser atribuída ao aumento da pluviosidade na região (FIGs. 4, 5, 7 e TAB. 3), sendo restabelecida sua cobertura natural e vegetação nativa, água transparente e sem odor, com a presença marcante de macrófitas e de animais silvestres. O mês de março de 2019 merece destaque nesse ambiente, pois mesmo com a chuva promovendo uma melhora na qualidade ambiental, ainda se configurou como **alteração reduzida**, devido a ação humana, sendo observado desmatamento da vegetação e presença de dejetos de humanos e outros animais no local estudado.

Tabela 6 - Estado de conservação mensal dos açudes do município de São Julião, Piauí, entre os meses de agosto/2018 a julho/2019, obtidos por meio do Protocolo de Avaliação Ambiental Rápida (PAR).

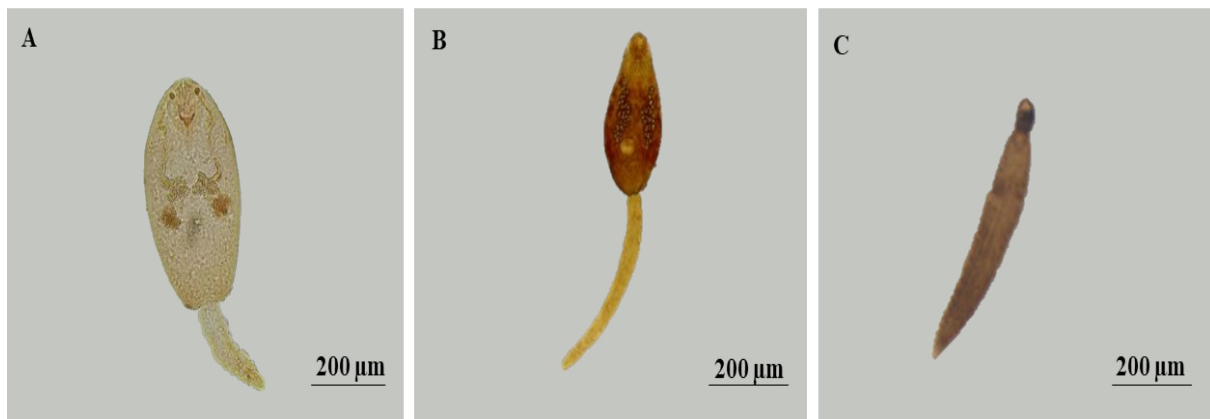
| ANO | MÊS | AÇUDES | | |
|------|-----------|--|----------------------|----------------------|
| | | DONA MARIA ZENEIDE VIANA DE ANDRADE | SÃO JULIÃO | EMPAREDADE |
| 2018 | Agosto | Alterações reduzidas | Alterações reduzidas | Alterações reduzidas |
| | Setembro | Alterações reduzidas | Alterações reduzidas | Alterações reduzidas |
| | Outubro | Natural | Alterações reduzidas | Alterações reduzidas |
| | Novembro | Natural | Alterações reduzidas | Alterações reduzidas |
| | Dezembro | Alterações reduzidas | Alterações reduzidas | Alterações reduzidas |
| 2019 | Janeiro | Alterações reduzidas | Alterações reduzidas | Alterações reduzidas |
| | Fevereiro | Natural | Alterações reduzidas | Natural |
| | Março | Natural | Alterações reduzidas | Alterações reduzidas |
| | Abril | Natural | Natural | Natural |
| | Maio | Natural | Alterações reduzidas | Natural |
| | Junho | Natural | Natural | Natural |
| | Julho | Natural | Alterações reduzidas | Natural |

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

5.4 Pesquisa de trematódeos

Dos caramujos amostrados vivos e submetidos à iluminação artificial, foi possível registrar a presença de dois tipos cercarianos: Xifidiocercária e Equinostoma (FIG. 9A e 9B). Para o tipo Xifidiocercária, foi possível identificar o grupo Microcotile e para Equinostoma, o grupo Magnacauda (FIG. 9C). Larvas de *S. mansoni*, não foram detectadas no período pesquisado.

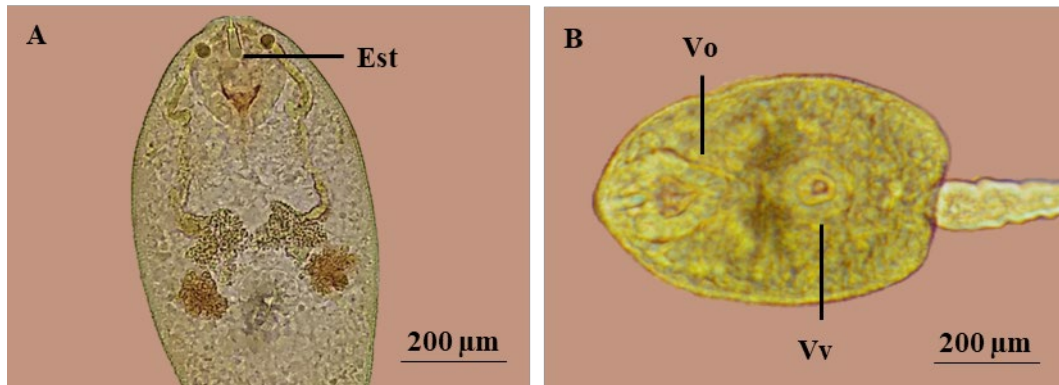
Figura 9 - Tipos cercarianos parasitos de gastrópodes amostrados em açudes do município de São Julião, Piauí, entre os meses de agosto/2018 e julho/2019. (A) Xifidiocercária; (B) Equinostoma; (C) Equinostoma, grupo Magnacauda. Coloração: Lugol.



Fonte: Elaborada pelo autor (2021).

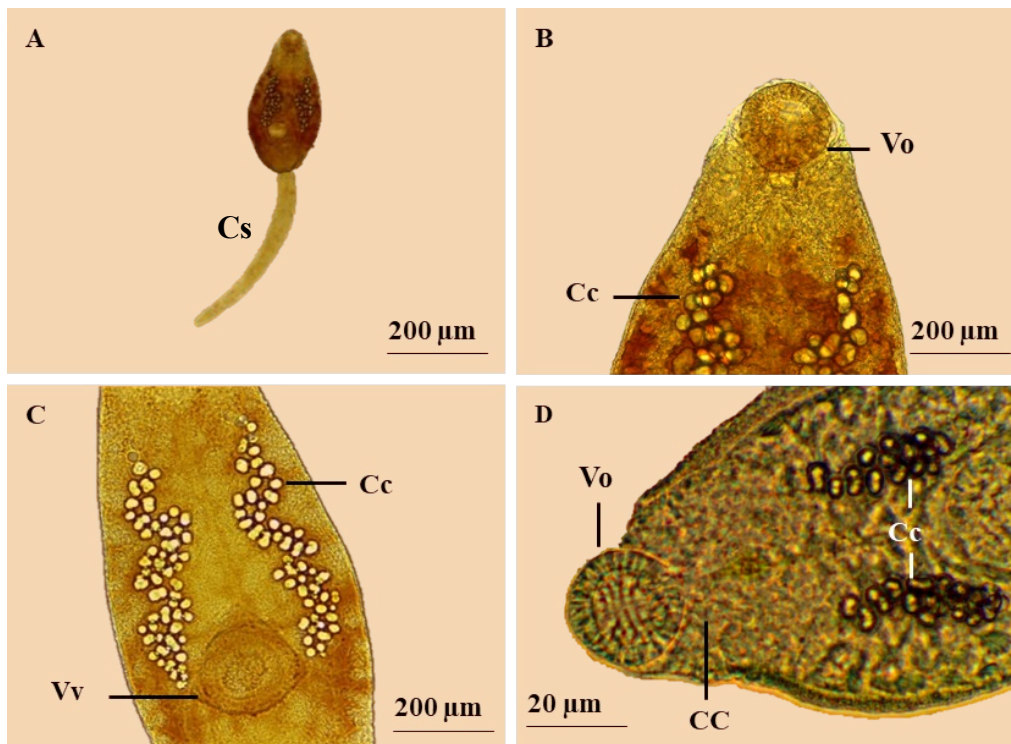
Xifidiocercária se caracteriza pela presença do estilete na região da ventosa oral (FIG. 10A). As características das formas larvais de Xifidiocercária encontradas nos açudes de São de Julião sugerem pertencer ao grupo Microcotile, caracterizado pela presença de ventosa ventral menor que a oral (FIG. 10B). Cercárias do tipo Equinostoma, têm como características principais a cauda simples, presença do colar cefálico com ou sem espinhos na parte dorsal do corpo e concreções circulares (FIG. 11). O grupo Magnacauda, pertencente ao tipo cercariano Equinostoma, diferencia-se pela presença de cauda simples, longa e robusta, com movimentação em “S” e ventosa oral subterminal (FIG. 12).

Figura 10 - Detalhes de alguns aspectos morfológicos de Xifidicercária liberada por *Melanoides tuberculata* coletada nos açudes de São Julião, Piauí, nos meses de março, maio e junho/2019. (Est) Estilete na ventosa oral; (Vo) Ventosa oral; (Vv) Ventosa ventral; Coloração: Lugol.



Fonte: Elaborada pelo autor (2021).

Figura 11 - Algumas características morfológicas do tipo cercariano Equinostoma liberado por *Biomphalaria straminea* e *Melanoides tuberculata* nos três açudes do município de São Julião, Piauí, nos meses de outubro, novembro e dezembro/2019. (Cc) Concreções circulares; (CC) Colar Cefálico; (Cs) Cauda simples; (Vo) Ventosa oral; (Vv) Ventosa ventral. Coloração: Lugol.



Fonte: Elaborada pelo autor (2021).

Figura 12 - Tipo cercariano Equinostoma, grupo Magnacauda, liberado por *Biomphalaria straminea* coletada nos açudes São Julião e Emparedade, município de São Julião, Piauí, nos meses de agosto, outubro e novembro/2018 e junho e julho/2019, com destaque para algumas características morfológicas diagnósticas. (A) Destaque para a cauda simples, longa e robusta; (B) Movimentação em “S”; (C) Ventosa oral subterminal. Coloração: Lugol.



Fonte: Elaborada pelo autor (2021).

Melanoides tuberculata provinda dos três açudes foi a espécie responsável pela liberação de cercárias do tipo Xifidiocercária, além de Equinostoma, porém somente no açude DMZVA. Já *B. straminea* esteve parasitado por Equinostoma e pelo grupo Magnacauda, quando amostradas nos açudes São Julião e Emparedade (TAB. 7). Os meses em que se obtiveram caramujos positivos para Xifidiocercária foram os meses de março, maio e junho de 2019; Equinostoma foi liberada por caramujos amostrados nos meses de outubro, novembro e dezembro de 2018; e Magnacauda nos meses de agosto, outubro e novembro de 2018 e junho e julho de 2019 (TAB. 7).

Tabela 7 - Tipos cercarianos liberados por *Melanoides tuberculata* (M) e *Biomphalaria straminea* (B) amostrados em açudes do município de São Julião, Piauí, entre os meses de agosto/2018 e julho/2019.

| ANO | MÊS DE LIBERAÇÃO | AÇUDES | | |
|------|------------------|--|-------------------------------------|---|
| | | DONA MARIA ZENEIDE VIANA DE ANDRADE | SÃO JULIÃO | EMPAREDADE |
| 2018 | Agosto | - | - | Magnacauda (B) |
| | Setembro | - | - | - |
| | Outubro | - | Magnacauda (B) / Equinostoma (B) | - |
| | Novembro | - | - | Magnacauda (B) / Equinostoma (B) |
| | Dezembro | Equinostoma (M) | - | - |
| 2019 | Janeiro | - | - | - |
| | Fevereiro | - | - | - |
| | Março | Xifidiocercária (M) | - | Xifidiocercária (M) |
| | Abril | - | - | - |
| | Maio | - | Xifidiocercária (M) | - |
| | Junho | Xifidiocercária (M) | - | Magnacauda (B) / Xifidiocercária (M) |
| | Julho | - | - | Magnacauda (B) |

Fonte: Elaborada pelo autor (2021).

6 DISCUSSÃO

6.1 Ecologia dos moluscos

A malacofauna dos três reservatórios do município de São Julião, Piauí apresentou grande abundância, porém com uma riqueza baixa. Abílio (2007) explica que o processo de colonização e adaptação de comunidades no semiárido é influenciado pelas flutuações no nível da água, ocorrido principalmente pelo regime pluviométrico irregular, baixa disponibilidade de água durante longos períodos do ano e alta taxa de evapotranspiração, situações essas notadas no ambiente estudado e o que pode justificar a baixa riqueza.

Os dados obtidos na presente pesquisa corroboram estudos realizados na região Nordeste do Brasil por Barbosa *et al.* (2001), Abílio *et al.* (2006), Santos; Eskinazi-Sant'anna, (2010), Oliveira e Viana (2019) e Silva *et al.* (2020) os quais também obtiveram uma baixa riqueza de espécies. Além disso, a predominância de *M. tuberculata* nos açudes de São Julião não diferiu da registrada por Paz *et al.* (1995), Abílio (2002), Dias *et al.* (2012), Almeida, Nascimento Filho, Viana (2018), Nascimento Filho, Viana e Gomes (2014) e Silva *et al.* (2019) reforçando a alta capacidade migratória, fácil adaptação e elevada plasticidade da espécie.

A referida espécie tem capacidade de se enterrar no sedimento fechando o opérculo, sobrevivendo por até 26 meses em estivação (ABÍLIO *et al.*, 2007; SILVA *et al.*, 2019). Segundo esses autores, esse comportamento oferece grande resistência à dessecação, favorecendo sua ocorrência em corpos d'água de uma região semiárida como a estudada. A espécie apresenta ainda capacidade de explorar eficientemente macrófitas, perifíton, detrito e matéria orgânica (ABÍLIO *et al.*, 2007), além de possuir altas taxas reprodutivas ao se reproduzir sexuada e assexuadamente por partenogênese (SILVA *et al.*, 2019). Todas essas características podem explicar a ocorrência da espécie e sua alta abundância nos açudes estudados.

Essa informação merece destaque pois as particularidades da biologia de *M. tuberculata* a tornam uma eficiente competidora (SILVA *et al.*, 2019) o que pode levar as populações de moluscos nativos ao declínio ou até extinção local (FERNANDEZ; THIENGO; BOAVENTURA, 2001; FERNANDEZ; THIENGO; SIMONE, 2003; ALMEIDA; NASCIMENTO FILHO; VIANA, 2013; SILVA *et al.*, 2019). Giovanelli *et al.* (2003), Thiengo, Santos e Fernandez (2005) e Santos, Eskinazi-Sant'anna (2010) sugeriram a possível influência negativa de *M. tuberculata* na comunidade de moluscos nativos. Contudo, mesmo a abundância desse gastrópode contabilizando 40 vezes mais do que *B. straminea* e 79 vezes a mais que *P. lineata*, no presente

estudo, não foram observadas correlações negativas entre a abundância deste invasor e essas espécies. Dessa forma fatores ambientais devem oferecer condições que permitam a coocorrência dos caramujos nos açudes de São Julião.

De acordo com os dados foi possível verificar a variação na abundância de gastrópodes por mês de coleta, sendo constatado a diminuição no número desses animais com o acúmulo das chuvas na região, com queda acentuada deles a medida que se tem os maiores picos de chuvas, com rápida recuperação. Os resultados reforçam o observado por Abílio (1997; 2002) e Abílio *et al.* (2006; 2007) que também verificaram a redução acentuada na abundância dos indivíduos com aumento na precipitação, mostrando que esse fenômeno é um padrão para a região estudada.

Isso pode ser explicado porque durante o período de chuvas o nível da água se eleva, extravasando as margens dos açudes, fazendo com que as espécies de moluscos atinjam novas áreas para colonização e, por esse motivo, há um menor número de indivíduos instalados. Essa explicação corrobora Maltchick (1999), Giovanelli *et al.* (2001), Souza (2006); Andrade *et al.* (2010) e Thiengo e Fernandez (2008), justificando a correlação negativa fraca entre a profundidade e a abundância das espécies.

Além disso, a precipitação e a temperatura da água também apresentaram correlação negativa fraca com a abundância de caramujos, com exceção de *M. tuberculata* que mostrou correlação positiva para ambos parâmetros ambientais. Essa correlação negativa da precipitação vista na pesquisa, também foi apontado por Souza (2006), o qual amostrou apenas 22,2% dos caramujos no período chuvoso contra 77,8% no período seco, havendo influência estatística significativa. Já no trabalho de Oliveira e Viana (2019), foi relatado que a temperatura foi fator determinante, influenciando negativamente a abundância dos caramujos, assim como nesse estudo para *B. straminea* e *P. lineata*.

O período imediatamente após as chuvas se mostra favorável ao desenvolvimento das espécies de caramujos muito provavelmente pela ocorrência de macrófitas aquáticas registradas no PAR. No caso de *P. lineata* a espécie depende dessas plantas como local para oviposição (KRETZSCHMAR; HECKMAN, 1995). Ademais, Santana *et al.* (2009), Abílio (2002; 2006), Diniz, Santos e Melo (2018) e Sousa *et al.* (2020), relatam que essas plantas por conferirem maior heterogeneidade do habitat, oferecem alimento, abrigo e refúgio contra predadores para os moluscos o que permite a maior abundância desses animais nesse período.

O fato da espécie *P. lineata* ter sido a menos abundante no presente estudo pode ser explicado por aspectos da sua biologia reprodutiva, visto que a espécie possui o estágio mais

longo de incubação dos seus ovos (15 a 23 dias) (KRETZSCHMAR; HECKMAN, 1995), quando comparado as demais espécies amostradas. Apesar do menor número de indivíduos amostrados, é notável a plasticidade dos animais dessa espécie, na qual possui pulmão e brânquia para respiração aérea e aquática (SOUZA; LIMA, 1997) e, principalmente, por se adaptarem a ambientes que sofrem alterações periódicas como os da região semiárida estudados. Isso se dá porque diversas espécies de *Pomacea* têm a capacidade de auto-enterramento o que evita a dissecação e permite a elas a ocorrência em praticamente todo o mundo (NG; TAN; YEO, 2017). Além do mais, os ampulariídeos se adaptam à águas estagnadas e com pouco movimento, rasas e com vegetação vertical ou flutuante (THIENGO, 1995; MARTELLO *et al.*, 2008), características dos açudes estudados, principalmente no açude São Julião, local em que a espécie foi amostrada em maior número.

Para a espécie *B. straminea* a seca não foi um impedimento para sua ocorrência no ambiente estudado. Pelo contrário, os indivíduos dessa espécie foram obtidos em maior abundância nos meses de menor precipitação, indicando que esse período é favorável, inclusive, para o aumento das suas populações por ser mais estável em termos de alterações ambientais quando comparado ao chuvoso. Considerando essas informações e o fato de *B. straminea* ser o principal vetor da esquistossomose mansoni no Nordeste brasileiro (CARVALHO *et al.*, 2008; BRASIL, 2008), os resultados obtidos para os açudes do município de São Julião merecem atenção por serem recursos hídricos amplamente utilizados pelas populações humanas da região.

Apesar dos açudes estudados não apresentarem conexão, oferecem condições favoráveis para que as três espécies de caramujos sejam mantidas. O açude Emparedade, apresentou grandes áreas desmatadas ao longo de suas margens, permitindo a exposição da coluna d'água à luz solar, com aumento da temperatura e, conseqüentemente, aumento na produtividade primária, tornando-o ideal para o desenvolvimento desses animais corroborando Coimbra e Santos (1986).

No açude São Julião ficou evidente pelo PAR a maior extensão da vegetação das margens, o que provoca sombreamento do corpo d'água, conseqüentemente, menor produção primária, e assim menor abundância de moluscos. Contudo, foi observado o despejo de esgoto no açude, o que provoca o aumento de matéria orgânica disponível favorecendo o desenvolvimento das espécies, as quais se adaptam facilmente à áreas impactadas por atividades antrópicas (SOUTO; BRITO; ROSA, 2011). O açude DMZVA apresenta características bem parecidas com as do açude Emparedade, com a margem exposta, e

consequentemente maior luminosidade, o que favorece a vegetação aquática e, consequentemente, a colonização pelos moluscos. Ainda assim, o número representativamente inferior no número de indivíduos capturados nesse reservatório pode ser atribuído ao fato dele ser o açude mais recente dos três, cuja população ainda esteja se consolidando.

6.2 Pesquisa de trematódeos

A riqueza de parasitos registrada na pesquisa foi baixa e larvas do tipo *S. mansoni* não foi encontrada. Xifidiocercária pode ser atribuída a pelo menos cinco subgrupos, dado os detalhes da sua morfologia (CASTRO *et al.*, 2020). As características das formas larvais de Xifidiocercária encontradas nos açudes de São de Julião indicam pertencerem ao grupo Microcotile, cujos vermes adultos já foram atribuídos à família Eumegacetidae Travassos, 1922, reconhecidos como parasitos de aves (PINTO; MELO, 2013). Além dos moluscos gastrópodes as Xifidiocercárias possuem como segundo hospedeiro larvas de insetos aquáticos (Odonata, Diptera, Coleoptera) ou anfíbios (PINTO, 2013).

No presente trabalho, o tipo cercariano Xifidiocercária (Grupo Microcotile) foi encontrado parasitando *M. tuberculata*, este que se diferencia do obtido por Pinto (2013), que observou esse tipo cercariano sendo liberado por *P. lineata* e *Lymnaea columella* (Say, 1817), e dos resultados de Souza e Melo (2012), que encontraram essa forma larval parasitando *B. glabrata* e *Stenophysa marmorata* (Guilding, 1828). Além disso, Pinto (2013), em pesquisa realizada na Lagoa da Pampulha no estado de Minas Gerais, encontrou representantes do grupo em caramujos da espécie *B. straminea*. Com isso, o registro da liberação desse tipo cercariano por *M. tuberculata* no presente trabalho amplia as informações para o Brasil, visto que apenas três tipos cercarianos (Gimnocéfala, Pleurolofocerca e Megalura) foram associados à essa espécie no país até o momento (CASTRO *et al.*, 2020).

As larvas do tipo Equinostoma, são encontradas sendo produzidas em rédias por espécies das famílias Echinostomatidae Looss, 1899 e Psilostomidae Looss, 1900 em moluscos gastrópodes e ainda podem ser encontradas parasitando, em forma de metacercária, um segundo hospedeiro, como moluscos, peixes ou anfíbios (PINTO; MELO, 2013). Em sua forma adulta parasitam diferentes classes de vertebrados, inclusive humanos, com relatos de casos de algumas espécies do gênero *Echinostoma* parasitando humanos na Ásia (PINTO; MELO, 2013).

O tipo Equinostoma, foi liberado por caramujos da espécie *B. straminea* e *M. tuberculata* nos açudes de São Julião, porém já havia sido descrito por Pinto (2013) parasitando essa primeira espécie de gastrópoda, como também outras espécies do gênero *Biomphalaria*, como *B. tenagophila*, *B. glabrata*, além de *S. marmorata*. Contudo, a liberação por *M. tuberculata* observada na presente pesquisa revela um dado inédito para esse caramujo no Brasil.

Já o grupo Magnacauda, são formadas a partir de rédias encontradas em moluscos (hospedeiros intermediários), podendo também ser encontradas em peixes na forma de metacercárias (PINTO, 2013). Silva e Melo (2013), descreveram cercárias do grupo Magnacauda, porém parasitando a espécie *B. tenagophila* e Pinto (2013) já havia registrado sua liberação por *B. straminea*.

Analisando os dados obtidos, notou-se que as cercárias foram liberadas por caramujos coletados tanto no período chuvoso quanto no período de estiagem. No primeiro caso, Barbosa *et al.* (2000), também observou esse fenômeno explicando que durante o período de chuva ocorre o arraste fezes para dentro dos corpos d'água, o que facilita a contaminação dos caramujos. Com o PAR aplicado na presente pesquisa foi possível confirmar essa informação uma vez que no período chuvoso foi observada a presença de dejetos (humanos e/ou de outros animais) nos açudes avaliados.

Barbosa *et al.* (2000), também afirmam também que as chances de infecção dos moluscos são maiores no período pós-chuvas, pois essa é uma época em que ocorre aumento da população desses animais nos corpos d'água. Já a presença de cercárias durante os meses de pouca precipitação pode estar relacionada à concentração dos hospedeiros (intermediários e definitivos) nos açudes, únicas fontes de água na região para os animais nesse período de estiagem. Pinto (2013) também observou um número significativamente superior de moluscos infectados por trematódeos na estação seca ao comparar com a estação chuvosa.

Os resultados obtidos nesta pesquisa indicam que a região é promissora para o estudo da diversidade de trematódeos e, embora cercárias de *S. mansoni* não tenha sido encontradas parasitando *B. straminea*, o monitoramento da região merece atenção, pois a presença dessa espécie de caramujo se configura como um sinal de alerta para a possibilidade de instalação da doença (AMARAL; RIZZO; ARRUDA, 2005; TELES, 2005). Essa vigilância se torna ainda mais necessária tendo em vista que os açudes do município constituem uma importante fonte de água potável que, além de abastecer o próprio município, abastece, por meio de adutoras, diversas outras cidades e comunidades rurais da região.

Além do abastecimento de água para consumo humano e dessedentação de animais, os açudes são utilizados em empreendimentos de usos múltiplos como irrigação, pesca e lazer. Dessa forma, estudos adicionais são necessários para um melhor conhecimento taxonômico das larvas a fim de elucidar suas interações com os hospedeiros intermediários locais, ciclos biológicos e identificação específica dos trematódeos.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio desse estudo, foi possível identificar as espécies de gastrópode dos três açudes do município de São Julião, Piauí, bem como a sua ocorrência e sua dinâmica temporal, além da característica intrínseca de cada espécie.

Os dados permitiram verificar a alta adaptabilidade das três espécies às condições ambientais adversas da região devido as suas características fisiológicas e/ou comportamentais. Porém, a elevada abundância de *M. tuberculata* indica que essa espécie invasora encontra-se bem adaptada e que os ambientes avaliados oferecem as condições necessárias para que as populações sejam mantidas. Apesar de não ter sido comprovada a influência desse tiarídeo sobre a dinâmica das espécies locais nos ambientes pesquisados, a sua presença em alta abundância é um fator preocupante, visto que é uma espécie que exerce pressão competitiva sobre as nativas, além de ser hospedeira intermediária de parasitos que causam enfermidades nos humanos. Dessa forma, promover o aprofundamento do conhecimento sobre a malacofauna nesse ambiente, investindo-se em mais pesquisas ecológicas, é imprescindível.

O registro de *B. straminea*, hospedeiro intermediário do *S. mansoni*, também é preocupante, pois configura-se com um dos fatores primordiais para a instalação da esquistossomose na região, visto que esse caramujo é o principal responsável de focos no Nordeste brasileiro.

Apesar dos trematódeos encontrados no presente trabalho a princípio não apresentarem o ser humano como hospedeiro definitivo, merecem atenção, dado que o homem pode participar de forma acidental.

O registro da fauna de moluscos e trematódeos associados realizado para o município é de extrema importância pois pode ser utilizado para tomadas de decisões sobre vigilância e controle desses animais, visto que os açudes pesquisados são de uso contínuo da população.

REFERÊNCIAS

- ABÍLIO, F. J. P. **Aspectos bio-ecológicos da fauna malacológica, com ênfase a *Melanoides tuberculata* Müller, 1774 (Gastropoda: Thiaridae) em corpos aquáticos do Estado da Paraíba.** 1997.150 f. Dissertação (Curso de Pós-Graduação em Ciências Biológicas) - Centro de Ciências Exatas e da Natureza, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 1997.
- ABÍLIO, F. J. P. **Gastrópodes e outros invertebrados bentônicos do sedimento litorâneo e associados a macrófitas aquáticas em açudes do semi-árido paraibano, Nordeste do Brasil.** 2002. 178 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2002.
- ABÍLIO, F. J. P. *et al.* Gastrópodes e outros invertebrados do sedimento e associados à macrófita *Eichhornia crassipes* de um açude hipertrófico do semi-árido paraibano. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, São Cristóvão, v. Supl., n. 1, p. 165-178, 2006.
- ABÍLIO, F. J. P. *et al.* Macroinvertebrados Bentônicos como bioindicadores de qualidade ambiental de corpos aquáticos da Caatinga. **Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 3, p. 397-409, 2007.
- ALMEIDA, P. R. S.; NASCIMENTO FILHO, S. L. N.; VIANA, G. F. S. Effects of invasive species snails in continental aquatic bodies of Pernambuco semiarid. **Acta Limnologica Brasiliensia**, Rio Claro, v. 30, n. 103, p. 1-10, 2018.
- AMARAL, A. C. Z; RIZZO, A. E; ARRUDA, E. P. **Manual de identificação dos invertebrados marinhos da região sudeste-sul do Brasil.** 1. ed. São Paulo: EDUSP, 2005, 287 p.
- ANDRADE, F. R. *et al.* Investigação da presença e contaminação de moluscos do gênero *Biomphalaria* na área central do município de Iapu/ MG. **Revista Farmácia e Ciência**, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 16-26, 2010.
- BARBOSA, F. S.; BARBOSA, C. S. The bioecology of snail vectors for schistosomiasis in Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v.10, n.2, p. 200-209, 1994.
- BARBOSA, C. S. *et al.* Ecoepidemiologia da esquistossomose urbana na ilha de Itamaracá, Estado de Pernambuco. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 34, n. 4, p. 337-41, 2000.
- BARBOSA, J. E. L. *et al.* A hipereutrofização e suas implicações na biocenose de um ecossistema aquático urbano de João Pessoa- PB, Brasil. **Revista Nordestina de Biologia**, João Pessoa, v.15, n. 1, p. 1-13, 2001.
- BRASIL. **Vigilância e controle de moluscos de importância epidemiológica: diretrizes técnicas: Programa de Vigilância e Controle da Esquistossomose (PCE).** Brasília, DF: Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. 2008. Disponível em: <https://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2015/agosto/14/vigilancia-controle-moluscos-import-epidemio-2ed.pdf>. Acesso em: 18 jun. 2021.

BURKY, A. J. Growth and biomass production of an amphibious snail, *Pomacea urceus* (Müller), from the Venezuelan savannah. **Malacological Society of London**, Londres, v. 41, n. 2, p. 127-143, 1974.

CARVALHO, O. S. *et al.* **Moluscos de importância médica no Brasil**. 22. ed. Belo Horizonte: Centro de Pesquisas René Rachou, Fiocruz Minas. Série Esquistossomose, 2005. 52 p.

CARVALHO, O. S. *et al.* Distribuição Espacial de *Biomphalaria glabrata*, *B. straminea* e *B. tenagophila*, hospedeiros intermediários do *Schistosoma mansoni* no Brasil. *In*.

CARVALHO, S. O.; COELHO, P. M. Z.; LENZI, H. L. (Org.) **Schistosoma mansoni e Esquistossomose: uma visão multidisciplinar**. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2008. p. 393-418.

CARVALHO, O. S. *et al.* **Moluscos Brasileiros de importância médica**. Belo Horizonte: Centro de Pesquisas René Rachou, 2014. 94 p.

CASTRO, E. S. *et al.* Diversidade de trematódeos digenéticos parasitas de *Melanoides tuberculata* (Müller, 1774) (Gastropoda: Thiaridae) provenientes de Itainópolis, Piauí, Brasil. *In*: SEMANA DA BIOLOGIA DE ALTA FLORESTA, 13, 2020, Alta Floresta. **Anais [...]**. Alta Floresta: UNEMAT, 2020. p. 279-293. Disponível em: https://15421a1c-8f71-4806-8ee8-05bdf47323ac.filesusr.com/ugd/eb25d8_477976d0087c4650a1c9d62960dff812.pdf. Acesso em: 12 jun. 2021.

COIMBRA. C. E. A. J.; SANTOS, R. V. Moluscos aquáticos do estado de Rondônia (Brasil), com especial referência ao gênero *Biomphalaria* Preston, 1910 (Pulmonata, Planorbidae). **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 20, n. 3, p. 227-34, 1986.

CUVIER, G. **Rapports des animaux à sang blanc**. 1. ed. Paris: Magazin Encyclopédique, ou Journal des Sciences, des Lettres et des Arts, v. 2, 1795. p. 433-449.

DAMBORENEA, C.; ROGERS, D. C.; THORP, J. H. **Thorp and Covich Freshwater Invertebrates: Keys to Neotropical and Antarctic**. 4. ed. Massachusetts: Academic Press, 2020.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA A SECAS (DENOCS). **Relatório 2006**. Fortaleza, p.52, 2008. Disponível em: https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwit7pnM3YnWAhUDLSYKHY3fDLUQFggpMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.dnocs.gov.br%2Fphp%2FCGU%2Fdnocs_relatorio_anual_2006.pdf&usg=AFQjCNHo3aZeP7BmDsSMO9Y0R1o_zGdSw. Acesso em: 18 jun. 2021.

DIAS, A. M. *et al.* Macroinvertebrados bentônicos associados à macrófitas aquáticas em um trecho do rio Mossoró. **Revista Verde**, Pombal, v. 7, n. 5, p. 36-39, 2012.

DINIZ, F. M.; SANTOS, M. O.; MELO, S. M. Levantamento da fauna de macroinvertebrados associados à macrófitas aquáticas. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, Recife, v. 03, n. 01, p. 86-91, 2018.

FERNANDEZ, M. A.; THIENGO, S. C. Avaliação da fauna malacológica do reservatório do aproveitamento múltiplo de manso – MT, com ênfase nos vetores da esquistossomose. *In: SEMINÁRIO NACIONAL DE GRANDES BARRAGENS*, 27., 2007, Belém. **Anais [...]**. Belém: CBDB, 2020. p.1-10, 2007. Disponível em: <https://docplayer.com.br/57546930-Avaliacao-da-fauna-malacologica-do-reservatorio-do-aproveitamento-multiplo-de-manso-mt-com-enfase-nos-vetores-da-esquistossomose.html>. Acesso em: 18 jun. 20121.

FERNANDEZ, M. A.; THIENGO, S. C.; BOAVENTURA, M. F. Gastrópodes límnicos do Campus de Manguinhos, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, Uberaba, v. 34, n. 3, p. 279-282, 2001.

FERNANDEZ, M. A.; THIENGO, S. C.; SIMONE, L. R. Distribution of the introduced freshwater snail *Melanoides tuberculatus* (Gastropoda: Thiaridae) in Brazil. **Nautilus**, Wallingford, v.117, n. 13, p. 78-82, 2003.

GIOVANELLI, A. *et al.* Abundância e infecção do molusco *Biomphalaria glabrata* pelo *Schistosoma mansoni* no estado do Rio de Janeiro. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 35, n.6, p. 523-530, 2001.

GIOVANELLI, A. *et al.* Apparent Competition Through Facilitation between *Melanoides tuberculata* and *Biomphalaria glabrata* and the Control of Schistosomiasis. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 98, n. 3, p. 429-431, 2003.

HICKMAN JR., C. P.; ROBERTS, L. S.; LARSON, A. **Princípios integrados de zoologia**. 11. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. 846 p.

HICKMAN JR., C. P. *et al.* **Princípios integrados de zoologia**. 16. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016. 1405 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Cidades**: São Julião. Brasília, DF: Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais, Estimativas da população residente. 2021. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pi/sao-juliao/panorama>. Acesso em: 18 jun. 2021.

KATZ, N. **Inquérito Nacional de Prevalência da Esquistossomose mansoni e Geohelmintos**. 1. ed. Belo Horizonte: CPqRR, 2018. 76 p.

KRETZSCHMAR, A. U.; HECKMAN, C. W. Estratégias de sobrevivência das espécies de Ampullariidae (Mollusca, Gastropoda) durante mudanças das condições ambientais extremas do ciclo sazonal sob o clima tropical úmido – e – seco. **Acta Limnológica Brasiliensia**, Rio Claro, v. 7, n. 1, p. 60-66, 1995.

MALTCHIK, L. Ecologia de rios intermitentes tropicais. *In: POMPÊO, M. L. M. Perspectivas da Limnologia no Brasil*. São Luís: União, 1999.

MALTCHIK, L. *et al.* Diversity and Distribution of Ephemeroptera and Trichoptera in Southern Brazil Wetland. **Journal of the Kansas Entomologia Society**, Washington, v. 82, n. 2, p. 160-173, 2009.

MANSUR, M. C. D. *et al.* Primeiros dados qualitativos do mexilhão-dourado *Limnoperma*

fortunei (Dunker), no delta do Jacuí, no lago guaíba e na laguna dos patos, Rio Grande do Sul, Brasil e alguns aspectos de sua invasão no novo ambiente. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 20, p. 75-84, 2003.

MARTELLO, A. R. *et al.* Malacofauna límnic associada à macrófitas do rio Iguariaçá, São Borja, RS, Brasil. **Revista Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 30, n. 1 p. 27-41, 2008.

MIRANDA, G. S. *et al.* Moluscos límnicos como hospedeiros de trematódeos digenéticos de uma região metropolitana da ilha do Maranhão, Brasil. **Scientia Plena**, São Cristóvão, v. 12, n. 9, p. 1-11, 2016.

MOLLUSCABASE. **Statistics**. 2021. Disponível em:
<https://www.molluscabase.org/aphia.php?p=stats>. Acesso em: 10 jun. 2021.

MOLLUSCABASE. **Gastropoda**. 2021. Disponível em:
<https://www.molluscabase.org/aphia.php?p=taxdetails&id=101>. Acesso em: 10 jun. 2021.

NASCIMENTO FILHO, S. L. N.; VIANA, G. F. S; *Pomacea lineata* (Spix, 1827) (mollusca, gastropoda) e sua relação espécie-específica com as macrófitas aquáticas em dois reservatórios de Pernambuco, Brasil. In: JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 13., 2013, Recife. **Anais [...]**. Recife: UFRPE, 2013. Disponível em:
<http://www.eventosufrpe.com.br/2013/cd/resumos/R0935-1.pdf> Acesso em: 18 jun. 2021.

NASCIMENTO FILHO, S. L. N.; VIANA, G. F. S; GOMES, R. L. M. Inventário da malacofauna límnic de três grandes reservatórios do sertão de Pernambuco, Brasil. **Scientia Plena**, São Cristóvão, v. 10, n. 11, p. 2-6, 2014.

NG, T. H.; TAN, S. K.; YEO, D. C. J. South American apple snails, *Pomacea* spp. (Ampullariidae), in Singapore. In: JOSHI, R. C.; COWIE, R. H.; SEBASTIAN, L. S. Sebastian (Eds.). **Biology and Management of Invasive Apple Snails**. Maligaya, Science City of Muñoz, Nueva Ecija 3119: Philippine Rice Research Institute (PhilRice), 2017. p. 221-239.

OLIVEIRA, C. D. L.; VIANA, G. F. S. Influência dos parâmetros abióticos na abundância de *Biomphalaria straminea* (Basommatophora: Planorbidae) em uma lagoa temporária no semiárido de Pernambuco, Brasil. **Oecologia Australis**, Rio de Janeiro, v. 23, n. 1, p. 90-98, 2019.

PARAENSE, W. L. Estado atual da sistemática dos planorbídeos brasileiros (Mollusca, Gastropoda). **Arquivos do Museu Nacional**, Rio de Janeiro, v. 55, n. 1, p.105-128, 1975.

PAZ, R. J. *et al.* First record of *Melanoides tuberculata* (Müller, 1774) (Gastropoda: Prosobranchia: Thiariidae) in the state of Paraíba (Brazil) and its possible ecological implications. **Revista Nordestina de Biologia**, João Pessoa, v. 10, n. 2, p. 79-84, 1995.

PINTO, H. A. **Biologia e taxonomia de trematódeos transmitidos por moluscos dulciaquícolas na Represa da Pampulha, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil**. 2013. 300 fls. Tese (Doutorado em Parasitologia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.

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

ROSENBERG, G. A New Critical Estimate of Named Species-Level Diversity of the Recent Mollusca. **American Malacological Society**, Filadélfia, v. 32, n. 2, p. 308-322, 2014.

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

SANTANA, A. C. D. *et al.* Macroinvertebrados associados à macrófita aquática *Najas marina* L. do riacho Avelós, na região semi-árida do Brasil. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, São Cristóvão, v. 9, n. 2, p. 32-46, 2009.

SANTOS, C. M.; ESKINAZI-SANT'ANNA, E. M. The introduced snail *Melanooides tuberculatus* (Muller, 1774) (Mollusca: Thiaridae) in aquatic ecosystems of the Brazilian Semiarid Northeast (Piranhas-Assu River basin, State of Rio Grande do Norte). **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 70, n. 1, p. 1-7, 2010.

SANTOS, S. B. *et al.* Espécies de moluscos límnicos invasores no Brasil. In: MANSUR, M. C. D. (Org.). **Moluscos límnicos invasores no Brasil: Biologia, Prevenção e Controle**, 1 ed. Porto Alegre: Redes Editora, 2012, p. 25-49.

SILVA, E. C.; BARROS, F. Macrofauna Bentônica Introduzida no Brasil: Lista de Espécies Marinhas e Dulcícolas e Distribuição Atual. **Oecologia Australis**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, p. 326-344, 2011.

SILVA, R. E.; MELO, A. L. Caracterização de larvas de trematódeos emergentes de Moluscos de água doce coletados na bacia hidrográfica do Lago Soledade, Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil. **Lundiana**, Belo Horizonte, v. 11, n.1/2, p. 21-33, 2013.

SILVA, E. L. *et al.* New records of the invasive mollusk *Melanooides tuberculatus* (Müller, 1774) (Gastropoda, Thiaridae) in the Brazilian Northeast. **Check List**, Sofia, v.15, n. 3, p. 479-483, 2019.

SILVA, E. L. *et al.* Freshwater mollusks from three reservoirs of Piauí, northeastern Brazil. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 20, n. 1, p. 1-8, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bn/a/JJC33VmYBgPZHBDgdMr8w9C/?lang=en#>. Acesso em: 18 jun. 2021.

SIMONE, L. R. L. **Land and Freshwater Molluscs of Brazil**. 1. ed. São Paulo: FAPESP, 2006.

SOUSA, J. H. *et al.* Protocolo de avaliação rápida como ferramenta para a classificação do estado de conservação de açudes do semiárido brasileiro. In: FERREIRA, Y. B. C. *et al.* (Org.). **Meio ambiente e sociedade: análises, diálogos e conflitos ambientais**. 1. ed. Campina Grande: Amplla, 2020. p. 21-32.

SOUTO, L. S.; BRITO, M. F. G.; ROSA, L. C. *Melanooides tuberculatus* (Müller, 1774): a

new threat to the conservation of native aquatic species in Sergipe, Brazil. **Scientia Plena**, v. 7, n. 4, p. 1-6, 2011. São Cristóvão, SE.

SOUZA, C. P.; LIMA L. C. **Moluscos de interesse parasitológico do Brasil**. 2. ed. Belo Horizonte: Centro Pesquisas René Rachou- Fiocruz FIOCRUZ/CPqRR. 1997. 79 p.

SOUZA, M. A. A.; MELO, A. L. Caracterização de larvas de trematódeos emergentes de moluscos gastrópodes coletados em Mariana, Minas Gerais, Brasil. **Iheringia**, Série Zoológica, Porto Alegre, v. 102, n. 1, p. 11-18, 2012.

SOUZA, M. A. A. *et al.* Levantamento malacológico e mapeamento das áreas de risco para transmissão da esquistossomose mansoni no município de Mariana, Minas Gerais, Brasil. **Revista Ciências médicas biológicas**, Salvador, v. 5, n. 2, p. 132-139, 2006.

STRONG, E. E. *et al.* Global diversity of gastropods (Gastropoda; Mollusca) in freshwater. **Hydrobiologia**, Berlim, v. 595, n. 1, p. 149-166, 2008.

TELES, H. M. S. Distribuição das espécies de caramujos transmissores de *Schistosoma mansoni* no Estado de São Paulo. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, Uberaba, v. 38, n. 5, p. 426-432, 2005.

THIENGO, S. C. Gênero *Pomacea* (Perry, 1810). *In*: BARBOSA, F. S. (Org.). **Tópicos em Malacologia Médica**. 20. ed. Rio de Janeiro: Fiocruz, 1995. p. 53-69.

THIENGO, S. C.; FERNANDEZ, A. F. Moluscos Límnicos em Reservatórios de Usinas Hidrelétricas no Brasil: aspectos biológicos e epidemiológicos. *In*: CARVALHO, S. O.; 53 COELHO, P. M. Z.; LENZI, H. L. (Org.). **Schistosoma mansoni e Esquistossomose: uma visão multidisciplinar**. 1 ed. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2008. p. 435-457.

THIENGO, S. C.; SANTOS, S. B.; FERNANDEZ, M. A. Malacofauna límnic da área de influência do lago da usina hidrelétrica de Serra da Mesa, Goiás, Brasil. I. Estudo qualitativo. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 22, n. 4, 2005. p. 867-874.

APÊNDICE A – PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO AMBIENTAL RÁPIDA

| DESCRIÇÃO DO AMBIENTE | | | | |
|--|---|--|--|--|
| Localização | | | | |
| Ponto de coleta | | | | |
| Data da Coleta | | | | |
| Tempo (situação do dia) | | | | |
| Coletor | | | | |
| PARÂMETROS PARA MARGEM | PONTUAÇÃO | | | |
| | 5 pontos | 3 pontos | 2 pontos | 0 pontos |
| 1. Tipo principal de ocupação das margens | Cobertura natural | Campo de agricultura; monocultura | Campos de pastagem (bovino, caprino etc.) | Residencial, comercial e/ou industrial |
| 2. Erosão próxima e/ou nas margens e assoreamento em seu leito | Ausente | Leve | Moderada | Acentuada |
| 3. Alteração antrópica do entomo | Ausente | Alteração de origem doméstica (esgoto, lixo) leve | Alteração de origem doméstica (esgoto, lixo) acentuada | Alteração de origem industrial; hospitalar |
| 4. Presença de mata ciliar | Vegetação nativa com mínima evidência de desmatamento | Vegetação nativa. Desmatamento evidente sem afetar a vegetação | Trechos com solo exposto ou vegetação eliminada | Desmatamento muito acentuado |
| 5. Extensão da mata ciliar | Maior que 18 m | Entre 12 e 18 m | Entre 6 e 12 m | Menor que 6 m |
| 6. Presença de dejetos humanos e de animais | Ausente | Leve | Moderada | Acentuada |
| 7. Alterações na margem | Ausente | Alguma canalização presente | Alguma modificação na margem | Margem muito modificada |
| 8. Presença de animais domésticos | Ausente | Leve | Moderada | Acentuada |

| PARÂMETROS PARA CORPO D'ÁGUA | PONTUAÇÃO | | | |
|---|---|--|--|--|
| | 5 pontos | 3 pontos | 2 pontos | 0 pontos |
| 1. Presença de plantas aquáticas | Observa-se em grande quantidade | Observa-se com facilidade | Observa-se em quantidade moderada | Não se observa |
| 2. Odor da água | Nenhum | Cheiro de barro | Cheiro de animal em decomposição | Esgoto |
| 3. Cor da água | Transparente | Cor de ferrugem | Turva | Opaca ou colorida |
| 4. Caracterização do fundo | Presença acentuada de pedaços de troncos, pedras de tamanhos variados, folhas e plantas aquáticas | Presença moderada de pedaços de troncos, pedras de tamanhos variados, folhas e plantas aquáticas | Presença leve de pedaços de troncos, pedras de tamanhos variados, folhas e plantas aquáticas | Ausência de pedaços de troncos, pedras de tamanhos variados, folhas e plantas aquáticas. Presença de entulhos e lixo |
| 5. Tipo de substrato | Pedras/cascalho | Arenoso | Lamoso | Artificial (cimento) |
| 6. Odor do substrato | Nenhum | Cheiro de barro | Cheiro de animal em decomposição | Esgoto |
| 7. Presença de dejetos humanos e de animais | Ausente | Leve | Moderada | Acentuada |
| 8. Características do fluxo da água | Ausência de fluxo | Fluxo leve | Fluxo restrito a alguns trechos | Ausência de fluxo |
| 9. Presença de animais domésticos | Ausente | Leve | Moderada | Acentuada |
| 10. Presença de animais silvestres | Observa-se em grande quantidade | Observa-se com facilidade | Observa-se em quantidade moderada | Não se observa |
| 11. Observação de eutrofização | Ausente | Leve | Moderada (presença de algas em quantidade moderada) | Acentuada (presença de algas e peixes mortos em quantidade acentuada) |

| Pontuação | Pontuação 5 | Pontuação 3 | Pontuação 2 | Pontuação 0 |
|---|-------------|----------------------|----------------------|---------------------|
| Pontuação máxima que o ambiente avaliado poderá receber | 100 | 60 | 40 | 0 |
| Escala para comparação | 76-100 | 46-75 | 31-45 | 0-30 |
| Classificação | Natural | Alterações reduzidas | Alterações moderadas | Alterações extremas |

Fonte: Sousa *et al.* (2020).



**TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA PUBLICAÇÃO DIGITAL NA BIBLIOTECA
“JOSÉ ALBANO DE MACEDO”**

Identificação do Tipo de Documento

- () Tese
() Dissertação
(X) Monografia
() Artigo

Eu, JOÃO HEMERSON DE SOUSA, autorizo com base na Lei Federal nº 9.610 de 19 de Fevereiro de 1998 e na Lei nº 10.973 de 02 de dezembro de 2004, a biblioteca da Universidade Federal do Piauí a divulgar, gratuitamente, sem ressarcimento de direitos autorais, o texto integral da publicação COMPOSIÇÃO DA FAUNA DE MOLUSCOS E TREMATÓDEOS ASSOCIADOS EM AÇUDES DE SÃO JULIÃO, PIAUÍ, BRASIL de minha autoria, em formato PDF, para fins de leitura e/ou impressão, pela internet a título de divulgação da produção científica gerada pela Universidade.

Picos-PI 28 de julho de 2021.

João Hemerson de Sousa
Discente

Tamiris Gimenez Pinheiro
Orientadora