



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



**ORIANNA DOS SANTOS**

**MONITORAMENTO DA MALACOFUNA DO LEITO DO RIO GUARIBAS,  
PICOS, PIAUÍ, E DOS PARASITAS TREMATÓDEOS ASSOCIADOS**

**PICOS – PI**  
**2018**

**ORIANNA DOS SANTOS**

**MONITORAMENTO DA MALACOFUNA DO LEITO DO RIO GUARIBAS,  
PICOS, PIAUÍ, E DOS PARASITAS TREMATÓDEOS ASSOCIADOS**

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 para a obtenção do título de Licenciada em Ciências Biológicas.

**Orientadora:** Profa. Dra. Tamaris Gimenez Pinheiro

**PICOS – PI  
2018**

## FICHA CATALOGRÁFICA

Serviço de Processamento Técnico da Universidade Federal do Piauí

Biblioteca José Albano de Macêdo

**S237m** Santos, Orianna dos

Monitoramento da malacofauna do leito do Rio Guaribas, Picos, Piauí, e dos parasitas trematódeos associados / Orianna dos Santos.– 2018.

CD-ROM : il.; 4 ¾ pol. (60 f.)

Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Licenciatura Plena em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Piauí, Picos, 2018.

Orientador(A): Profa. Dra. Tamaris Gimenez Pinheiro.

1. Biomphalaria. 2. Gastropoda. 3. Mollusca. 4. Nordeste. 5. Saúde pública. I. Título.

**CDD 594.3**

**ORIANNA DOS SANTOS**

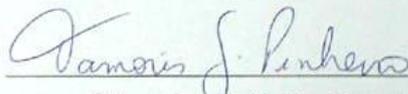
**MONITORAMENTO DA MALACOFUNA DO LEITO DO RIO GUARIBAS,  
PICOS, PIAUÍ, E DOS PARASITAS TREMATÓDEOS ASSOCIADOS**

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 para a obtenção do título de Licenciada em Ciências Biológicas.

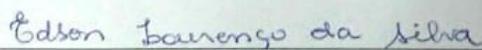
Orientadora: Profa. Dra. Tamaris Gimenez Pinheiro

Aprovado em 27 de junho de 2018.

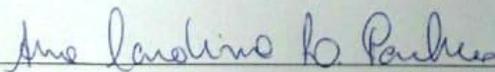
**BANCA EXAMINADORA**



Orientadora: Profa. Dra. Tamaris Gimenez Pinheiro  
UFPI/CSHNB



Primeiro Examinador: Prof. Dr. Edson Lourenço Silva  
IFPI/PICOS



Segunda Examinadora: Prof. Dra. Ana Carolina Landim Pacheco  
UFPI/CSHNB

*Porque dele e por ele, e para ele, são todas as coisas;  
glória, pois, a ele eternamente.*

Rom. 11:36.

Dedico este trabalho a Deus, meu fiel companheiro e a minha mãe, Maria Oneide, que é minha inspiração de vida e por sempre me apoiar e não ter medido esforços para que pudesse dar seguimento aos meus estudos.

## AGRADECIMENTOS

Obrigada ao Senhor Deus, pois sempre esteve presente em minha vida, construindo minha história. Sou imensamente grata por todas as bênçãos proporcionadas, por estar sempre me iluminando e guiando meus passos, não deixando que desistisse dos meus objetivos, mesmo quando as coisas dificultavam.

À minha mãe, minha profunda gratidão. Por sempre me acalmar e dizer que tudo daria certo, minha mãe incondicional, sempre acreditando e dizendo que eu seria capaz. Espero que eu dia eu possa recompensar todos os sacrifícios e tudo aquilo que abdicou em prol dos meus estudos. Ao meu irmão Joseano, por não ser só um irmão, mas um pai, quando chama minha atenção e me proporciona um “choque de realidade”. Pelo suporte financeiro durante esse período de graduação, garantindo o que foi possível para continuação da minha vida acadêmica. Obrigada imensamente por tudo e que Deus os abençoe infinitamente.

À Bitá e ao tio Firmino, pela atenção e disposição em me ajudar. O apoio de vocês foi imprescindível. À tia Irene pelo apoio durante a fase inicial do curso, pelo acolhimento em sua residência e por ter me ensinado a viver longe da minha casa. Ao meu Vô Albertino, Tia Olinda e Assis, por sempre me apoiarem e torcerem por mim. À vizinha Rosário, meu anjinho em forma de pessoa enviada por Deus, sempre serei grata pelo seu amor e incentivo aos estudos, por estar sempre na torcida e rezando por mim.

À minha orientadora Profa. Dra. Tamaris Gimenez Pinheiro, toda minha admiração e respeito, pelo exemplo de pessoa e profissional que és. Obrigada por todo o empenho, dedicação e carinho oferecido a mim e a minha pesquisa, pois foram imprescindíveis para a realização deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Edson Lourenço da Silva por todo acolhimento durante o desenvolvimento da pesquisa abrindo as portas do Laboratório de Biologia do IFPI Picos e por estar sempre disponível para ajudar e cuidar para que todas as atividades ocorressem bem.

À Profa. Dra. Ana Carolina, por ter me aceitado no grupo de pesquisa, e por ser um exemplo de profissional a ser seguido. Lembrarei sempre dos seus ensinamentos, conselhos e ajuda durante esse tempo na universidade. Obrigada por participar da minha banca, e por ter contribuído com a minha formação acadêmica.

À Universidade Federal do Piauí, *campus* Senador Helvídio Nunes de Barros, por ter sido minha segunda casa e oportunizado a realização de um curso superior. Ao

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, *campus* Picos, pelo suporte logístico para a realização desta pesquisa.

Aos docentes do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, que contribuíram significativamente para a minha formação. Em especial à Profa. Dra. Ana Paula Peron, por ter sido um exemplo incrível de profissional, da qual guardo admiração por todos os conhecimentos compartilhados e saudade de sua receptividade.

Ao grupo de pesquisa LAPEDONE do qual participei durante boa parte da graduação. A todos os integrantes dos “Malacos”, subgrupo do LAPEDONE, no qual trabalhei diretamente, obrigada pela ajuda durante as coletas, triagem do material, conversas, risadas e aprendizados, em especial a Adriana e João Lucas, por estarem sempre ao meu lado; à Manuella, minha querida amiga, por todo o apoio e por estar sempre pronta a ajudar em todas as atividades que realizei e todos os conselhos; ao Hemerson pela ajuda na Avaliação Rápida do Ambiente; aos meninos do PIBIC Jr. IFPI Picos: Vanilton, Emerson, Martín e Luiz também pelo auxílio no desenvolvimento da pesquisa. Sem vocês este trabalho não seria possível.

Aos meus colegas de turma, pela experiências e troca de conhecimentos. Ao Lucas Emanuel, obrigada por ter sido um verdadeiro amigo durante esse tempo do curso, por todo o apoio e por amenizar dias que pareciam tão difíceis. Você é o amigo do meu coração. A todos os meus amigos, em especial a Paloma, Rayllanny, Tales, Assisinho, Maria Laurentina e Alexandre. Ao meu querido amigo-irmão-primo Gean, aquele que está comigo desde o início da minha vida estudantil, obrigada pelos conselhos, pela torcida e por estar ao meu lado todos esses anos.

Agradeço a todos que contribuíram para a realização deste trabalho.

## RESUMO

O filo Mollusca corresponde ao segundo maior filo dentro do reino animal, sendo representado por diferentes classes, entre elas a Gastropoda, que é a mais abundante dentro do grupo. Esta classe compreende várias espécies de moluscos de importância médica, veterinária e econômica. No Piauí ocorrem muitas espécies da classe, dentre elas *Biomphalaria straminea* que é estudado em virtude de ser o hospedeiro do *Schistosoma mansoni*. O molusco é encontrado em Picos e pode ser hospedeiro de outros trematódeos. A presente pesquisa objetiva realizar o monitoramento da malacofauna no leito do Rio Guaribas, município de Picos, Piauí, e dos trematódeos parasitas associados a fim de compreender aspectos ecológicos e parasitológicos envolvendo a relação desses organismos. As coletas ocorreram mensalmente entre os meses de julho de 2017 e abril de 2018, em cinco estações distribuídas entre os bairros mais populosos de Picos. Durante as mesmas foram realizadas também as coletas dos dados ambientais como temperatura da água e profundidade da margem e feita a Avaliação Rápida do Corpo D'Água para caracterização das condições ambientais dos pontos de amostragem. Os moluscos eram coletados com auxílio de peneiras, armazenados em recipientes de plásticos com o substrato e água do próprio rio e transportados para o laboratório de Biologia do IFPI *campus* de Picos. No laboratório foi feita a triagem do material com a separação de animais vivos e mortos e classificação das espécies. Todos os moluscos vivos foram mantidos em condições laboratoriais dentro de potes de plásticos, com água desclorada, alimentados com alface e mistura de areia e calcário em pó e submetidos à fotoexposições durante três dias consecutivos, por quatro horas diárias a fim de estimular a liberação de cercárias. Os dados obtidos foram analisados utilizando o programa SISTAT® 12. Um total de 5.824 moluscos foram amostrados. Destes, 4.378 (75,75%) indivíduos encontravam-se vivos e 1.401 (24,24%) estavam mortos. A família Planorbidae foi a mais abundante com 4.053 indivíduos (92,57%), seguida da família Physidae, com 197 (4,49%), Thiaridae, com 90 (2,05 %) e família Ampullariidae com 37 deles (0,84%). Dos parâmetros analisados, o mês de novembro de 2017 e a Estação 2 foram os que apresentaram maior abundância de moluscos, com registros de 1.579 e 3.028 indivíduos, respectivamente. Para a pesquisa de trematódeos foram encontrados três tipos cercarianos: distoma brevifurcada faringeada, distoma longifurcada faringeada e equinostoma. Nenhuma cercaria de *S. mansoni* foi observada durante o estudo. Diante dos resultados, observa-se que o monitoramento dos caramujos e de seus parasitas deve ser permanente, tendo em vista que o hospedeiro intermediário de uma doença de expressiva importância para a saúde pública (esquistossomose) foi encontrado em quantidade relevante, confirmando o risco de expansão e aumento da doença no município e região principalmente, pois os casos em humanos ainda tem sido detectados no município pesquisado.

**Palavras-chave:** *Biomphalaria*. Gastropoda. Mollusca. Nordeste. Saúde pública.

## ABSTRACT

The phylum Mollusca corresponds to the second largest within the animal kingdom, being represented by different classes, among them Gastropoda, which is the most abundant. This class comprises several species of snails with medical, veterinary and economic importance. In Piauí many species of this class occur, among them *Biomphalaria straminea* that is also studied due to be the host of *Schistosoma mansoni*. This species is found in Picos and can be host of other trematodes. The present research aimed to the monitoring the mollusk fauna in the Guaribas River, in the Picos, Piauí, and associated parasitic trematodes to understand ecological and parasitological aspects involving the relationship of these organisms. The collections occurred monthly between July 2017 and April 2018, in five stations distributed among the most populous Picos' neighborhoods. At the same time, the environmental data such as water temperature and depth were collected and the Rapid Environmental Assessment was carried out to characterize the environmental conditions of the sampling points. Snails were collected using sieves, stored in plastic containers with the substrate and river water and transported to the IFPI Biology Laboratory, *campus* of Picos. In the laboratory the material was sorted with the separation of live and dead animals and classification of the species. All live *B. straminea* were kept in laboratory conditions in plastic containers, with dechlorinated water, fed with lettuce and mixture of harness and limestone powder and submitted to photoexpositions for three consecutive days, for four hours daily in order to stimulate the cercariae release. The obtained data were analyzed using the SISSTAT® 12 Program. A total of 5,824 snails were sampled. Of these, 4,378 (75.75%) individuals were alive and 1,401 (24.24%) were dead. The family Planorbidae was the most abundant with 4,053 individuals (92.57%), followed by the Physidae family, with 197 (4.49%), Thiaridae, with 90 (2,05%) and Ampullariidae family with 37 (0, 84%). The month of November of 2017 and the Station 2 were those that presented greater abundance of snails, with records of 1,579 and 3,028 individuals, respectively. Three cercariae types were found in the study of trematodes: pharyngeal brevifurcate distoma, pharyngeal longifurcate distoma and echinostome. No *S. mansoni* cercariae were observed during the study. In view of the results, it is observed that the monitoring of snails and their parasites must be permanent since the intermediate host of a disease of significant importance for public health (schistosomiasis) was found in confirming the risk of expansion and increase of the disease in the city and region mainly, since the cases in humans have still been detected in the city researched.

**Keywords:** *Biomphalaria*. Gastropoda. Mollusca. Northeast. Public health.

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** - Resultado da média da temperatura da água (°C), profundidade da margem (cm), precipitação (mm) e temperatura do ar (°C) dos meses de coleta do Rio Guaribas, município de Picos, Piauí. .... 37
- Tabela 2** - Resultado do teste de correlação entre a abundância de cada espécie de gastrópoda e a temperatura média da água (°C) dos pontos de coleta do Rio Guaribas, município de Picos, Piauí. .... 38
- Tabela 3** - Resultado do teste de correlação entre a abundância de cada espécie de gastrópoda e a profundidade média (cm) dos pontos de coleta do Rio Guaribas, município de Picos, Piauí ..... 38
- Tabela 4** - Resultado do teste de correlação entre a abundância de cada espécie de gastrópoda e a precipitação média (mm) do município de Picos, Piauí. .... 38
- Tabela 5** – Tipos cercarianos liberados por *B. straminea* de acordo com o mês e estação estabelecida no leito do Rio Guaribas, município de Picos, Piauí. **Estação 1:** Bairro Canto da Várzea; **Estação 2:** Bairro Passagem das Pedras; **Estação 3:** Bairro Centro; **Estação 4:** Bairro Boa sorte; **Estação 5:** Bairro Ipueiras. **1:** Presente; **0:** Ausente. .... 41

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Abundância das famílias da classe Gastropoda encontradas no leito do Rio Guaribas, município de Picos, Piauí, entre os meses de julho de 2017 a abril de 2018. .... 24
- Figura 2** - Abundância das espécies de Mollusca, classe Gastropoda, encontradas no leito do Rio Guaribas, município de Picos, Piauí, entre os meses de julho de 2017 a abril de 2018. .... 24
- Figura 3** - Imagem de representantes de Mollusca encontrados no leito do Rio Guaribas, município de Picos, Piauí, entre os meses de julho de 2017 a abril de 2018. A: *Biomphalaria straminea*; B: *Drepanotrema cimex*; C: *Physa* sp.; D: *Melanooides tuberculata*; E: *Pomacea* sp.; F: Bivalvia. .... 25
- Figura 4** – Abundância dos moluscos amostrados no leito do Rio Guaribas, município de Picos, Piauí, entre os meses de julho de 2017 a abril de 2018 e a precipitação média do local (mm). .... 26
- Figura 5** – Distribuição da abundância de cada espécie de Gastropoda amostrada entre os meses de julho de 2017 e abril de 2018 no leito do Rio Guaribas, município de Picos, Piauí. .... 27
- Figura 6** - Abundância das espécies de Gastropoda amostradas entre os meses de julho de 2017 e abril de 2018 no leito do Rio Guaribas, município de Picos, Piauí. A: *B. straminea*; B: *D. cimex*; C: *Physa* sp.; D: *M. tuberculata*; E: *Pomacea* sp. .... 29
- Figura 7** - Abundância dos moluscos amostrados em cada estação estabelecida no leito do Rio Guaribas, município de Picos, Piauí, entre os meses de julho de 2017 a abril de 2018. 1: Bairro Canto da Várzea; 2: Bairro Passagem das Pedras; 3: Bairro Centro; 4: Bairro Boa Sorte; 5: Bairro Ipueiras. .... 30

**Figura 8** - Abundância dos *taxa* de Mollusca amostradas em cada estação estabelecida no leito do Rio Guaribas, município de Picos, Piauí, entre os meses de julho de 2017 a abril de 2018. 1: Bairro Canto da Várzea; 2: Bairro Passagem das Pedras; 3: Bairro Centro; 4: Bairro Boa sorte; 5: Bairro Ipueiras. .... 32

**Figura 9** - Abundância de *Biomphalaria straminea* em cada estação estabelecida no leito do Rio Guaribas, município de Picos, Piauí, entre os meses de julho de 2017 a abril de 2018. 1: Bairro Canto da Várzea; 2: Bairro Passagem das Pedras; 3: Bairro Centro; 4: Bairro Boa sorte; 5: Bairro Ipueiras. .... 33

**Figura 10** - Abundância de *Drepanotrema cimex* em cada estação estabelecida no leito do Rio Guaribas, município de Picos, Piauí, entre os meses de julho de 2017 a abril de 2018. 1: Bairro Canto da Várzea; 2: Bairro Passagem das Pedras; 3: Bairro Centro; 4: Bairro Boa sorte; 5: Bairro Ipueiras. .... 34

**Figura 11** - Abundância de *Physa* sp. em cada estação estabelecida no leito do Rio Guaribas, município de Picos, Piauí, entre os meses de julho de 2017 a abril de 2018. 1: Bairro Canto da Várzea; 2: Bairro Passagem das Pedras; 3: Bairro Centro; 4: Bairro Boa sorte; 5: Bairro Ipueiras. .... 34

**Figura 12** - Abundância de *Melanoides tuberculata* em cada estação estabelecida no leito do Rio Guaribas, município de Picos, Piauí, entre os meses de julho de 2017 a abril de 2018. 1: Bairro Canto da Várzea; 2: Bairro Passagem das Pedras; 3: Bairro Centro; 4: Bairro Boa sorte; 5: Bairro Ipueiras. .... 35

**Figura 13** - Abundância de *Pomacea* sp. em cada estação estabelecida no leito do Rio Guaribas, município de Picos, Piauí, entre os meses de julho de 2017 a abril de 2018. 1: Bairro Canto da Várzea; 2: Bairro Passagem das Pedras; 3: Bairro Centro; 4: Bairro Boa sorte; 5: Bairro Ipueiras. .... 35

**Figura 14** – Tipos cercarianos liberados por *Biomphalaria straminea* amostrados no leito do Rio Guaribas, município de Picos, Piauí, entre os meses de julho de 2017 a abril de 2018. .... 41

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	13
2 OBJETIVOS .....	15
2.1 Objetivo geral .....	15
2.2 Objetivos específicos .....	15
3 REFERENCIAL TEORICO .....	16
3.1 Filo Mollusca .....	16
3.2 Classe Gastropoda Cuvier, 1797 .....	16
3.2.1 Família Thiaridae .....	17
3.2.2 Família Ampullariidae Gray, 1824 .....	18
3.2.3 Família Physidae Fitzinger, 1833 .....	18
3.2.4 Família Planorbidae Rafinesque, 1815 .....	18
3.2.4.1 Gênero <i>Biomphalaria</i> .....	19
4 METODOLOGIA .....	20
4.1 Área de coleta .....	20
4.2 Procedimentos no campo .....	20
4.3 Procedimentos no laboratório .....	22
4.4 Análise dos dados .....	22
5 RESULTADOS .....	23
5.1 Monitoramento dos moluscos .....	23
5.2 Monitoramento de alguns fatores ambientais .....	36
5.3 Avaliação rápida do corpo d'água .....	39
5.4 Pesquisa das cercarias .....	40
6 DISCUSSÃO .....	42
6.1 Ecologia dos moluscos .....	42
6.2 Pesquisa de cercarias .....	45
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	47
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	48
APÊNDICE A - AVALIAÇÃO RÁPIDA DO CORPO D'ÁGUA* .....	56
APÊNDICE B – IMAGENS DAS ESTAÇÕES ESTABELECIDAS NO LEITO DO RIO GUARIBAS, MUNICÍPIO DE PICOS, PIAUÍ. ....	58

## 1 INTRODUÇÃO

O Filo Mollusca representa um importante filo, pois possui uma ampla distribuição geográfica, tem importância médica e veterinária (OHLWEILER et al., 2013), além de suas diferentes adaptações e funções no meio ambiente (CARVALHO et al., 2014), sendo, portanto, um dos mais fascinantes do reino animal. Compreende organismos comuns como caracóis, lesmas, ostras, lulas e mariscos (THIENGO et al., 2005), podendo ser encontrados em ambientes terrestres e aquáticos (marinho e de água doce) (SIMONE, 1999).

Correspondem ao segundo maior filo do reino animal, ficando atrás apenas de Artropoda (HICKMAN; ROBERTS; LARSON, 2004). Colley, Simone e Silva (2012) destacam que atualmente o grupo possui 100.000 espécies descritas e 70 mil fósseis aproximadamente; sendo que 35.000 dessas espécies descritas encontram-se extintas (ALBUQUERQUE, 2016). No Brasil, são registradas cerca de 305 espécies só para o ambiente de água doce (Avelar, 1999 *apud* CORREIA et al., 2012).

O filo compreende as classes: Gastropoda, Polyplacophora, Cephalopoda, Bivalvia, Scaphopoda, Aplacophora e Monoplacophora (RUPPERT; BARNES, 1996). Os animais dessas classes participam de diversas interações ecológicas com outros invertebrados e também vertebrados, atuando como predadores, herbívoros vermiformes rastejantes e sedentários, ectoparasitas e endoparasitas e comensais, filtradores (COLLEY, SIMONE, SILVA; 2012; POMBO, 2016).

As classes Bivalvia e Gastropoda são encontradas no ambiente de água doce (SANTOS et al. 2012), merecendo destaque, em virtude de sua importância econômica e médica-veterinária, respectivamente (THIEGO et al., 2005; POMBO, 2016). A classe Bivalvia agrupa grande parte dos moluscos que são utilizados na alimentação humana, como as ostras, mariscos e mexilhões. A Gastropoda representa a maior classe dentro do filo, com cerca de 30 mil espécies (RUPPERT; BARNES, 1996) e compreende hospedeiros de helmintos transmissores de doenças para o homem e outros animais, como a angiostrongilíase abdominal, meningoencefalite eosinofílica, fasciolose e esquistossomose mansônica (CARVALHO et al., 2014). Essa última doença é veiculada por gastrópodes do gênero *Biomphalaria* Preston, 1910 e é de grande importância para a saúde pública, pois está presente em muitas regiões do Brasil e do mundo (BRASIL, 2008).

A esquistossomose mansônica, também conhecida como Barriga-d'água, Xistose, Bilharziose ou Doença-do-caramujo, é uma doença infecciosa parasitária

relacionada a ambientes aquáticos (IGNACIO; VEADO; SAALFELD, 2013). A doença é causada pelo *Schistosoma mansoni* (Sambon, 1907), sendo uma enfermidade tropical que ocorre em 54 países, dentre os quais, o Brasil está incluso, compreendendo 18 estados e o Distrito Federal (BRASIL, 2010). Existindo a possibilidade da infecção de 200 milhões de indivíduos e a ameaça a 600 milhões que estão em locais de risco (RODRIGUES JUNIOR et al., 2017). No Piauí a esquistossomose mostra-se endêmica e está presente em muitas cidades do estado, sendo o *B. straminea* o responsável principal pela incidência da doença tanto na região nordeste como em outras cidades do Piauí, inclusive na cidade de Picos (CARVALHO; FONSECA, 2010), localidade de interesse desse estudo.

Além do *S. mansoni* outros trematódeos também incluem os moluscos em seu ciclo de vida. No Brasil, a participação de moluscos no ciclo biológico desses parasitos é citada há mais de um século (PINTO; MELO, 2013), com os estudos sendo iniciados com *Cercaria blanchardi* (Pirajá da Silva, 1912) e levados à descoberta de várias outros tipos cercarianos (BOAVENTURA et al., 2002). A cercária constitui um estágio de desenvolvimento do trematódeo o qual possui um curto período de vida livre e esse fato propiciou várias adaptações biológicas no sentido de encontrar um hospedeiro próximo para a sua instalação. Algumas cercárias possuem dois hospedeiros, sendo o primeiro um molusco e o segundo pode ser anelídeos, anfíbios, artrópodes, equinodermas, moluscos, peixes, dentre outros (ESCH; BARGER; FELLIS, 2002).

Assim, realizar o monitoramento dos moluscos e de seus parasitas trematódeos no Rio Guaribas é de grande relevância tendo em vista a relação desses com a transmissão de doenças de importância para a saúde pública, principalmente pelo fato do município de Picos, banhado pelo Rio Guaribas, objeto desse estudo, já ter sido caracterizado como uma região endêmica para esquistossomose mansônica.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Realizar o monitoramento da malacofauna no leito do Rio Guaribas, município de Picos, Piauí, e dos trematódeos parasitas associados a fim de compreender aspectos ecológicos e parasitológicos envolvendo a relação entre esses organismos.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Identificar as espécies de moluscos que ocorrem no leito do Rio Guaribas, município de Picos, Piauí.
- Identificar os parasitas trematódeos dos moluscos coletados.
- Discutir a relação entre esses organismos e o risco à saúde humana.

### **3 REFERENCIAL TEÓRICO**

#### **3.1 Filo Mollusca**

O filo Mollusca corresponde a um dos mais importantes grupos dentro dos metazoários, compartilhando características com os Anellida, Onychophora, Tardigrada e Arthropoda (NEVES; BORGES; CORGOSINHO, 2010). São invertebrados protostômios de corpo mole, segmentado e, para um grande número de espécies, recoberto por uma concha calcária (PERES; MARTINS, 2013); simetricamente bilaterais, com celoma e um pé muscular ventral utilizado para a fixação, locomoção e captura do alimento (NEVES; BORGES; CORGOSINHO, 2010).

#### **3.2 Classe Gastropoda Cuvier, 1797**

A classe Gastropoda é originária de ambientes marinhos, com os primeiros registros datando o Cambriano. Seus representantes são encontrados nos mais diversos ambientes (TORCATE et al., 2013), possuindo assim ampla distribuição geográfica. Algumas espécies dessa classe podem ser utilizadas na alimentação e outras são de importância médica e veterinária (SIMONE, 1999).

Os gastrópodes apresentam uma cabeça distinta com tentáculos e olhos; pé achatado na superfície ventral, e concha univalve, geralmente espiralada e assimétrica e com a cavidade palial na parte anterior do corpo; as brânquias, orifício genital, anal e renal localizam-se na cavidade do manto (CARVALHO et al., 2014; ALBUQUERQUE, 2016).

De acordo com Brasil (2008) a classe Gastropoda é constituída por três subclasses: Subclasse Prosobranchia, Subclasse Pulmonata e Subclasse Opisthobranchia. A primeira delas (Prosobranchia) inclui moluscos marinhos, límnicos e terrestres; com concha sempre presente e opérculo. Engloba as ordens Archaeogastropoda, Neogastropoda (exclusivamente marinhos), Mesogastropoda (marinhos, terrestres e de água doce) (CARVALHO et al., 2014). No Brasil são encontradas as famílias: Thiaridae, Ampullariidae e Hydrobiidae.

Os moluscos pulmonados (Subclasse Pulmonata) apresentam uma concha externa ou interna, com tecido ricamente vascularizado. O opérculo é ausente, são monoicos, sendo geralmente ovíparos (HICKMAN; ROBERTS; LARSON, 2004). A maioria é terrestre, com alguns representantes de água doce. Abrange as ordens: Stylommatophora, com organismos terrestres, que representam a maior ordem; Systellommatophora; e Basommatophora, que inclui pulmonados de água doce e

marinhos No Brasil, encontra-se nessa última ordem as famílias Lymnaeidae, Physidae, Planorbidae, Ancyliidae e Chiliniidae (CARVALHO et al., 2014).

A Subclasse Opisthobranchia agrupa os moluscos exclusivos de ambiente marinho, que possuem a cavidade do manto reduzida ou ausente na região anterior, assim como também a concha (CARVALHO et al., 2014).

No presente trabalho será dada ênfase para as famílias Thiaridae, Ampullariidae (Subclasse Prosobranchia), Physidae e Planorbidae (Subclasse Pulmonata) por possuírem representantes na área de coleta da pesquisa.

### 3.2.1 Família Thiaridae

Os moluscos dessa família apresentam corpo com concha, opérculo córneo e reprodução sexuada, podendo ocorrer casos de partenogênese em algumas espécies (MOLINARO, 2012).

A espécie *Melanooides tuberculata* (Müller, 1774) é um molusco exótico, oriundo do Leste e Norte da África e Sudeste da Ásia, tendo sido introduzido no Brasil em 1960 e se distribuindo em várias regiões do país (BRASIL, 2008; PAULA et al., 2017). Esta espécie habita substratos lamosos, macios, turvos e rígidos, podendo se enterrar (SANTOS et al., 2012) e são recorrentemente encontrados em locais poluídos organicamente (SILVA; BARROS, 2001).

Por ser um molusco invasor, sua presença pode significar o fim ou a redução de outras espécies de moluscos, principalmente os nativos (PAULA-ANDRADE et al., 2012). Por este motivo, esta espécie vem sendo utilizada no controle de moluscos hospedeiros do *S. mansoni*, um parasita importante do ponto de vista epidemiológico (VAZ et al., 1986).

Além da participação no controle biológico de algumas espécies de moluscos, o *M. tuberculata* também pode ser hospedeiro intermediário de parasitas de doenças tanto de importância médica como veterinária (SANTOS et al. 2012), como por exemplo paragonimíase e clonorquíase, doenças que acometem seres humanos (ABÍLIO et al, 2007).

### 3.2.2 Família Ampullariidae Gray, 1824

Constituem o maior grupo de moluscos límnicos com uma concha globosa, que pode ter tanto pequeno como grande diâmetro; um opérculo córneo é encontrado para todos os gêneros, exceto o gênero *Pila* Röding, 1798, que apresenta opérculo calcário (ILÁRIO et al., 2006; LEME, 1995); são resistentes à poluição e dessecação (BRASIL, 2008).

Os representantes dessa família podem ser encontrados na região tropical e subtropical (GORNI; ALVES, 2006). Tem importância médica, pois algumas espécies são consideradas hospedeiras intermediárias dos parasitas nematoides *Angiostrongylus costaricensis* Morera & Cespedes, 1971 e *Angiostrongylus cantonensis* (Chen, 1935), causadoras do meningoencefalite eosinofílica no ser humano (FERNANDEZ et al., 2011). Outros ampulariídeos têm importância nutricional, sendo utilizados na alimentação humana (SIMONE, 1999) e também são utilizadas no controle de espécies vetores de doenças, como por exemplo os planorbídeos, uma vez que diminui a quantidade desses moluscos no ambiente (ABÍLIO et al., 2006).

### 3.2.3 Família Physidae Fitzinger, 1833

Esta família é registrada em todos os continentes exceto o antártico (RUMI et al., 2004); os moluscos apresentam concha com abertura de orientação sinistrógira. O gênero *Physa* apresenta uma concha oval-alongada com superfície lisa e abertura levogira (GHILARDI; CARBONARO; SIMONE, 2010). As espécies presentes no Brasil são *Physa acuta* Draparnaud, 1805 e *Physa marmorata* Guilding, 1828. Esta família não possui importância médica (MOLINARO, 2012).

### 3.2.4 Família Planorbidae Rafinesque, 1815

A família Planorbidae inclui 19 espécies divididas em quatro gêneros de moluscos pulmonados de água doce (PARAENSE, 1972), entre os gêneros da família dois grupos são destaque: os gêneros *Biomphalaria* e *Drepanotrema* Fischer & Crosse, 1880 (OHLWEILER; ROSSIGNOLI, 2016).

A família compreende animais que podem ser encontrados em locais com pouca profundidade, equivalente a menos de 2 metros, rara correnteza e uma abundância de plantas, preferencialmente aquáticas verticais ou do tipo flutuante (REY, 2008). São

organismos hermafroditas, que apresentam grande fecundidade (REY, 2008), e quando necessário realiza autofecundação (FERNANDEZ et al., 2012).

O gênero *Drepanotrema* compreende moluscos que podem representar hospedeiros de cercarias de importância veterinária, além de serem indicadores da possível presença de moluscos do gênero *Biomphalaria* (BORGES; LEMOS; FERRETE, 2008). Possuem concha pequena, em forma de disco, pé pequeno, estreito e com hemolinfa incolor (LIMA, 1995).

#### 3.2.4.1 Gênero *Biomphalaria*

Os pertencentes ao gênero *Biomphalaria* são os moluscos transmissores da esquistossomose mansônica (REY, 2008). Apresentam concha em forma de disco bicôncavo, sem opérculo, com orientação sinistrógira e com coloração castanha, sendo esta variável; pois a mesma varia conforme as condições do ambiente (PARAENSE, 2008). São organismos de água doce, indispensáveis para a conclusão do ciclo do *S. mansoni* (MASSARA et al., 2012).

No Brasil existem três espécies que atuam no ciclo da esquistossomose: *Biomphalaria glabrata* (Say, 1818), *Biomphalaria tenagophila* (Orbigny, 1835) e *Biomphalaria straminea* (Dunker, 1848) (ALMEIDA et al., 2016; TELES, 2005). É possível identifica-los morfologicamente conforme o tipo da sua concha (FERNANDEZ et al., 2012).

*Biomphalaria glabrata*, apresenta concha com diâmetro de 20mm a 30mm, com largura de cerca de seis giros arredondados. É o principal transmissor da esquistossomose em grande parte das regiões acometidas pela doença, possui importância epidemiológica diante a sua adaptação à infecção e interação com o *S. mansoni* (CONCEIÇÃO, 2016). *Biomphalaria tenagophila* por sua vez é caracterizada por possuir concha de 35 mm de diâmetro 11mm de largura, os giros da concha correspondem entre sete e oito giros, tem distribuição geográfica na região sul do Brasil, e aparentemente possui importância epidemiologia reservada (VALADÃO; MILWARD-DE-ANDRADE, 1991). A espécie é aparentemente parecida com o *B. straminea*, diferindo pela ausência da crista neural, e a ausência da linha pigmentada encontrada em espécimes jovens (PARAENSE, 2008).

A espécie *B. straminea* possui uma concha com cerca de 16mm de diâmetro e 6 mm de largura, sendo correspondente a 5 giros arredondados (BRASIL, 2014); não

representa um hospedeiro apropriado para o *Schistosoma*, no entanto é um ótimo transmissor do trematódeo (THIENGO; SANTOS; FERNANDEZ, 2005).

Não é possível determinar o fim do crescimento da cocha dos *Biomphalaria*, pois ele é sucessivo e sem caracteres que determinem que o crescimento terminou; o tamanho da concha mudará; geralmente em ambientes lóticos, que apresentam uma riqueza maior de alimentos, a concha é maior que em ambientes lênticos (TIBIRIÇÁ, GUIMARÃES; TEIXEIRA, 2011).

## **4 METODOLOGIA**

### **4.1 Área de coleta**

As coletas foram realizadas ao longo do Rio Guaribas, principal corpo d'água do município de Picos, que fica localizado no estado do Piauí, à 306 Km da capital, Teresina. A cidade de Picos corresponde a um território de 803 km<sup>3</sup>, localizado na região centro/sul do Piauí, com população constituída por 76.928 habitantes (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE, 2017).

É conhecida como a “cidade modelo” em virtude da atuação na participação de vários setores da economia (BARBOSA et al., 2007). Um desses é o setor do mel, que representa a terceira maior economia do Estado. Tem como o principal bioma a Caatinga e apresenta um clima semiárido; apresentando duas estações ao longo do ano: o verão (estação sem chuvas) e inverno (estação chuvosa).

O rio Guaribas é o principal corpo d'água da bacia do rio Guaribas que compreende os municípios de Bocaina, Sussuapara, Picos, Pio IX, Monsenhor Hipólito, Alagoinha, Francisco Santos, Santo Antônio de Lisboa, São José do Piauí, São Julião e Fronteiras (CARVALHO; FONSECA, 2010).

### **4.2 Procedimentos no campo**

Os moluscos foram coletados mensalmente ao longo de todo o ano, em período diurno. Para a coleta, cinco estações (pontos) (APÊNDICE B) ficaram estabelecidas ao longo do rio Guaribas, nos bairros mais populosos do município: Centro, Ipueiras, Canto da Várzea, Passagem das Pedras, Boa Sorte, respectivamente com 5.581, 3.588, 2.792, 2.140 e 1.532, moradores (IBGE, 2010). Três amostras foram retiradas de cada ponto de coleta do referido rio, totalizando 15 amostras. As estações eram localizadas

sempre a 1 m de distância da margem e a distância entre elas correspondia a mais de 100 m. Para a obtenção das três amostras de cada estação também respeitou-se a distância de cerca de 2 m entre cada uma delas.

Os animais foram coletados com o auxílio de uma peneira de metal acoplada a uma haste de madeira de 1,5 m de comprimento, a qual era mergulhada até atingir a porção superficial do fundo do rio e todo o material obtido foi armazenado em potes de plástico, devidamente identificado, juntamente com a água do local, para posterior separação dos moluscos. Esse procedimento era repedido cinco vezes para cada amostra. Todo esse material foi encaminhado para o Laboratório de Biologia do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Piauí, IFPI Picos.

As coletas dos moluscos foram realizadas com Autorização para Atividades com Finalidade Científica N° 60423-1, emitida pelo Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade (SISBIO).

Além da amostragem dos moluscos, em cada estação de coleta os dados ambientais como temperatura da água e profundidade da margem do rio foram coletados com auxílio de termômetro e fita métrica, respectivamente, e anotados em planilhas de campo. Em campo também era feita a Avaliação Rápida do Corpo D'água (APÊNDICE A), seguindo metodologia adaptada de Bizzo, Menezes e Andrade (2014), Callisto et al. (2002) e Guimarães, Rodrigues e Malafaia (2012) para caracterização ambiental dos pontos. Para isso foi considerando: 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; altura da lâmina d'água e temperatura da água. Cada estação avaliada foi classificada mensalmente em natural, com alterações reduzidas, moderadas e extremas conforme somatório da pontuação atribuída durante a amostragem (APÊNDICE A). Esses dados ambientais serviram de base para inferências sobre os fatores que podem interferir na abundância, diversidade e contaminação de moluscos dos açudes analisados.

Os dados referentes à pluviosidade da região foram obtidos no site 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 aconteceu a separação dos moluscos do substrato em que estavam aderidos, a classificação de vivos e mortos, além da identificação dos caramujos em menor nível taxonômico possível e contagem.

Os caramujos foram mantidos em potes de plástico com água desclorada, alimentados com alface e uma mistura de areia e calcário em pó e expostos à luz artificial incandescente por um período de quatro horas por dia em uma estufa para que a temperatura se mantivesse em torno de 35 a 38°C, objetivando a liberação de cercárias. Após esse período, a água dos potes era analisada em microscópio estereoscópio para observação dos trematódeos. Esse procedimento de exposição à luz foi realizado três vezes (em três dias consecutivos), para garantir que os moluscos contaminados liberassem o parasito.

Caso as cercárias fossem encontradas, acontecia a retirada delas desse líquido com auxílio de uma pipeta Pasteur e armazenamento em tubos tipo *Eppendorf*, os quais eram submetidos ao aquecimento em banho-maria a uma temperatura de 70° C durante cinco minutos para que os parasitas morressem. Após esse período o excesso de água era retirado do *Eppendorf*, também com a pipeta *Pasteur*, e uma solução de formalina a 4% era adicionada para preservação do material. As imagens das cercárias foram obtidas com o auxílio de um microscópio acoplado à uma câmera, para identificação dos tipos cercarianos, realizada com base em Pinto e Melo (2013) e especialistas na área.

### 4.4 Análise dos dados

Os dados foram analisados, e tabelas e gráficos foram construídos para melhor apresentação dos mesmos. Além disso, foram realizadas análises estatísticas para verificação de diferenças na abundância dos moluscos entre os meses e estações estudados.

A normalidade dos dados foi testada pelo teste Shapiro Wilker 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 as estações avaliadas e, havendo diferença significativa ( $P \leq 0,05$ ), o teste *a posteriori* utilizado foi o de Kolmogorov-Smirnov.

Foi realizado também o teste de correlação entre a abundância de cada espécie e fatores ambientais como temperatura média da água (°C), profundidade média da

margem do rio (cm) e precipitação média de região (mm). O programa utilizado para as análises foi o SYSTAT® 12.

## 5 RESULTADOS

### 5.1 Monitoramento dos moluscos

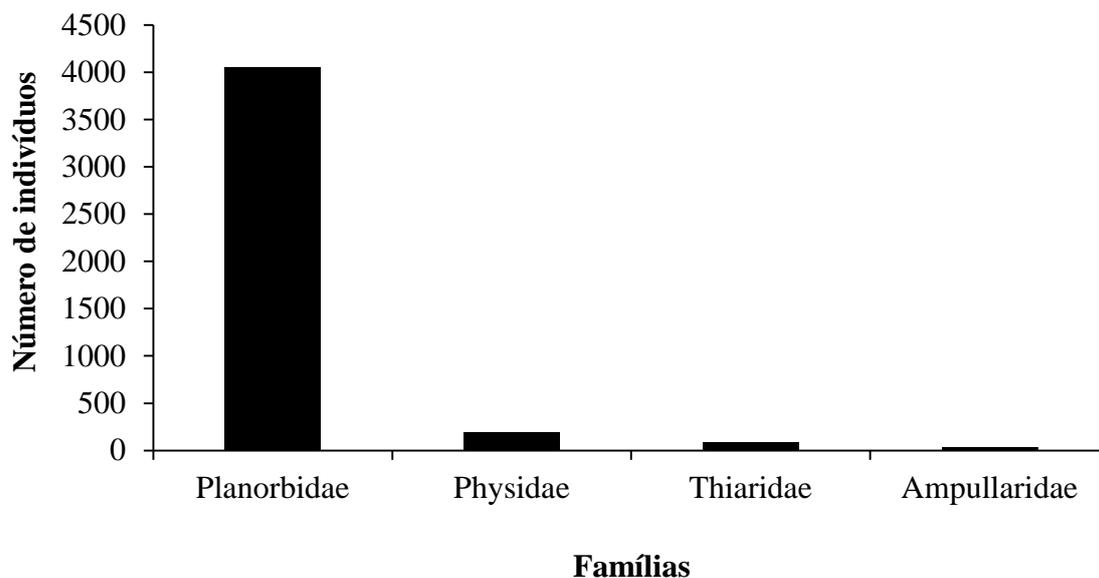
Durante os 10 meses de coletas foram amostrados um total de 5.779 moluscos. Destes, 4.378 (75,75%) indivíduos encontravam-se vivos e 1.401 (24,24%) estavam mortos, sendo registrados apenas pela presença das conchas. Esses animais mortos não foram considerados nos resultados desta pesquisa.

Os animais vivos foram distribuídos em cinco famílias, quatro delas pertencentes à classe Gastropoda: Ampullariidae, Planorbidae, Physidae e Thiaridae; além da classe Bivalvia, esta representada por apenas um indivíduo que não foi identificado em menores níveis taxonômicos.

A família Planorbidae foi a mais abundante com 4.053 indivíduos (92,57%), seguida da família Physidae, com 197 (4,49%), Thiaridae, com 90 (2,05 %) e família Ampullariidae com 37 deles (0,84%) (FIG. 1).

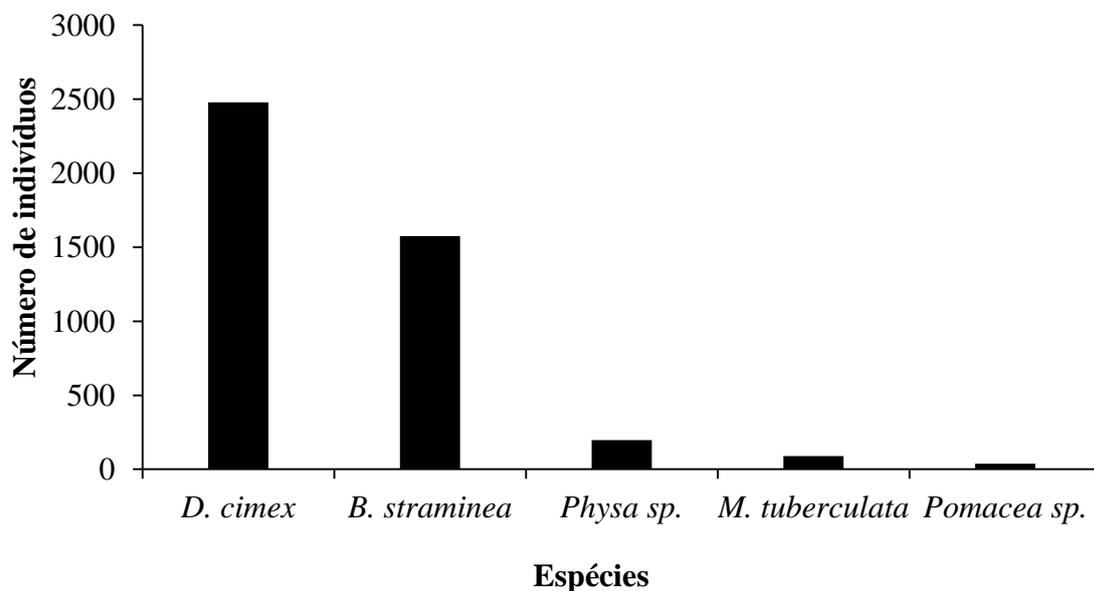
Dentre os gastrópodes, a classe mais representativa da pesquisa, foi possível identificar cinco espécies: *Drepanotrema cimex* (Moricand, 1839) (Planorbidae), a espécie mais abundante, com 2.479 indivíduos (min. = 0; máx. = 834; média =  $16,52 \pm 78,28$ ); seguida de *B. straminea* (Planorbidae), com 1.574 indivíduos (min. = 0; máx. = 153; média =  $10,49 \pm 23,03$ ); *Physa* sp. (Physidae), com 197 exemplares (min. = 0; máx. = 37; média =  $1,31 \pm 4,18$ ); *M. tuberculata* (Müller, 1774) (Thiaridae), com 90 indivíduos (min. = 0; máx. = 14; média =  $0,60 \pm 2,07$ ); e *Pomacea* sp. (Ampullariidae) com 37 (min. = 0; máx. = 4; média =  $0,24 \pm 0,69$ ) (FIG. 2 e 3).

**Figura 1** - Abundância das famílias da classe Gastropoda encontradas no leito do Rio Guaribas, município de Picos, Piauí, entre os meses de julho de 2017 a abril de 2018.



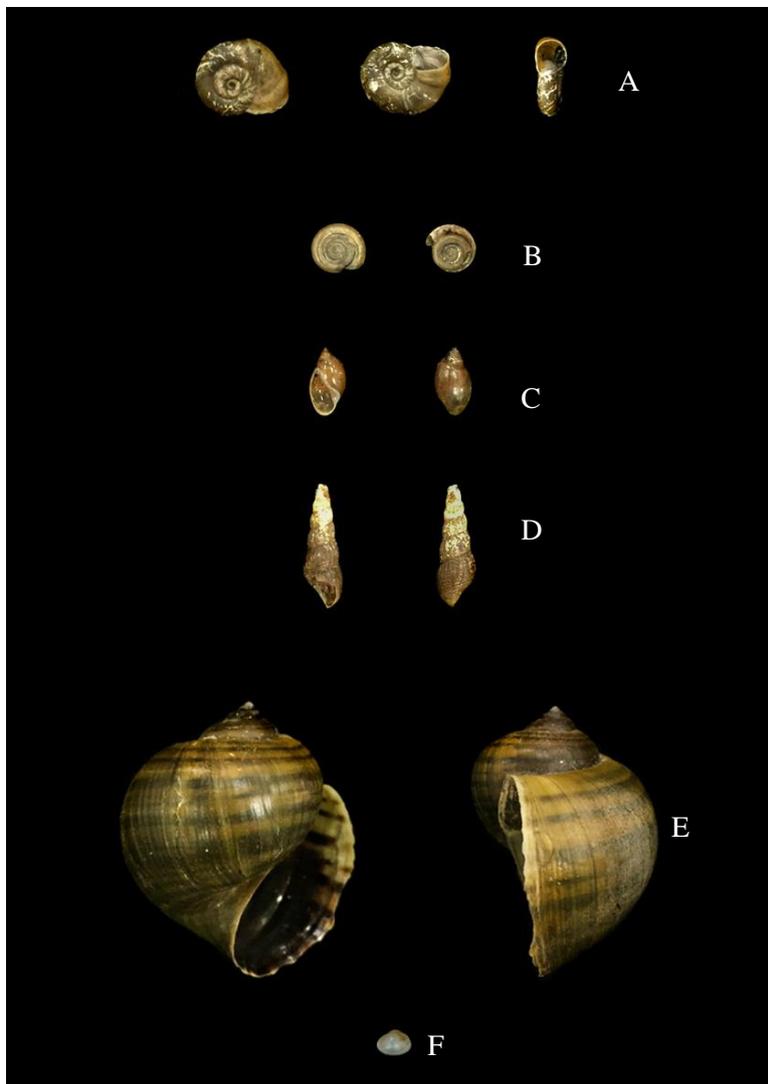
Fonte: Elaborada pela autora (2018).

**Figura 2** - Abundância das espécies de Mollusca, classe Gastropoda, encontradas no leito do Rio Guaribas, município de Picos, Piauí, entre os meses de julho de 2017 a abril de 2018.



Fonte: Elaborada pela autora (2018).

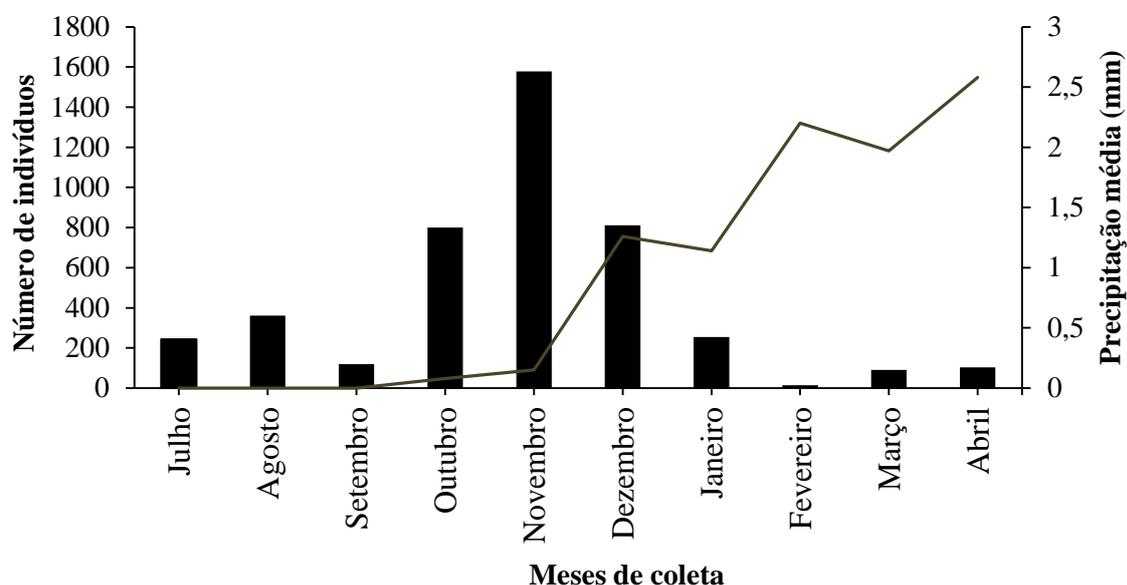
**Figura 3** – Imagem de representantes de Mollusca encontrados no leito do Rio Guaribas, município de Picos, Piauí, entre os meses de julho de 2017 a abril de 2018. A: *Biomphalaria straminea*; B: *Drepanotrema cimex*; C: *Physa* sp.; D: *Melanooides tuberculata*; E: *Pomacea* sp.; F: Bivalvia.



**Fonte:** Elaborado por Emerson Castro (2018).

Com relação à abundância dos gastrópodes entre os meses amostrados, o mês de novembro de 2017 se destacou com o maior número de indivíduos ( $n = 1.579$ ; mín. = 0; máx. = 834; média =  $17,54 \pm 92,56$ ), seguido de dezembro deste mesmo ano ( $n = 811$ ; mín. = 0; máx. = 329; média =  $9,01 \pm 44,88$ ); outubro ( $n = 800$ ; mín. = 0; máx. = 117; média =  $8,89 \pm 21,56$ ) e agosto ( $n = 361$ ; mín. = 0; máx. = 37; média =  $4,01 \pm 7,53$ ). Fevereiro de 2018 foi o mês que apresentou o menor número de moluscos, no entanto merece destaque, pois nele houve a coleta do único bivalve da pesquisa (FIG. 4).

**Figura 4** – Distribuição da abundância dos moluscos amostrados no leito do Rio Guaribas, município de Picos, Piauí, entre os meses de julho de 2017 a abril de 2018 e a precipitação média do local (mm).

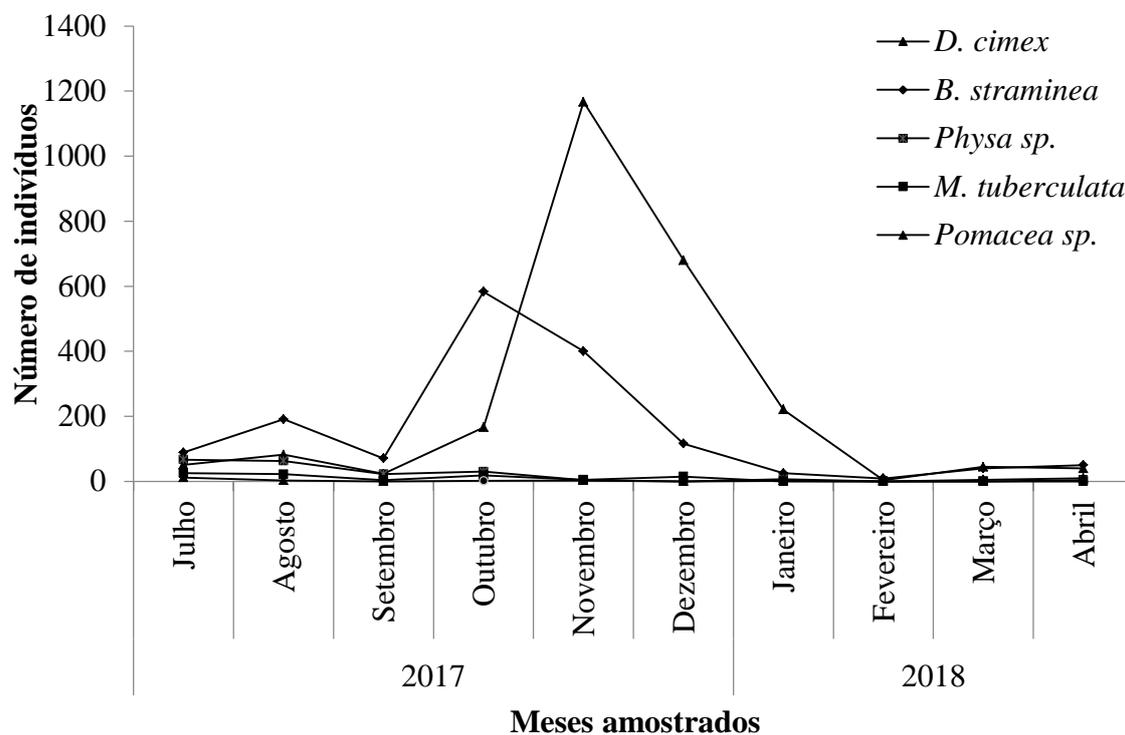


**Fonte:** Elaborada pela autora (2018).

*Biomphalaria straminea* foi a mais abundante em todos os meses amostrados, exceto nos meses de novembro, dezembro e janeiro, nos quais *D. cimex* apresentou-se em maior número (FIG. 5), sendo o mês de outubro para *B. straminea* o de maior representatividade ( $n = 583$ ; mín. = 0; máx. = 117; média =  $38,86 \pm 37,39$ ) e o de fevereiro o que se obteve o menor número de indivíduos ( $n = 9$ ; mín. = 0; máx. = 3; média =  $0,6 \pm 1,12$ ) (FIG. 6A).

Para essa espécie obteve-se diferença significativa na abundância entre os meses amostrados ( $X^2 = 35,31$ ; g.l. = 9;  $P \leq 0,05$ ), sendo a abundância desses moluscos no mês de outubro de 2017 diferente de todos os meses amostrados ( $P \leq 0,05$ ), exceto de novembro ( $P = 0,16$ ). A abundância de *B. straminea* do mês de agosto de 2017 também diferiu-se da dos demais meses amostrados ( $P \leq 0,05$ ), com exceção setembro ( $P = 0,065$ ) e novembro de 2017 ( $P = 0,894$ ); a do mês de julho diferiu-se de dezembro ( $P = 0,022$ ) e fevereiro ( $P = 0,006$ ); e a do mês de novembro foi diferente da dos meses de janeiro ( $P = 0,065$ ) e fevereiro ( $P = 0,006$ ).

**Figura 5** – Distribuição da abundância de cada espécie de Gastropoda amostrada entre os meses de julho de 2017 e abril de 2018 no leito do Rio Guaribas, município de Picos, Piauí.



**Fonte:** Elaborada pela autora (2018).

Para *D. cimex* os meses de destaque foram: novembro de 2017 ( $n = 1.187$ ; mín. = 0; máx. = 834; média =  $77,8 \pm 216,65$ ); seguido de dezembro do mesmo ano ( $n = 680$ ; mín. = 0; máx. = 329; média =  $45,33 \pm 104,11$ ); janeiro de 2018 ( $n = 221$ ; mín. = 0; máx. = 100; média =  $14,73 \pm 27,59$ ); e outubro de 2017 ( $n = 166$ ; mín. = 0; máx. = 58; média =  $11,06 \pm 16,33$ ) (FIG. 5B). Fevereiro de 2018 foi o de menor abundância também para essa espécie ( $n = 4$ ; mín. = 0; máx. = 3; média =  $0,26 \pm 0,79$ ) (FIG. 6B).

Houve também diferença significativa na abundância de *D. cimex* entre os meses amostrados ( $X^2 = 30,28$ ; g.l. = 9;  $P \leq 0,05$ ), com a abundância da espécie no mês de agosto de 2017 diferente da do mês de setembro ( $P = 0,006$ ) e dezembro do mesmo ano ( $P = 0,022$ ) e fevereiro de 2018 ( $P = 0,001$ ). A Abundância da espécie no mês de julho também foi diferente dos meses citados ( $P = 0,001$ ;  $P = 0,006$ ;  $P \leq 0,05$ , respectivamente); e a de fevereiro diferiu de outubro ( $P = 0,006$ ) e janeiro ( $P = 0,006$ ).

*Physa sp.* foi amostrada em maior número nos meses de julho ( $n = 67$ ; mín. = 0; máx. = 37; média =  $4,46 \pm 9,35$ ) e agosto de 2017 ( $n = 63$ ; mín. = 0; máx. = 16; média =

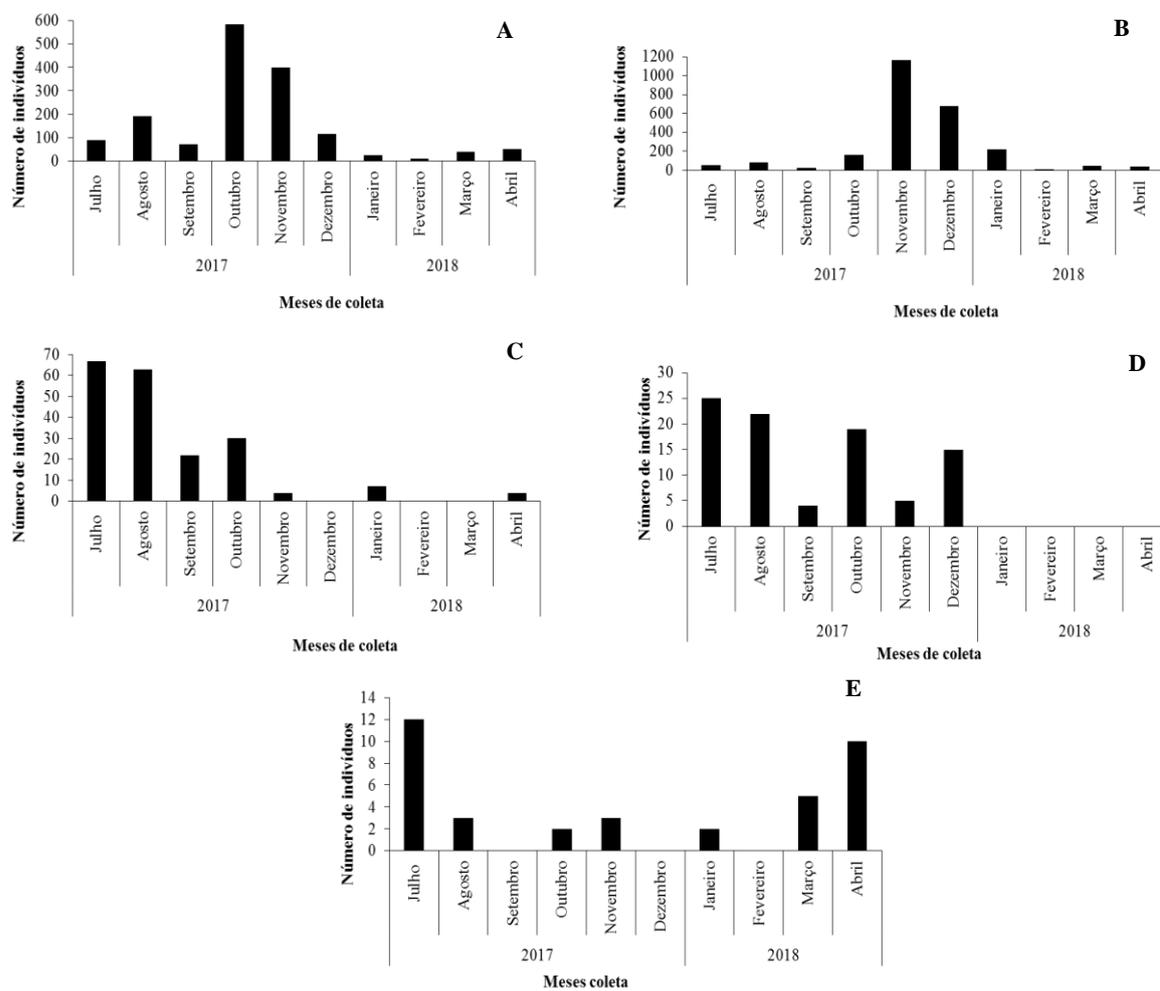
4,2 ± 6,12), não sendo encontrada nos meses de dezembro de 2017, fevereiro e março de 2018 (FIG. 6C). A diferença na abundância de *Physa* sp. entre os meses também foi significativa ( $X^2 = 49,77$ ; g.l. = 9;  $P \leq 0,05$ ). Sendo a do mês de agosto diferente de todos os meses amostrados ( $\leq 0,05$ ), exceto setembro ( $P = 0,160$ ) e outubro ( $P = 0,160$ ). A abundância da espécie no mês de julho diferiu de abril ( $P = 0,022$ ), novembro ( $P = 0,022$ ), dezembro ( $P = 0,006$ ), fevereiro ( $P = 0,006$ ) e março ( $P = 0,006$ ). E dezembro diferiu de janeiro ( $P \leq 0,05$ ).

*Melanoides tuberculata* não foi amostrado no ano de 2018, e teve sua maior abundância no mês de julho de 2017 ( $n = 25$ ; mín. = 0; máx. = 10; média = 1,66 ± 2,96) (FIG. 6D). A diferença na abundância entre os meses para esta espécie também foi significativa ( $X^2 = 30,73$ ; g.l. = 9;  $P \leq 0,05$ ), diferindo todos os meses de 2017 ( $P \leq 0,05$ ).

*Pomacea* sp. apresentou maior abundância também no mês de julho de 2017 ( $n = 12$ ; mín. = 0; máx. = 4; média = 0,8 ± 1,37) e abril de 2018 ( $n = 10$ ; mín. = 0; máx. = 3; média = 0,6 ± 0,89), não sendo amostrada em setembro, dezembro de 2017 e fevereiro de 2018 (FIG. 6E). A diferença na abundância entre os meses para esta espécie foi significativa ( $X^2 = 25,98$ ; g.l. = 9;  $P = 0,002$ ), com o mês de dezembro diferindo de janeiro e março ( $P \leq 0,05$ , respectivamente); a do mês de março de 2018 diferiu de fevereiro ( $P \leq 0,05$ ); e setembro diferindo-se de todos os meses, exceto de dezembro e fevereiro ( $P = 1,0$ ).

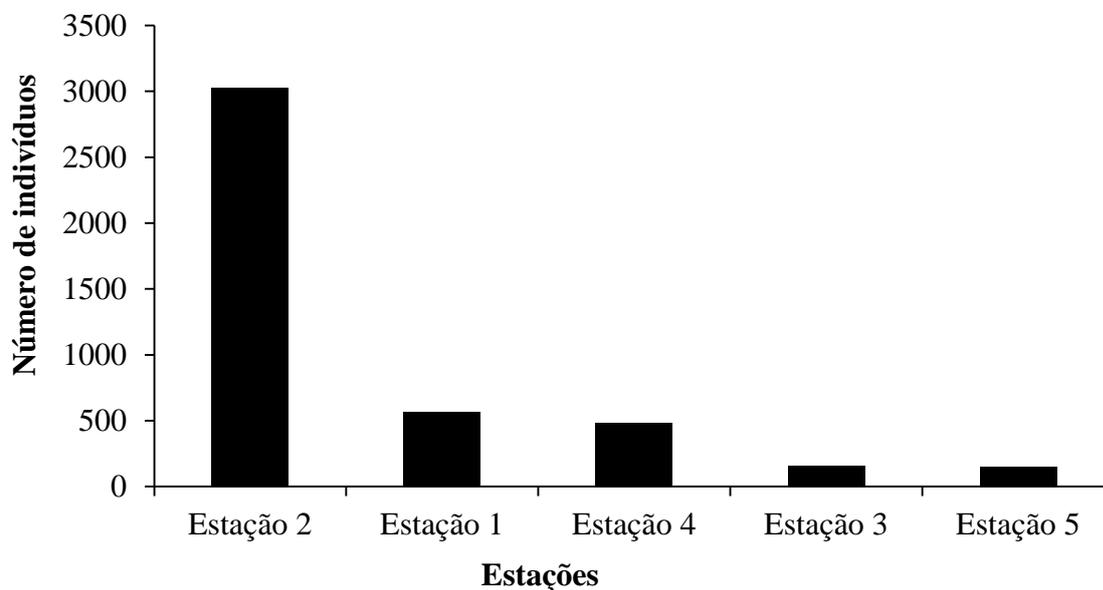
Com relação às cinco estações estabelecidas ao longo do rio Guaribas para a amostragem dos moluscos, verificou-se também variação na abundância, com a Estação 2 (Bairro Passagem das Pedras) sendo a com maior número de moluscos ( $n = 3.028$ ; (min. = 0; máx. = 834; média = 16,82 ± 72,97); seguida da Estação 1 (Bairro Canto da Várzea) ( $n = 564$ ; min. = 0; máx. = 117; média = 3,13 ± 12,44); Estação 4 (Bairro Boa Sorte) ( $n = 479$ ; min. = 0; máx. = 70; média = 2,66 ± 9,23); Estação 3 (Bairro Centro) ( $n = 159$ ; min. = 0; máx. = 17; média = 0,88 ± 2,42); e, por fim, a Estação 5 (Bairro Ipueiras) ( $n = 148$ ; min. = 0; máx. = 27; média = 0,82 ± 2,8), a com menor abundância desses animais (FIG. 7). A diferença significativa na abundância dos moluscos não ocorre somente entre os meses amostrados, mas também entre as estações de coleta ( $X^2 = 31,29$ ; g.l. = 4;  $P \geq 0,05$ ).

**Figura 6** - Abundância das espécies de Gastropoda amostradas entre os meses de julho de 2017 e abril de 2018 no leito do Rio Guaribas, município de Picos, Piauí. A: *B. straminea*; B: *D. cimex*; C: *Physa* sp.; D: *M. tuberculata*; E: *Pomacea* sp.



Fonte: Elaborado pela autora (2018).

**Figura 7** - Abundância dos moluscos amostrados em cada estação estabelecida no leito do Rio Guaribas, município de Picos, Piauí, entre os meses de julho de 2017 a abril de 2018. 1: Bairro Canto da Várzea; 2: Bairro Passagem das Pedras; 3: Bairro Centro; 4: Bairro Boa Sorte; 5: Bairro Ipueiras.



Fonte: Elaborado pela autora (2018).

A maior concentração de moluscos na Estação 2 se dá pela elevada abundância de moluscos da espécie *D. cimex*. A mesma representou mais do que o dobro da soma de todas as espécies das outras estações ( $n = 2.130$ ; min. = 0 ; máx. = 834; média =  $71 \pm 165,58$ ); seguida do *B. straminea* ( $n = 713$ ; min. = 0; máx. = 153; média =  $23,77 \pm 36,27$ ); *Physa sp.* ( $n = 123$ ; min. = 0; máx. = 37; média =  $4,10 \pm 7,95$ ); *M. tuberculata* ( $n = 51$ ; min. = 0; máx. = 14; média =  $1,7 \pm 3,48$ ); e *Pomacea sp.* ( $n = 11$ ; min. = 0; máx. = 3; média =  $0,37 \pm 0,76$ ) (FIG. 8).

A Estação 1, apresentou a segunda maior abundância ( $n = 564$ ), com destaque para a espécie *B. straminea*, com 403 indivíduos (min. = 0; máx. = 117; média =  $13,43 \pm 27,11$ ), seguida de *D. cimex* ( $n = 125$ ; min. = 0; máx. = 30; média =  $4,17 \pm 8,45$ ), *Physa sp.* ( $n = 28$ ; min. = 0; máx. = 10; média =  $0,93 \pm 2,05$ ); *Pomacea sp.* ( $n = 5$ ; min. = 0; máx. = 1; média =  $0,17 \pm 0,38$ ); e *M. tuberculata* ( $n = 2$ ; min. = 0; máx. = 1; média =  $0,07 \pm 0,25$ ) (FIG. 8). Foi nessa estação em que o único bivalve da pesquisa foi amostrado.

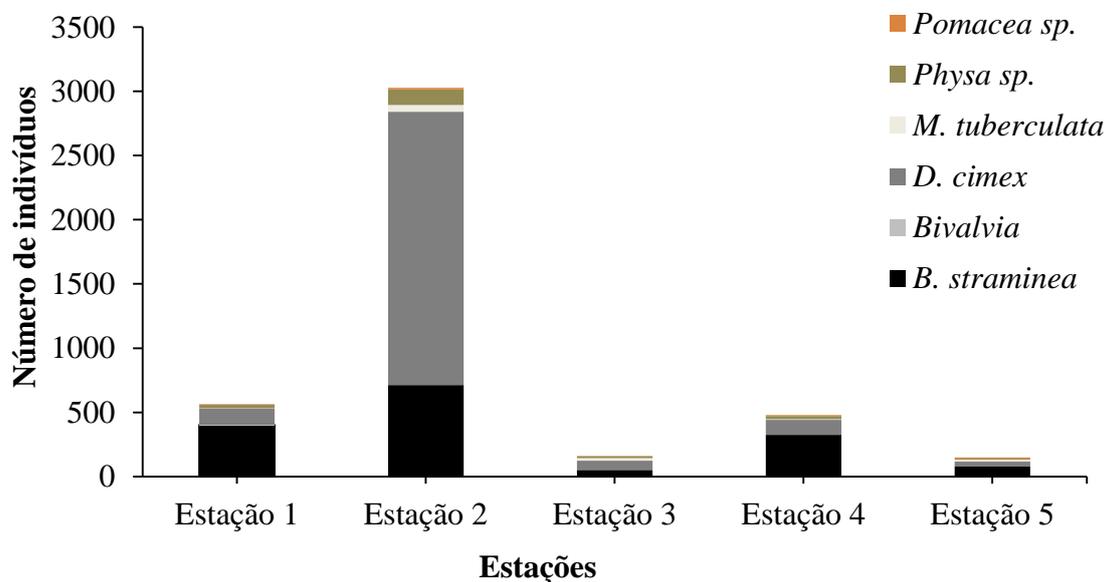
A Estação 4 ( $n = 479$ ) apresentou o mesmo padrão da anteriormente descrita com, *B. straminea* sendo a espécie mais abundante ( $n = 324$ ; min. = 0; máx. = 70; média

=  $10,8 \pm 17,40$ ); seguida de *D. cimex* (n = 118; min. = 0; máx. = 58; média =  $3,93 \pm 10,96$ ); *Physa* sp. (n = 24; min. = 0; máx. = 16; média =  $0,8 \pm 2,95$ ); *Pomacea* sp. (n = 8; min. = ; máx. = ; média =  $\pm$ ) e *M. tuberculata* (n = 5; min. = 0; máx. = 3; média =  $0,27 \pm 0,70$ ) (FIG. 8).

Dentre todas as estações amostradas, a Estação 3, foi a que apresentou-se com maior número de meses sem amostragem de nenhum espécime (setembro, dezembro de 2017 e fevereiro de 2018), mesmo assim a quantidade de moluscos ainda foi representativa (n = 159; min. = 0; máx. = 17; média =  $0,88 \pm 2,42$ ), com a maior abundância para a espécie *D. cimex* (n = 71; min. = 0; máx. = 17; média =  $2,37 \pm 4,27$ ), seguida de *B. straminea* (n = 52; min. = 0; máx. = 0; média =  $1,56 \pm 2,50$ ), *M. tuberculata* (n = 19; min. = 0; máx. = 10; média =  $0,63 \pm 2,18$ ), *Physa* sp. (n = 15; min. = 0; máx. = 6; média =  $0,5 \pm 14,32$ ) e *Pomacea* sp. (n = 2; min. = 0; máx. = 1; média =  $0,07 \pm 0,25$ ) (FIG. 8).

Já a Estação 5, foi a que apresentou o menor número de moluscos (n = 148; min. = 0; máx. = 27; média =  $0,82 \pm 2,81$ ), com *Pomacea* sp. sendo a espécie mais representativa com um número de indivíduos dessa espécie quando comparado com as demais estações (n = 11; min. = 0; máx. = 4; média =  $0,37 \pm 1,04$ ). Na Estação 5 *B. straminea* foi a espécie mais abundante (n = 82; min. = 0; máx. = 27; média =  $2,73 \pm 5,72$ ), seguida de *D. cimex* (n = 35; min. = 0; máx. = 12; média =  $1,17 \pm 2,30$ ); *M. tuberculata* (n = 13; min. = 0; máx. = 9; média =  $0,43 \pm 1,72$ ) e *Physa* sp. (n = 7; min. = 0; máx. = 6; média =  $0,23 \pm 1,11$ ) (FIG. 8).

**Figura 8** - Abundância dos *taxa* de Mollusca amostradas em cada estação estabelecida no leito do Rio Guaribas, município de Picos, Piauí, entre os meses de julho de 2017 a abril de 2018. 1: Bairro Canto da Várzea; 2: Bairro Passagem das Pedras; 3: Bairro Centro; 4: Bairro Boa sorte; 5: Bairro Ipueiras.



**Fonte:** Elaborado pela autora (2018).

Com relação à comparação da abundância de cada espécie amostrada entre as Estações, notou-se que o número de indivíduos de *B. straminea* sempre ultrapassa as das outras espécies, exceto na Estação 2, na qual houve predominância de *D. cimex*. Para *B. straminea*, a Estação 2 correspondeu ao local de maior abundância ( $n = 713$ ) e a Estação 3, o de menor amostragem da mesma ( $n = 52$ ) (FIG. 9). Quando feita a análise estatística verificou diferença significativa na abundância de *B. straminea* entre as estações estudadas ( $X^2 = 27, 24$ ; g.l. = 4;  $P = 0,05$ ), sendo a Estação 3 diferente das Estações 2 e 4 ( $P = 0,001$ ;  $P = 0,026$ , respectivamente) e a abundância da Estação 2 diferente da 5 ( $P = 0,001$ ).

Embora *D. cimex* tenha sido a espécie de maior abundância de todo o estudo, a dominância em relação às outras espécies ocorreu apenas na Estação 2 ( $n = 2.130$ ) (FIG. 10). A diferença no número de indivíduos dessa espécie entre as Estações também foi significativa ( $X^2 = 16,09$ ; g.l. = 4;  $P = 0,003$ ), sendo a abundância da espécie na Estação 2 diferente de todas as demais Estações ( $P \leq 0,05$ ).

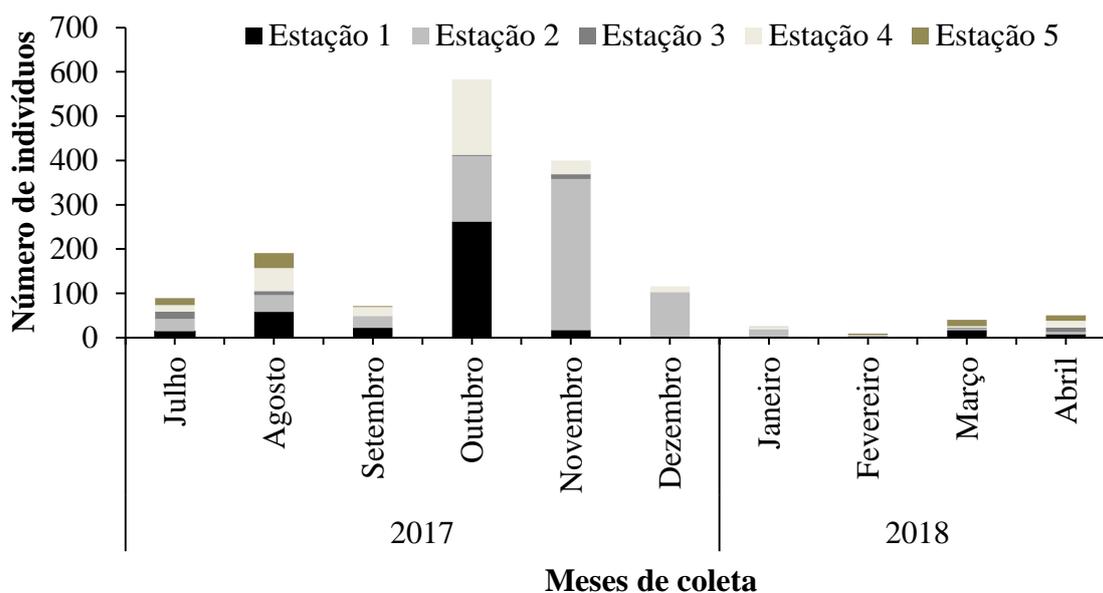
Os moluscos da espécie *Physa sp.* foram coletados em todas as Estações visitadas, sendo mais abundante também na Estação 2 ( $n = 123$ ) e menos abundante na

Estação 5 (n = 7) (FIG.11). A abundância dessa espécie entre as Estações mostrou-se significativamente diferente ( $X^2 = 15,25$ ; g.l. = 4;  $P = 0,004$ ), com a Estação 2 diferindo-se de todas as outras Estações exceto a Estação 1 ( $P = 0,334$ ).

*Melanoides tuberculata* foi amostrado em maior número também na Estação 2 (n = 51) e menor abundância na Estação 1 (n = 2). Essa diferença na abundância entre as estações foi identificada por meio da análise estatística ( $X^2 = 15,74$ ; g.l. = 4;  $P = 0,003$ ) (FIG.12). Apesar do Teste de Kruskal-Wallis ter apresentado diferença significativa na abundância de *M. tuberculata* entre as estações, o teste *a posteriori* Kolmogorov Smirnov não conseguiu identificar entre quais estações houve essa diferença.

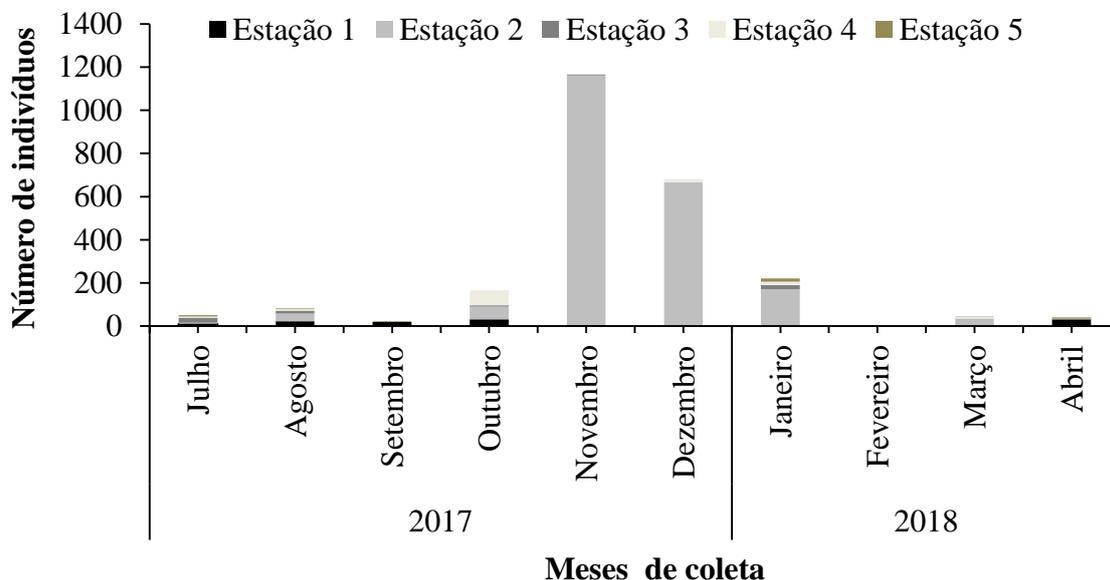
*Pomacea* sp. foi a espécie menos representativa, sendo as Estações 2 e 5 as que apresentaram maior número de indivíduos (n = 11) e a Estação 3 a com menor abundância (n = 2) (FIG.13). Não houve diferença significativa na abundância da espécie entre as estações amostradas ( $X^2 = 3,40$ ; g.l. = 4;  $P = 0,493$ ).

**Figura 9** - Abundância de *Biomphalaria straminea* em cada estação estabelecida no leito do Rio Guaribas, município de Picos, Piauí, entre os meses de julho de 2017 a abril de 2018. 1: Bairro Canto da Várzea; 2: Bairro Passagem das Pedras; 3: Bairro Centro; 4: Bairro Boa sorte; 5: Bairro Ipueiras.



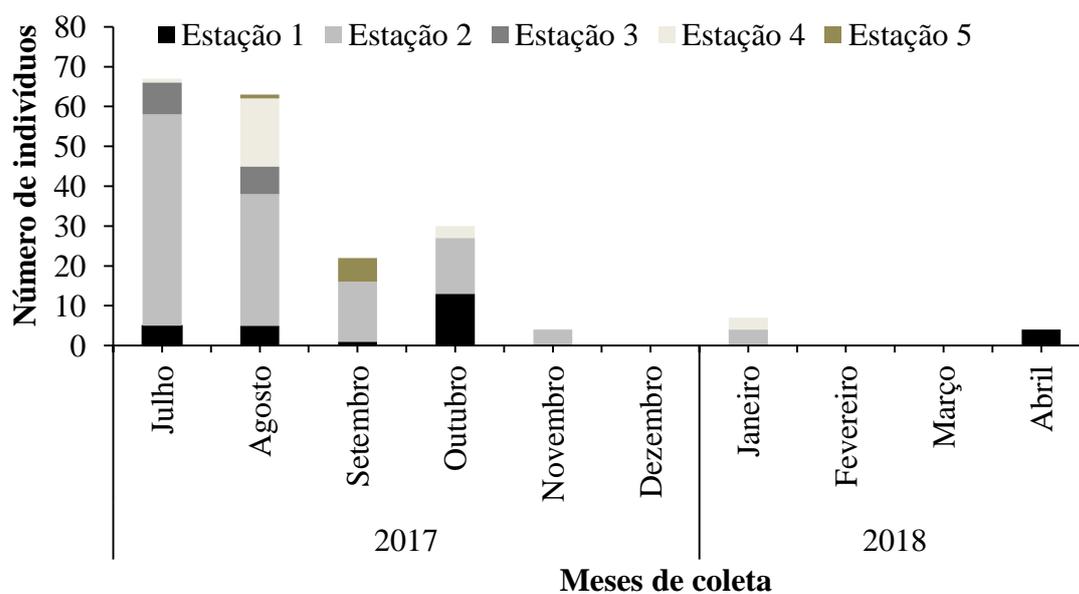
**Fonte:** Elaborada pela autora (2018).

**Figura 10** - Abundância de *Drepanotrema cimex* em cada estação estabelecida no leito do Rio Guaribas, município de Picos, Piauí, entre os meses de julho de 2017 a abril de 2018. 1: Bairro Canto da Várzea; 2: Bairro Passagem das Pedras; 3: Bairro Centro; 4: Bairro Boa sorte; 5: Bairro Ipueiras.



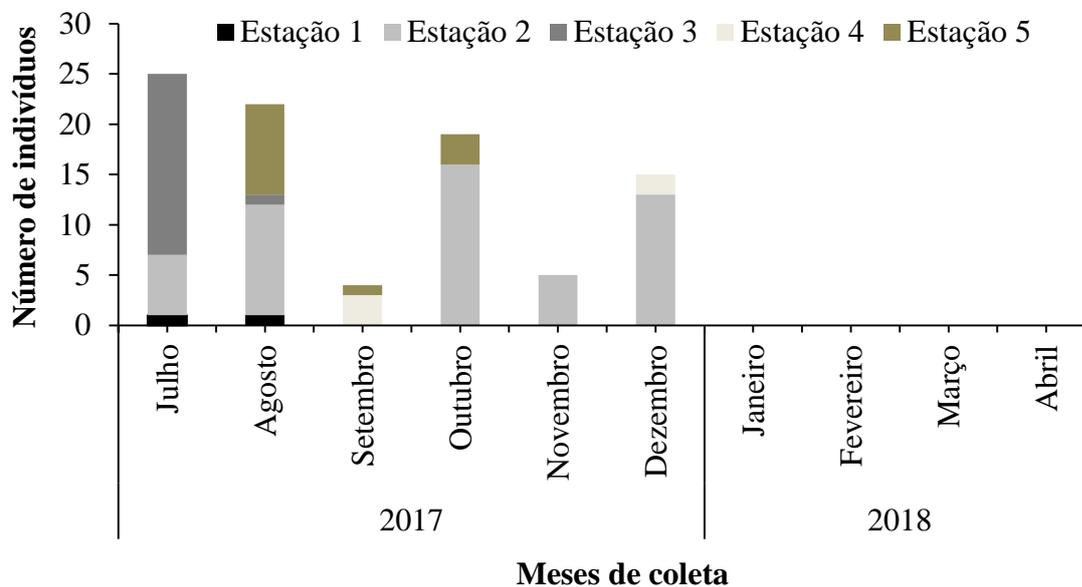
Fonte: Elaborada pela autora (2018).

**Figura 11** - Abundância de *Physa* sp. em cada estação estabelecida no leito do Rio Guaribas, município de Picos, Piauí, entre os meses de julho de 2017 a abril de 2018. 1: Bairro Canto da Várzea; 2: Bairro Passagem das Pedras; 3: Bairro Centro; 4: Bairro Boa sorte; 5: Bairro Ipueiras.



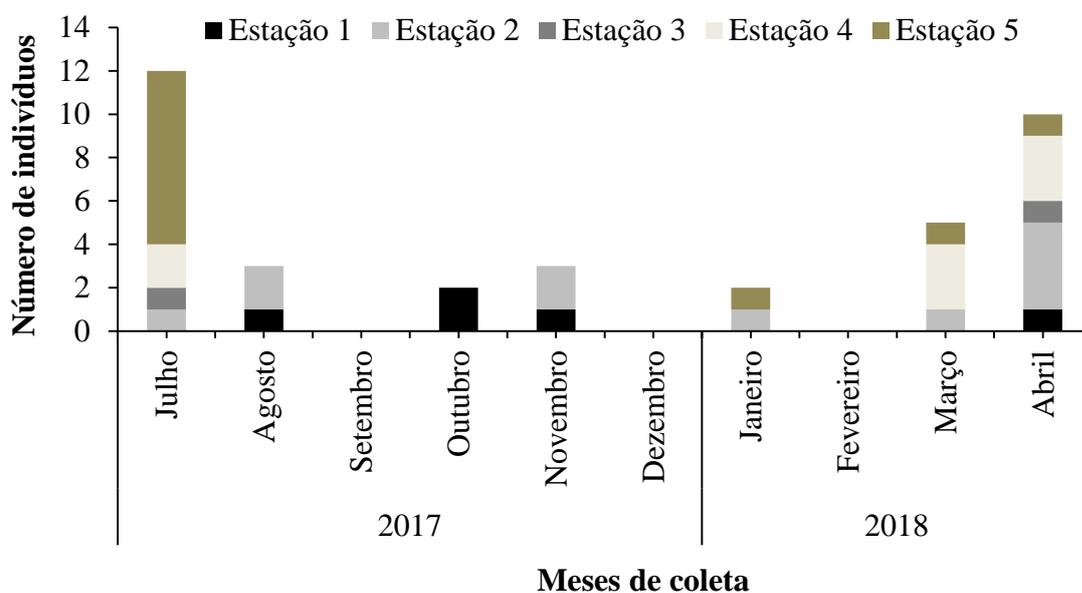
Fonte: Elaborada pela autora (2018).

**Figura 12** - Abundância de *Melanoides tuberculata* em cada estação estabelecida no leito do Rio Guaribas, município de Picos, Piauí, entre os meses de julho de 2017 a abril de 2018. 1: Bairro Canto da Várzea; 2: Bairro Passagem das Pedras; 3: Bairro Centro; 4: Bairro Boa sorte; 5: Bairro Ipueiras.



Fonte: Elaborada pela autora (2018).

**Figura 13** - Abundância de *Pomacea* sp. em cada estação estabelecida no leito do Rio Guaribas, município de Picos, Piauí, entre os meses de julho de 2017 a abril de 2018. 1: Bairro Canto da Várzea; 2: Bairro Passagem das Pedras; 3: Bairro Centro; 4: Bairro Boa sorte; 5: Bairro Ipueiras.



Fonte: Elaborada pela autora (2018).

## 5.2 Monitoramento de alguns fatores ambientais

Com relação aos fatores ambientais como temperatura da água (°C), profundidade da margem (cm) e a precipitação média (mm), observou-se variação entre os meses amostrados (TAB. 1). Com relação ao primeiro fator, os meses que apresentaram os maiores valores médios foram: outubro de 2017 (média = 31,2; min. = 30; máx. = 32;), setembro de 2017 (média = 31,2; min. = 29; máx. = 33;), novembro (média = 29,0; min. = 28; máx. = 30) e dezembro do mesmo ano (média = 29,2; min. = 28; máx. = 30) (TAB. 1). Estes meses (setembro à dezembro de 2017), corresponderam aos meses de maior temperatura registradas para a cidade segundo INMET (2018).

Com relação à profundidade média da margem do Rio Guaribas, o mês março de 2018 foi o que apresentou maior profundidade (média = 19; min. = 4; máx. = 30), seguido de abril (média = 18,3; min. = 12; máx. = 25), fevereiro e janeiro (TAB. 1). Esses meses corresponderam ao de maior precipitação na região, com destaque para o mês de abril de 2018 (média = 2,58 cm), seguido de fevereiro (média = 2,20 cm) e março (média = 1,97 cm) (TAB. 1).

Quando foi realizado o teste de correlação entre esses fatores ambientais e a abundância de cada espécie amostrada, verificou-se que essa relação varia entre elas, podendo ser positiva ou negativa dependendo das especificidades de cada uma das espécies.

Para a temperatura, *B. straminea* e *D. cimex* apresentaram correlação positiva enquanto *M. tuberculata*, *Physa* sp. e *Pomacea* sp., correlação negativa (TAB. 2). Isso significa que para as duas primeiras espécies, quanto maior a temperatura maior a abundância e para as três últimas, o contrário ocorre: quanto maior a temperatura menor a abundância delas.

A profundidade por sua vez tem uma correlação negativa com todas as espécies avaliadas (TAB. 3). O aumento da profundidade do rio é decorrente do aumento na precipitação média da região a qual também foi testada independentemente e mostrou-se como um parâmetro que influencia negativamente a abundância das espécies de moluscos, exceto para *Pomaceae* sp. que apresentou correlação positiva com o aumento das chuvas (TAB. 3). Com isso, os resultados permitem afirmar que quanto maior a profundidade menor a abundância das espécies; fenômeno perceptível nos meses de janeiro, fevereiro, março e abril de 2018, os de maior profundidade.

**Tabela 1** - Resultado da média da temperatura da água (°C), profundidade da margem (CM), precipitação e temperatura do ar dos meses de coleta do Rio Guaribas, município de Picos, Piauí.

ANO	MÊS	TEMPERATURA MÉDIA DA COLUNA D'ÁGUA (°C)	PROFUNDIDADE DA MARGEM (cm)	PRECIPITAÇÃO MÉDIA (mm)*	TEMPERATURA DO AR (°C)*
2017	Julho	26,40	9,4	0,00	26,96
	Agosto	25,20	8,40	0,00	30,64
	Setembro	31,20	7,50	0,00	31,50
	Outubro	31,20	8,60	0,08	32,54
	Novembro	29,00	8,40	0,15	31,21
	Dezembro	29,20	7,20	1,26	30,16
2018	Janeiro	27,60	11,30	1,14	27,52
	Fevereiro	27,80	13,10	2,20	26,35
	Março	23,70	19,00	1,97	26,55
	Abril	27,80	18,30	2,58	25,57

**Fonte:** Elaborada pela autora. Dados disponibilizados pelo INMET (2018) ) (<http://sisdagro.inmet.gov.br/sisdagro/app/monitoramento/bhs>).

**Tabela 2** - Resultado do teste de correlação entre a abundância de cada espécie de gastrópoda e a temperatura média da água (°C) dos pontos de coleta do Rio Guaribas, município de Picos, Piauí.

<b>ESPÉCIES</b>	<b>COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO</b>
<i>Biomphalaria straminea</i>	0.268
<i>Drepanotrema cimex</i>	0.116
<i>Melanoides tuberculata</i>	-0.043
<i>Physa</i> sp.	-0.079
<i>Pomacea</i> sp.	-0.093

**Fonte:** Elaborada pela autora (2018).

**Tabela 3** - Resultado do teste de correlação entre a abundância de cada espécie de gastrópoda e a profundidade média (cm) dos pontos de coleta do Rio Guaribas, município de Picos, Piauí.

<b>ESPÉCIES</b>	<b>COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO</b>
<i>Biomphalaria straminea</i>	-0.169
<i>Drepanotrema cimex</i>	-0.104
<i>Melanoides tuberculata</i>	-0.141
<i>Physa</i> sp.	-0.039
<i>Pomacea</i> sp.	-0.013

**Fonte:** Elaborada pela autora (2018).

**Tabela 4** - Resultado do teste de correlação entre a abundância de cada espécie de gastrópoda e a precipitação média (mm) do município de Picos, Piauí.

<b>ESPÉCIES</b>	<b>COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO</b>
<i>Biomphalaria straminea</i>	-0.289
<i>Drepanotrema cimex</i>	-0.073
<i>Melanoides tuberculata</i>	-0.210
<i>Physa</i> sp.	-0.269
<i>Pomacea</i> sp.	0.038

**Fonte:** Elaborada pela autora (2018).

### 5.3 Avaliação rápida do corpo d'água

As estações estudadas apresentaram alteração reduzida no mês de outubro, mudando para alteração moderada no mês seguinte e voltando para alteração reduzida nos próximos meses. Em abril de 2018 foi notado a condição natural para o rio.

No mês de julho as Estações 1, 3, 5 e 4 exibiram alteração reduzida enquanto que na Estação 2, a alteração foi de forma moderada. No referido mês percebeu-se a ação humana sobre o local através de alteração de origem doméstica com despejo de esgoto, lixo de forma acentuada. Também se observou que a água da Estação 4 era opaca, resultado da poluição do local.

Para o mês de agosto de 2017 as alterações foram reduzidas nas Estações 5, 3 e 4. As Estações 1 e 2 apresentaram alteração moderada. Neste mês, a Estação 3 apresentou alteração acentuada com despejo de esgoto e lixo de origem doméstica, trechos com solo exposto ou sem vegetação. Já na Estação 1 notou-se essa alteração acentuada principalmente pela erosão próxima às margens do rio e assoreamento em seu leito e também pela presença de dejetos humanos e de animais. Nas Estações 3 e 5, por sua vez, a alteração ambiental foi moderada.

Em setembro 2017, na Estação 2, a alteração foi acentuada, com observação de erosão próxima, desmatamento e presença de dejetos humanos nas margens e corpo d'água. Odor de esgoto no substrato e na água das Estações 1 e 2 foi também bastante notável. Já a Estação 4, apresentou alteração leve.

As Estações 2 e 4 no mês de outubro apresentaram alteração reduzida e condição natural, respectivamente. Já as Estações 5 e 3 apresentaram alteração moderada. Em novembro houve alteração elevada para a Estação 1, reduzida para as Estações 4 e 3 e moderada, para a 5. Neste mês, para a Estação 2, observou-se alteração elevada devido a ocorrência de desmatamento e modificação da margem, alteração na coloração da água e uma maior presença de pedaços de troncos, pedras, folhas e plantas aquáticas.

Durante o mês de novembro a Estação 5 merece destaque pois sofreu com alterações antrópicas de forma representativa, com deposição de lixo e esgoto de forma acentuada.

Em dezembro a alteração foi reduzida para as Estações 4, 5 e 3. Na Estação 4 houve desmatamento e a presença acentuada de lixo e esgoto bem como animal em decomposição, trechos com solo exposto ou vegetação eliminada, presença de dejetos humanos e de animais e margens modificadas, curso alterado.

Em janeiro de 2018 a Estação 5 voltou à condição ambiental natural e na 4 foi possível notar desmatamento e presença acentuada de lixo, esgoto e animal em decomposição, trechos com solo exposto ou vegetação eliminada, presença de dejetos humanos e de animais e margens modificadas, curso alterado, além do substrato lamoso em todos meses de coleta, o que o fez ser caracterizado com alteração elevada.

Para o mês de fevereiro do corrente ano os efeitos das alterações sobre a Estação 4 diminuíram e esta foi caracterizada como apresentando alteração reduzida. Já para a Estação 5, diferente do mês anterior foi possível visualizar erosão próxima e/ou nas margens do rio e assoreamento de seu leito. Na Estação 2 não foi percebida alteração antrópica do entorno e o desmatamento da mata ciliar como em meses anteriores. Já na Estação 1 notou-se erosão das margens, com deposição de esgotos na coluna d'água, além do depósito de pedaços de madeira, pedras, coloração da água modifica.

Em março de 2018 a condição natural se estabeleceu na Estação 5 com presença de grande quantidade de plantas aquáticas e ausência de odores na água e substrato. Alterações reduzidas foram observadas na Estação 4, principalmente relacionadas à ação antrópica no entorno.

No mês de abril de 2018 a alteração Estação 4 foi moderada como registro de presença de animais domésticos. O aumento das chuvas contribuiu para a alteração ser reduzida na Estação 5, em que se notou com facilidade a presença de plantas aquáticas. A Estação 1 teve uma representativa extensão da mata ciliar em decorrência das chuvas de verão que ocorreram na região. Para a Estação 2 houve presença de grande quantidade de plantas aquáticas e dejetos humanos e de animais. Observou-se também alteração de origem doméstica (esgoto, lixo) de forma acentuada e ausência de plantas aquáticas.

#### **5.4 Pesquisa das cercárias**

Durante todo o período de amostragem e exposição dos moluscos à luz em laboratório, foram obtidas cercárias apenas dos animais da espécie *Biomphalaria straminea*, coletados nos meses de outubro e novembro de 2017 e abril de 2018, com nenhuma delas sendo de *S. mansoni*. Entretanto, três tipos cercarianos puderam ser identificados: echinostoma, distoma longifurcada faringeada e distoma brevifurcada faringeada (FIG. 13). O mês de outubro de 2017 foi o que apresentou dois dos três tipos cercarianos (distoma brevifurcada faringeada e distoma longifurcada faringeada), enquanto que

em novembro de 2017 e abril de 2018, foi observada a liberação de apenas um tipo cercariano (echinostoma).

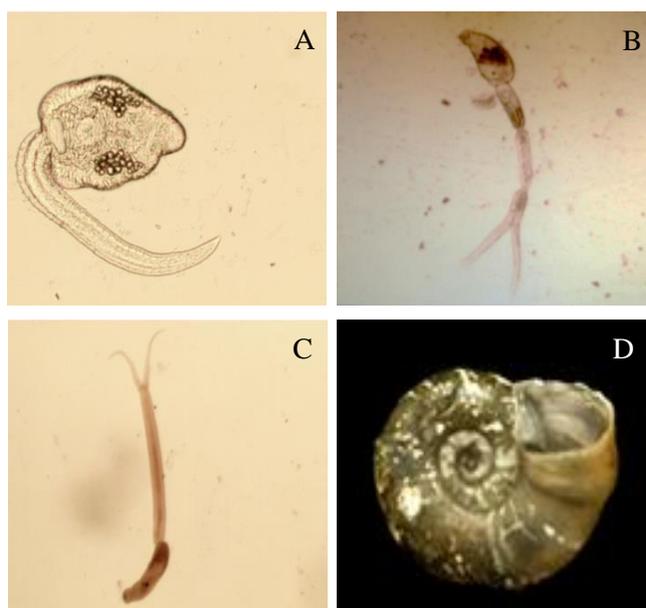
Os diferentes tipos de cercárias foram encontrados em moluscos das Estações 1 (Bairro Canto da Várzea), 3 (Centro) e 4 (Bairro Boa Sorte) (TAB. 5). A Estação 1 foi a que apresentou mais tipos cercarianos, sendo encontrado os três tipos amostrados no presente estudo. Nas Estações 3 e 4 apenas um tipo foi encontrado (equinostoma) (TAB. 5).

**Tabela 5** – Tipos cercarianos liberados por *B. straminea* de acordo com o mês e estação instalada no leito do Rio Guaribas, município de Picos, Piauí. Estação 1: Bairro Canto da Várzea; Estação 2: Bairro Passagem das Pedras; Estação 3: Bairro Centro; Estação 4: Bairro Boa sorte; Estação 5: Bairro Ipueiras. 1: Presente; 0: Ausente.

TIPO CERCARIANO	MÊS/ANO DE LIBERAÇÃO			ESTAÇÃO				
	OUT/17	NOV/17	ABR/18	1	2	3	4	5
Distoma brevifurcada faringeada	1	0	0	1	0	0	0	0
Distoma longifurcada faringeada	1	0	0	1	0	0	0	0
Echinostoma	0	1	1	1	0	1	1	0

**Fonte:** Elaborada pela autora (2018).

**Figura 14** – Tipos cercarianos liberados por *Biomphalaria straminea* amostrados no leito do Rio Guaribas, município de Picos, Piauí, entre os meses de julho de 2017 a abril de 2018. A: Equinostoma; B: Distoma longifurcada faringeada; C: Distoma brevifurcada faringeada; D: *B. straminea*.



**Fonte:** Elaborada pela autora (2018).

## 6 DISCUSSÃO

### 6.1 Ecologia dos moluscos

A malacofauna amostrada no presente estudo foi bastante representativa o que indica que o rio amostrado oferece as condições necessárias para que os indivíduos das várias famílias do filo sejam mantidos. De acordo com Miranda et al. (2016), ambientes alterados apresentam uma riqueza maior de moluscos, o que corrobora os dados obtidos, principalmente quando consideramos as várias modificações sofridas pelo rio Guaribas acompanhadas durante o monitoramento, especialmente às causadas pela ação antrópica.

A variação na abundância das espécies entre os meses amostrados, com o período seco apresentando maior número de indivíduos que o período chuvoso, observado também por Souza et al. (2008), é justificável pois, com as chuvas, aumenta-se o fluxo de água no rio e, conseqüentemente, há maior velocidade na correnteza, impedido que os animais se fixem na vegetação, o que provoca o transporte deles para outros pontos (ABÍLIO, 2006; 2007; ANDRADE et al., 2010; THIEGO; FERNANDEZ, 2008; TIBIRIÇA, 2006). Segundo Paraense (1972), durante esse processo de transporte, muito moluscos morrem em função da fricção da água com pedras, areias e demais materiais que estejam no rio.

Além disso, a diminuição no número de moluscos com o aumento da precipitação na região reflete a influência negativa da profundidade sobre os animais também detectada na pesquisa. Ela pode ser explicada pelo fato de que o aumento na quantidade de água do rio Guaribas faz com que ocorra um extravasamento lateral das margens, fazendo com que elas atinjam áreas que, antes da sua intensificação, encontravam-se secas, com vegetação ainda terrestre, caracterizando-se como ambientes novo para colonização desses animais, ou seja sem as condições necessárias para sua instalação pelo pouco tempo de formação.

Essa afirmação corrobora Paraense (1972) quando defende que as inundações e perturbações decorrentes da chuva provoca, na maioria dos casos, o despovoamento dos criadouros onde os animais residem no período seco, diminuindo assim sua abundância no período chuvoso. Maltchik (1999) reforça essa ideia afirmando que a cheia dos rios pode reduzir a população desses animais à quase zero.

No entanto, para Kretzschmar e Heckman (1995) algumas espécies da família Ampullariidae respondem de maneira contrária, tendo sua reprodução favorecida com a inundação ao aproveitarem o aumento das chuvas para realização da deposição de seus

ovos. Os caramujo do gênero *Pomacea*, são considerados anfíbios pois podem enterrar-se no substrato lamoso, resistindo a dessecação e só surgir após o início das chuvas (THIEGO et al. 2011) e isso foi observado no presente trabalho e confirmado Santos e Calil (2010) que destacaram que indivíduos de *Pomacea* podem viver em águas rasas, sob altas temperaturas, enterrando-se durante a seca.

Os períodos sem chuva também correspondem aos mais quentes e a temperatura foi citada por Martín, Díaz e Rumi (2013) como um fator importante para a sobrevivência dos moluscos, logo, a correlação positiva encontrada entre a abundância das espécies com temperaturas mais altas no rio Guaribas se confirma.

Dentre as famílias levantadas no estudo, Planorbidae foi a que encontrou no rio Guaribas as condições mais favoráveis para sua sobrevivência e dispersão. Os fatores que podem justificar esse sucesso são: presença de água rasa, com vegetação aquática flutuante, substrato lodoso, áreas abertas, sem sombreamento decorrente do desmatamento das margens e temperatura alta da água em virtude da constante incidência de luz. Paraense (1972) e Coimbra-Junior e Santos (1986) apontaram essas condições como determinantes para os planorbídeos, juntamente com a alta capacidade desses animais a se adaptarem às diferentes condições ambientais, o que explica o seu estabelecimento em todas as Estações do referido corpo d'água.

Considerando as particularidades das espécies de Planorbidae amostradas, a ocorrência de *B. straminea* no rio Guaribas justifica-se pela presença de matéria orgânica em abundância, a sua pouca correnteza, boa iluminação e substrato lamoso de acordo com o que já foi descrito por Paraense (1972). Já *D. cimex* é favorecida pelo despejo de esgotos, conforme já mencionado por Silva et al. (1994); substrato lamoso e macrófitas aquáticas, destacadas por Bueno-Silva e Fischer (2005). Ainda segundo Silva et al. (1994) a presença de *D. cimex* indica a presença do *Biomphalaria*, o que subsidia o fato de ter havido ao longo de todos os meses de coleta a predominância dessas duas espécies. França, Suriani e Rocha (2007) destacam em um dos seus trabalhos que *B. straminea* mostra-se mais abundante no período seco, que é um período em que a profundidade é menor. Isso foi confirmado no presente estudo visto que essa espécie apresentou correlação negativa com a profundidade, ou seja, quanto maior a profundidade menor a abundância dela.

A ocorrência tanto de *B. straminea* como de *D. cimex* requer atenção da população em geral e do poder público, devido às mesmas serem hospedeiros intermediários de trematódeos de importância médico-veterinária (BORGES; LEMOS;

FERRETE, 2008; BRASIL, 2008). Essa atenção deve ser redobrada, principalmente considerando o fato do município de Picos ser: i) considerado endêmico para a esquistossomose; ii) área de intensa migração de pessoas; iii) carente de obras de saneamento básico. Essas características são indicadas como facilitadoras da permanência e propagação de doença, pois o trematódeo encontram as condições favoráveis para manutenção do seu ciclo (BARBOSA; SILVA; BARBOSA, 1996).

Com relação ao gênero *Physa*, Pointier e David (2004 *apud* MIRANDA et al., 2016) afirmaram que a baixa abundância desses moluscos é frequente nos levantamentos da malacofauna e ocorre em virtude da sua estrutura corpórea. No entanto no presente estudo, a espécie mostrou-se bastante representativa e isso pode ser explicado pela sua afinidade com ambientes sem correnteza, conforme afirmam Miranda et al. (2016), condição característica dos pontos amostrados nos meses sem chuva. Essa informação pode ser reforçada quando analisa-se os meses chuvosos, nos quais não houve ocorrência da espécie desse gênero, consequência do aumento da correnteza do rio avaliado.

Coimbra-Junior e Santos (1986) e Souza et al. (2006) destacam em seus trabalhos que os locais mais propícios à ocorrência de espécimes da família Physidae são os com deposição de esgotos. Nas Estações avaliadas isso é uma constante, principalmente na Estação 2, que apresentou alterações extremas para praticamente todos os meses de amostragem, proveniente dos despejos de esgoto doméstico vindo das habitações instaladas às margens do rio e que não possuem saneamento básico, cujos efluentes são jogados diretamente no mesmo, o que contribui para este ser o local com maior abundância da espécie *Physa* sp.

A espécie *M. tuberculata* ocorreu em todas as estações amostradas principalmente porque esses locais apresentaram vegetação reduzida ou ausente, elevada quantidade de matéria orgânicas e encontrarem-se modificadas pela ação do homem, confirmando Silva et al. (1994) e Calazans et al. (2009) que apontaram esses fatores como favoráveis à espécie. Além disso, pelo fato dela se reproduzir por partenogênese, sua dispersão ao longo do curso do rio é facilitada, pois trata-se de um modo de reprodução rápido e que proporciona a geração de muitos descendentes (JESUS, 2007), resultando em um acelerado reestabelecimento da população, principalmente após as chuvas (ABÍLIO, 2002).

De acordo com a análise do corpo d'água, as estações por apresentarem macrófitas ou vegetação anfíbia ao longo do percurso amostrado favoreceram o

estabelecimento dos moluscos. A influência dessas plantas já foi apontada por Andrade, Santiago e Medeiro (2008) como um fator importante para a riqueza e abundância da malacofauna. A presença delas contribui para o aumento da diversidade taxonômica, abundância e densidade de espécimes de molusco, pois servem de alimento e/ou sustentação a esses animais (FERNANDEZ, THIEGO, 2007), além reduzirem a competição entre eles (SANTANA et al., 2009).

As condições ambientais das Estações 1, 3, 4 e 5 se mostraram semelhantes ao longo dos meses estudados, com destaque para o desmatamento da vegetação ciliar e a deposição de esgoto e lixo como os mais importantes para a instalação dos moluscos. O tipo de substrato do rio também reflete sobre a abundância dos animais desse grupo (ABÍLIO et al., 2007). No caso do rio Guaribas o substrato lamoso favorece o estabelecimento das espécies, confirmando Sá et al. (2013) que afirmam que o substrato pedregoso está diretamente relacionado à ausência de moluscos.

## 6.2 Pesquisa de cercarias

A pesquisa sobre a presença de trematódeos em planorbídeos, acontece principalmente no intuito do encontro do *S. mansoni*, já que o mesmo é de grande importância médica. No entanto, outros trematódeos também utilizam planorbídeos como hospedeiros intermediários durante seus ciclos de vida (PINTO; MELO; 2013). No presente estudo não houve o registro de nenhuma cercária de *S. mansoni*, mas de outros tipos, os quais estão sendo registrados pela primeira vez para o estado do Piauí.

Um dos tipos cercarianos identificado, distoma brevifurcada faringeada, pode se desenvolver em trematódeos pertencente a família Clinostomidae os quais são parasitas de cavidade oral das aves durante a fase de rédia e a fase de formação da metacercaria ocorre em peixes com registros de infecção ocasional por cercarias em seres humanos (PINTO, MELO, 2013).

Segundo esses mesmos autores, o outro tipo cercariano encontrado em moluscos do rio Guaribas, distoma longifurcada faringeada, pode se desenvolver em esporocistos das famílias Diplostomidae e Strigeidae. As metacercárias dessas famílias são formadas em anelídeos, peixes, moluscos ou anfíbios e, quando adultas, são parasitos intestinais de aves e mamíferos. As estrigeocercárias possuem corpo alongado, porém estreito, cauda incompleta, estreita e longifurcada, ventosa oral alongada subterminal (SILVA; MELO, 2013), provavelmente corresponde à encontrada nos moluscos de rio Guaribas.

Já o tipo cercariano *Echinostoma* pode se desenvolver em rédias da família Echinostomatidae e Psilostomidae e, durante a fase de cercaria parasitam aves, peixe e anfíbios (PINTO; MELO, 2013). As cercarias da família Echinostomatidae, a observada nessa pesquisa, apresentam cauda longa com extremidade afiladas, corpo também alongado sendo a parte terminal larga, com a extremidade anterior afilada, colar cefálico, com espinhos na parte dorsal, assim como na parte lateral (SILVA; MELO, 2013).

Todos os tipos cercarianos obtidos na presente pesquisa foram registrados por Silva e Melo (2013), no entanto para outras espécies do gênero *Biomphalaria*, encontradas em locais de deposição água de Ouro Branco, Minas Gerais. Assim como Souza e Melo (2012), que encontraram equinostoma e estrigeocercarias (tipo cercariano distoma longifurcada faringeada) em *B. glabrata* de coleções hídricas de sistemas lóticos e lênticos na cidade de Mariana, estado de Minas Gerais. Contudo, Souza et al. (2010) em sua pesquisa no Pernambuco, encontrou as famílias Eschinostomatidae e Spirochiidae, em moluscos da espécie *B. straminea*, como o resultado obtido na presente pesquisa.

Souza e Melo (2012) concluíram ainda que havia diferença morfológica na cauda das cercarias, com alguns espécimes apresentando cauda simples e outros, bifurcada. Além disso, constataram que as primeiras eram liberadas durante a noite, enquanto que as outras, após a fotoestimulação. Isso é um indicativo que elas possuem atividade de liberação específica e que estudos mais aprofundados devem ser realizados para constatar se o mesmo ocorre para as populações que ocorrem no rio Guaribas.

O fato dos moluscos da Estação 1 ter apresentado todos os tipos cercarianos pode ser explicado pelo referido local possuir condições propícias ao desenvolvimento desses parasitas, como a deposição de fezes de origem humana, assim como presença de animais como anfíbios, répteis, aves e mamíferos, estes últimos tanto silvestres quanto domésticos. Além disso, nele uma grande incidência luminosa foi percebida devido ao desmatamento nos arredores. De acordo com Achiorno e Martorelli (2016), a liberação das cercárias, assim como sua maturação dependem dos fatores como temperatura, qualidade da luz e da água o que reforça a explicação dada sobre a Estação 1 e suas condições para manutenção do ciclo desses parasitos.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo chama a atenção para a diversidade e abundância de moluscos encontrados no rio Guaribas, com confirmação de espécies de importância médica e veterinária. Isso evidencia a necessidade do monitoramento permanente a fim de detectar e controlar a presença, principalmente de *S. mansoni* nos caramujos. Embora no presente estudo não tenha sido encontrado cercárias do referido trematódeo, encontrou-se outros tipos que podem estar associados à infecção de menor importância em humanos.

Amplia-se a importância dos resultados obtidos quando considera-se as relações ecológicas desses invertebrados vetores de parasitoses com o ambiente em que foram encontrados. Principalmente porque ficou evidente que a falta de saneamento ambiental e a intensa atividade humana predatória nas margens do rio Guaribas fornece condições ideais para o desenvolvimento desses animais e, conseqüentemente, a instalação e manutenção de focos da doença caso haja contaminação pelos trematódeos. Soma-se a esses agravantes o intenso fluxo de pessoas de várias regiões do Brasil que circulam pelo município que podem trazer o parasita, provocando a (re)infecção pela esquistossomose, como também outros tipos de doenças relacionadas com caramujos e veiculadas pela água.

Assim, políticas para melhorias no saneamento básico e também em educação em saúde da população são de suma importância para do município que oferece todas as condições para a manutenção dessa doença.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABÍLIO, F. J. P. et al. **Gastrópodes e outros invertebrados bentônicos do sedimento litorâneo e associados a macrófitas aquáticas em açudes do semi-árido paraibano, nordeste do Brasil**. 2002. 179 p. Tese (Doutor em Ciências) - Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2002.

ABÍLIO, F. J. P. et al. Gastrópodes e outros invertebrados bentônicos do sedimento e associado a *Eichhornia crassipes* de um açude hipertrófico do semi-árido paraibano. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 6, n. 1, p. 165-178, 2006.

ABÍLIO, F. J. P. et al. Macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores de qualidade ambiental de corpos aquáticos da caatinga. **Revista Oecologia Brasiliensis**, v. 11, n. 3, p. 397-409, 2007.

ACHIORNO, C. L.; MARTORELLI, S. R. Effect of temperature changes on the cercarial-shedding rate of two trematodes. **Revista Periódico Iheringia - Série Zoologia**, v. 106, p. 1-5, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/1678-4766e2016020>>. Acesso em: 04 de jun. de 2018.

ALBUQUERQUE, M. Os moluscos. In: Projeto BioMar PT, **Identificação das espécies de moluscos não indígenas da Costa Portuguesa**. Guia técnico. Paço de Arcos: Instituto Português do mar e da atmosfera, 2016. p. 37-80.

ALMEIDA, B. R. et al. Levantamento malacológico de moluscos do gênero *Biomphalaria*, no Distrito de Anutiba - Alegre, ES, Brasil. **Revista de Geografia**, v. 6, n. 1, p. 71-81, 2016.

ANDRADE, H. T. A.; SANTIAGO, A.S.; MEDEIROS, J.F. Estrutura da comunidade de invertebrados bentônicos com enfoque nos insetos aquáticos do rio Piranhas-Assu, Rio Grande do Norte, Nordeste do Brasil. **Revista EntomoBrasilis**, v.1, n.3, p.51-56, 2008.

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**, v. 1, p. 16-26, 2010.

BIZZO, M. R. O.; MENEZES, J.; ANDRADE, S. F. **Protocolo de Avaliação Rápida de Rios**. Caderno de Estudos Geoambientais – CADEGEO. v. 04, p. 05-13. 2014.

BARBOSA, C. S.; SILVA, C. B.; BARBOSA, F. S. Esquistossomose: reprodução e expansão da endemia no Estado de Pernambuco no Brasil. **Revista Saúde Pública**, v. 30, n. 6, p. 609-16, 1996.

BARBOSA, M. P. et al. Estudo da degradação das terras: município de Picos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 8., 2007, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2007. p. 4.357- 4.363.

BORGES, E. A.; LEMOS, J. C.; FERRETE J. A. Fauna de moluscos (*Biomphalaria*) vetores da esquistossomose mansônica nos cursos d'água do assentamento de reforma

agrária Ezequias dos Reis, no Município de Araguari – MG. **Revista Horizonte científico**, v. 2, n. 5, p. 1- 25 2008.

BOAVENTURA, M. F. et al. Formas larvais de Trematoda provenientes de gastrópodes límnicos da microrregião Rio de Janeiro, sudeste do Brasil. **Revista Lundiana**, v.3, n.1, p. 45-49, 2002.

BRASIL. **Vigilância e controle de moluscos de importância epidemiológica diretrizes técnicas**: Programa de Vigilância e Controle da Esquistossomose (PCE). 2. ed., Brasília: Ministério da Saúde/Secretaria de Vigilância em Saúde/Departamento de Vigilância Epidemiológica., 2008.

\_\_\_\_\_. **Doenças infecciosas e parasitárias**: guia de bolso. 8. ed. rev. Brasília: Ministério da Saúde/ Secretaria de Vigilância em Saúde/ Departamento de Vigilância Epidemiológica; 2010.

\_\_\_\_\_. **Vigilância da Esquistossomose Mansonii**: diretrizes técnicas. 4. ed. Brasília: Ministério da Saúde/Secretaria de Vigilância em Saúde/Departamento de Vigilância Epidemiológica. 2014.

BUENO-SILVA, M.; FISCHER, M. L. Dinâmica populacional de *Drepanotrema cimex* (Moricand, 1839) (Mollusca: Basommatophora: Planorbidae) no Parque Barigüi, Curitiba, Paraná, Brasil. **Revista Biotemas**, v. 18, n. 2, 2005.

CALAZANS, P. A. Caracterização preliminar da comunidade de macroinvertebrados bentônicos no médio curso do Rio de Contas – Ipiatã - Bahia. In: Congresso de Ecologia do Brasil, 9, 2009, São Lourenço, **Anais...** São Lourenço, 2009.

CALLISTO, M. et al. Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ). **Acta Limnológica Brasiliensis**. v. 14, n. 1, p. 91 – 98, 2002.

CARVALHO, L. D.; FONSECA, M. G. Variação sazonal de *Biomphalaria straminea* (Mollusca, Planorbidae) em três localidades de importância epidemiológica no município de Picos, Piauí. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA II SEMINÁRIO DE DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO E INOVAÇÃO, 19, 2010, Teresina. **Anais...** Teresina: Universidade Federal do Piauí. 2010.

CARVALHO, O. S. et al. **Moluscos Brasileiros de Importância Médica**. 2. ed. Belo Horizonte: FIOCRUZ/Centro de Pesquisas René Rachou, 2014.

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

COLLEY, E.; SIMONE, L. R. L.; SILVA, J. L. Uma viagem pela história da Malacologia. **Revista Estudos de Biologia: Ambiente e Diversidade**, v. 34, n. 83, p. 175-190, 2012.

CONCEIÇÃO, M. M. et al. Aspectos hídricos e epidemiológicos da transmissão da esquistossomose em área turística de Alagoas. **Revista Interfaces Científicas - Saúde e Ambiente**, v. 4, n. 2, p. 35-42, 2016.

CORREIA, J. M. S. et al. Malacofauna limnética da ecorregião aquática Xingu-Tapajós. In: CASTILHOS, Z. C.; BUCKUP, P. A. A. **Ecorregiões Aquáticas Xingu-Tapajós**. Rio de Janeiro: CETEM, p. 139, 2012.

ESCH, G. W.; BARGER, M. A.; FELLIS, K. J. The Transmission of Digenetic Trematodes: Style, Elegance, Complexity. **Periódico Integrative and Comparative Biology (ICB)**, v. 42, n. 2, p. 304–312, 2002. Disponível em: <<https://doi.org/10.1093/icb/42.2.304>>. Acesso em: 11 maio. 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, 2007.

FERNANDEZ, M. A. et al. A família Ampullariidae no Brasil: aspectos morfológicos, biológicos e taxonômicos. In: Ecos do XIX Encontro Brasileiro de Malacologia, 19., 2011, Rio de Janeiro. **Tópicos em Malacologia**, 2011.

FERNANDEZ, M. A. et al. Gastrópodes límnicos invasores: morfologia comparada. In: MANSUR, M.C.D. et al. (Ed). **Moluscos límnicos invasores no Brasil: biologia, prevenção, controle**. Porto Alegre: Redes Editora Ltda, 2012. Cap. 9, p. 125-136.

FRANÇA, R. S.; SURIANI, A. L.; ROCHA, O. Composição das espécies de moluscos bentônicos nos reservatórios do baixo rio Tietê (São Paulo, Brasil) com uma avaliação do impacto causado pelas espécies exóticas invasoras. **Revista Brasileira Zoológica**, v. 24, n. 1, p. 41-51, 2007.

GHILARDI, R. P.; CARBONARO, F. A.; SIMONE, L. R. L. *Physa mezzalirai*: um novo gastrópode da Formação Adamantina (Bacia Bauru), Cretáceo Superior, São Paulo, Brasil. **Gaea - Journal of Geoscience**, v. 6, n. 2, p. 63-68, 2010.

GORNI, G. R.; ALVES, R. G. Naididae (Annelida, Oligochaeta) associated with *Pomacea bridgesii* (Reeve) (Gastropoda, Ampullariidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 23, n. 4, p. 1059–1061, 2006.

GUIMARÃES, A.; RODRIGUES, A. S. L.; MALAFAIA, G. Adequação de um protocolo de avaliação rápida de rios para ser usado por estudantes do ensino fundamental. **Revista Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v. 7, p. 1-20, 2012.

HICKMAN, J. R. C. P.; ROBERTS, L. S.; LARSON, A. **Princípios integrados de zoologia**. 11. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. (<http://sisdagro.inmet.gov.br/sisdagro/app/monitoramento/bhs>).

IGNACIO, A.; VEADO, A. R. W. A. V.; SAALFELD, K. Esquistossomose. In:\_\_\_\_\_. (Org.). **Moluscos e Saúde Pública em Santa Catarina: subsídios para a formulação**

**estadual de políticas preventivas sanitárias.** 1. ed. Duque de Caxias: Revista Espaço Científico Livre, p. 51 – 64, 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Pesquisas do IBGE.** 2017. Disponível em: < <https://cidades.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 04 fev. 2018.

---

. Cidades.  
Censo demográfico 2010. Picos, Piauí. Disponível em:  
<<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=220800>>. Acesso em: 09 out. 2017.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Sistema de Suporte à Decisão na Agropecuária.** Balanço Hídrico. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2018. Disponível em:  
<<http://sisdagro.inmet.gov.br/sisdagro/app/monitoramento/bhs>>. Acesso em: 04 abr. 2018.

ILÁRIO, R. J. et al. Ocorrência de *Temnocephala* sp. Blanchard (Platyhelminthes, Temnocephalida) em *Pomacea lineata* Spix, 1927 (Mollusca, Gastropoda, Ampullariidae). **Revista Fafibe**, v. 2, n. 2, p. 120-123, 2006.

JESUS, A. J. S. et al., Registros de moluscos Gastropoda no médio rio Xingu – Pará. **Revista Uakari**, v. 3, n.1, p. 96-103. 2007.

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. **Revista Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 7, n. 1, p. 60 -66, 1995.

LEME, J. L. M. Sistemática e biogeografia morfologia geral dos moluscos, em particular da classe gastropoda. In: BARBOSA, F. S. (Org). **Tópicos em malacologia médica.** Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 1995. p. 15-49.

LIMA, L. C. Sistemática e biogeografia. In: BARBOSA, F.S. **Tópicos em malacologia médica.** Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 1995, p. 90-96.

MALTCHIK, L. Ecologia de rios intermitentes tropicais. In: POMPÊO, M. L. M. **Perspectivas da Limnologia no Brasil.** São Luís: União, capítulo 5, 1999.

MARTÍN, S. M.; DÍAZ, A. C.; RUMI, A. Individual growth of *Drepanotrema cimex* (Pulmonata: Planorbidae) from Arenalcito pond, natural reserve multiple uses Martín García Island, Buenos Aires, Argentina. **Revista Brazilian Journal of Biology**, v. 73, n. 4, p. 835 – 840, 2013.

MASSARA, C. L. et al. Ocorrência de moluscos do gênero *Biomphalaria* em parques da cidade de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. **Revista de patologia tropical**, v. 41, n. 4, p. 471-479, 2012.

MIRANDA, G. S. et al. Moluscos límnicos como hospedeiros de trematódeos digenéticos de uma região metropolitana da ilha do Maranhão, Brasil. **Revista Scientia Plena**, v. 12, n. 09, p.6, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.14808/sci.plena.2016.091004>>. Acesso em: 04 de jun. de 2018.

MOLINARO, E. M. **Conceitos e métodos para a formação de profissionais em laboratórios de saúde**. Rio de Janeiro: Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio – Instituto Oswaldo Cruz, v. 5, 2012.

NEVES, F. S.; BORGES, M. A. Z.; CORGOSINHO, P. H. C. Filo Mollusca. In: Universidade Aberta do Brasil, **ZOOLOGIA DE INVERTEBRADOS**. Montes Claros: UNIMONTES, 2010. p. 76 - 97.

OHLWEILER, F. P.; ROSSIGNOLI T. J. Biodiversidade das *Biomphalaria* (Mollusca, Planorbidae) na região metropolitana de São Paulo como complemento à carta planorbídica do estado de São Paulo. In: BRASIL. **BEPA**. v.13, n. 152, p.1-17, 2016.

OHLWEILER F. P. et al. Larvas de trematódeos associadas a moluscos de água doce. **Revista Pan-Amazônica de Saúde**, v. 4, n. 3, p. 37-48, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5123/S2176-62232013000300006>>. Acesso em: 09 abr. 2018.

PARAENSE W. L. Fauna planorbídica do Brasil. In: LACAZ, C. S.; PARUZZI, R. G; SIQUEIRA-JUNIOR, W. **Introdução à Geografia Médica do Brasil**, São Paulo: Edgard Blücher, Editora Universidade de São Paulo, p. 213-239, 1972.

PARAENSE, W. L. Histórico do gênero *Biomphalaria*, morfologia e sistemática morfológica. In: CARVALHO, O. S.; COELHO, P. M. Z.; LENZI, H. L. (Org.) **Schistosoma mansoni e esquistossomose: uma visão multidisciplinar**. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, p. 284-308, 2008.

PAULA, C. M. et al. Ocorrência de um molusco invasor (*Melanoides tuberculata*, Müller, 1774), em diferentes sistemas aquáticos da bacia hidrográfica do Rio Sorocaba, SP, Brasil. **Revista Ambiente e água**, v. 12, n. 5, p. 829-841, 2017.

PAULA-ANDRADE, C. et al. The natural infection of *Melanoides tuberculata* (Müller, 1774) (Mollusca: Gastropoda) by *Centrocestus formosanus* (Nishigori, 1924) (Platyhelminthes: Trematoda) in Paranoá lake, Brasília, Brazil. **Revista Brazilian Journal of Biology**, v. 72, n. 2, p. 419-420, 2012.

PERES, I. C. S.; MARTINS, C. M. Malacofauna terrestre e dulcícola de parques e áreas verdes do município de São Paulo. In: Congresso Nacional de Iniciação Científica, 13, 2013, Campinas. **Anais...**Campinas: Faculdade Anhanguera de Campinas, 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**, v. 42, n. 4, p. 369-386, 2013.

POMBO, V. B. Moluscos límnicos. In: LATINI, A. O. et al. (Org.). **Espécies exóticas invasoras de águas continentais no Brasil**. 1. ed. Brasília: MMA, 2016, p. 123 – 231.

- REY, L. **Parasitologia**. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008.
- RODRIGUES JUNIOR, C. A. et al. Esquistossomose na região Norte do Brasil. **Revista de Patologia do Tocantins**, v. 4, n. 2, p. 58-61, 2017.
- RUMI, A. et al. Biodiversidad de moluscos de agua dulce de la Región Mesopotámica, Argentina. **Miscelánea**, v.12, p. 211 – 216, 2004.
- RUPPERT, E.E; BARNES, R.D. **Zoologia dos Invertebrados**. 6. ed. São Paulo: Roca, 1996.
- 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**, v. 9, n. 2, 2009.
- SANTOS, M. T.; CALLIL, C. T. Invertebrados aquáticos In: FERNANDES, I.M.; SIGNOR, C. A.; PENHA, J. (Org.) **Biodiversidade no Pantanal de Poconé**. Cuiabá: Centro de Pesquisa do Pantanal, 2010, Cap.4, p. 59 – 72.
- SANTOS, S. B. et al. Espécies de moluscos límnicos invasores no Brasil. In: MANSUR, M.C.D. **Moluscos límnicos invasores no Brasil: Biologia, Prevenção e Controle**, 1 ed. Porto Alegre: Redes Editora, 2012, p. 25 - 49.
- SÁ, R. L. Diversidade de moluscos em riachos de uma região de encosta no extremo sul do Brasil. **Revista Biota Neotropical**, v. 13, n. 3, p.1 – 9, 2013.
- SILVA, R. E. et al. Levantamento malacológico da bacia hidrográfica do Lago Soledade, Ouro Branco (Minas Gerais, Brasil). **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, v. 36, n. 5, p. 437 – 444, 1994.
- SILVA, M. J. M.; BARROS, M. Occurrence and distribution of fresh-water molluscs in the Riacho Fundo Creek Basin, Brasilia, Brazil. **Revista Biologia Tropical**, v. 49, n. 3-4, p. 865-870, 2001.
- 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. **Revista Lundiana**, v.11, n. 1/2, p. 21-33, 2013.
- SIMONE, L. R. L. Moluscos gastrópodos. In: ISMAEL, D.; VALENTI, W.C.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; ROCHA, O. (Org.). **Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: síntese do conhecimento ao final do século XX: Invertebrados de água doce**. 1. ed. São Paulo: FAPESP, v. 4, p. 69-72, 1999.
- SOUZA, G. T. R. et al. Composição e sazonalidade dos moluscos do alto rio Paraná, Brasil, e sua potencialidade como hospedeiros intermediários de digenéticos. **Periódico Acta Scientiarum. Biological Sciences**. v. 30, n. 2, p. 309 - 314, 2008. Disponível em: <<http://10.4025/actasciobiolsci.v30i3.5018>>. Acesso em: 03 de jun. de 2018.
- SOUZA, M. A. A.; MELO, A. L. Caracterização de larvas de trematódeos emergentes de moluscos gastrópodes coletados em Mariana, Minas Gerais, Brasil. **Periódico**

**Iheringia, Série Zoológica**, v. 102, n. 1, 2012. Disponível em:

<<http://dx.doi.org/10.1590/S0073-47212012000100002>> Acesso em 28 mai. 2018.

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 e Biológicas**, v. 5, n. 2, p. 132-139, 2006.

SOUZA, M. A. A. et al. Aspectos ecológicos e levantamento malacológico para identificação de áreas de risco para transmissão da esquistossomose mansoni no litoral norte de Pernambuco, Brasil. **Periódico Iheringia, Série Zoológica**, Porto Alegre, v. 100, n. 1, p. 19-24, 2010.

TELES, H. M. S. Distribuição geográfica das espécies dos caramujos transmissores de *Schistosoma mansoni* no Estado de São Paulo. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 38, n. 5, p. 426-432, 2005. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0037-86822005000500013>>. Acesso em: 06 abr. 2018.

THIENGO, S. C.; FERNANDEZ, M. A. Moluscos Límnicos em reservatórios de usinas hidrelétricas no Brasil: aspectos biológicos e epidemiológicos. In: CARVALHO, O. S.; COELHO, P. M. Z.; LENZI, H. L. **Schistosoma mansoni e esquistossomose: uma visão multidisciplinar [online]**. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, p. 435-457, 2008.

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**, v. 22, n. 4, p. 867-874, 2005. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0101-81752005000400010>>. Acesso em: 07 abr. 2018.

THIENGO, S. C. et al. Moluscos exóticos com importância médica no Brasil. In: **Simpósio brasileiro sobre espécies exóticas invasoras**, 1., 2005, Brasília: **Anais...** Brasília: SBEEI.

THIENGO, S. C. et al. A família Ampullariidae no Brasil, aspectos morfológicos, biológicos e taxonômicos. In: Encontro Brasileiro de Malacologia, 19, 2005, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Malacologia, 2011.

TIBIRIÇÁ, S. H. C. **Identificação morfológica e molecular, biometria, abundância e distribuição e distribuição geográfica de *Biomphalaria* spp. (Preston, 1910) (Mollusca, Planorbidea), no município de Juiz de Fora, Minas Gerais**. 2006. 86 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2006.

TIBIRIÇÁ, S. H. C.; GUIMARÃES, F. B.; TEIXEIRA, M.T.B. A esquistossomose mansoni no contexto da política de saúde brasileira. **Revista Ciência e Saúde Coletiva**, v. 16, p. 1375-1381, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1413-81232011000700072>>. Acesso em: 08 abr. 2018.

TORCATE, F. C. et al. Ocorrência de Gastropoda Bucanellidae na formação Mafra, grupo Itararé, Permiano Inferior da Bacia do Paraná, na região de Mafra, SC, Brasil. In: **PALEO PR/SC**, 1., 2013, Campo Mourão. **Resumos expandidos...** Campo Mourão: Atual, p. 1-5.

VALADÃO, R.; MILWARD-DE-ANDRADE, R. Interações de planorbídeos vetores da esquistossomose mansoni e o problema da expansão de endemia na região amazônica.

**Revista Saúde Pública**, v. 25, n. 5, 1991. Disponível em:

<<http://dx.doi.org/10.1590/S0034-89101991000500005>>. Acesso em: 08 abr. 2018.

VAZ, J. F. et al. Ocorrência no Brasil de *Thiara* (Melanoides) *tuberculata* (O.F. Muller, 1774) (Gastropoda, Prosobranchia), primeiro hospedeiro intermediário de *Clonorchis sinensis* (Cobbold, 1875) (Trematoda, Platyhelminthes). **Revista Saúde pública**, v. 20,

p. 318-22, 1986. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0034-89101986000400008>>. Acesso em: 08 abr. 2018.

## APÊNDICE A - AVALIAÇÃO RÁPIDA DO CORPO D'ÁGUA\*

\*Adaptado de Bizzo, Menezes e Andrade (2014), Callisto et al. (2002) e Guimarães, Rodrigues e Malafaia (2012).

<b>DESCRIÇÃO DO AMBIENTE</b>				
<b>Localização</b>				
<b>Ponto de coleta</b>				
<b>Data da Coleta</b>				
<b>Tempo (situação do dia)</b>				
<b>Coletor</b>				
<b>Tipo de ambiente</b>	(    ) Rio    (    ) Açude			
<b>Largura Média</b>				
<b>Profundidade média</b>				
<b>Temperatura da água</b>				
<b>PARÂMETROS</b>	<b>PONTUAÇÃO</b>			
	<b>5 pontos</b>	<b>3 pontos</b>	<b>2 pontos</b>	<b>0 pontos</b>
<b>Margens</b>				
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 do rio e assoreamento em seu leito	Ausente	Leve	Moderada	Acentuada
3. Alteração antrópica do entorno	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 no canal	Ausente	Alguma canalização presente próxima a pontes	Alguma modificação nas duas margens. Rio modificado	Margens modificadas. Curso alterado
8. Presença de animais domésticos	Ausente	Leve	Moderada	Acentuada

PARÂMETROS	PONTUAÇÃO			
	5 pontos	3 pontos	2 pontos	0 pontos
<b>Corpo d'água</b>				
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

PONTUAÇÃO			
 5	 3	 2	 0

**Quadro 1** - Pontuação e classificação dos pontos de coletas que serão adotados para o estudo da malacofauna dos açudes de São Julião, Piauí, Brasil\*

	Pontuação 5	Pontuação 3	Pontuação 2	Pontuação 0
Pontuação máxima que o ambiente avaliado poderá receber	90	54	36	0
Escala para comparação	70-90	50-70	30-50	0-30
Classificação	Natural	Alterações reduzidas	Alterações moderadas	Alterações extremas

**APÊNDICE B - IMAGENS DAS ESTAÇÕES ESTABELECIDAS NO LEITO DO RIO GUARIBAS, MUNICÍPIO DE PICOS, PIAUÍ**

A: Estação 1 (Bairro Canto da Várzea); B: Estação 2 (Bairro Passagem das Pedras); C: Estação 3 (Bairro Centro); D: Estação 4 (Bairro Boa Sorte); E: Estação 5 (Bairro Ipueiras).



**Fonte:** Elaborada pela autora (2018).



TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA PUBLICAÇÃO DIGITAL NA BIBLIOTECA  
"JOSÉ ALBANO DE MACEDO"

Identificação do Tipo de Documento

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

Eu, Orionna dos Santos  
 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  
Monitoramento da malaco-fauna do leite do Rio Gua-  
ribas, Picos, Piauí, e dos parasitos trematídeos associados  
 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 24 de setembro de 2018

Orionna dos Santos

Assinatura

[Assinatura]

Assinatura