

CAPÍTULO 2

O QUE OS MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS INFORMAM SOBRE A SAÚDE AMBIENTAL DE RESERVATÓRIOS EM UMA BACIA HIDROGRÁFICA DE CAATINGA?

Data de submissão: 14/01/2024

Data de aceite: 01/04/2024

Evaldo de Lira Azevêdo

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia da Paraíba, Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, Princesa Isabel, Paraíba/Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande - Paraíba
<http://lattes.cnpq.br/3480779112786432>

Cícero Antônio de Souza

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia da Paraíba, Curso de Tecnologia em Gestão Ambiental, Princesa Isabel - Paraíba
<http://lattes.cnpq.br/4022261679157680>

Rafaela Vieira da Silva

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia da Paraíba, Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, Princesa Isabel - Paraíba
<http://lattes.cnpq.br/4917320700685246>

Naiana Ferreira da Silva

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia da Paraíba, Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, Princesa Isabel – Paraíba
<http://lattes.cnpq.br/4203485022614207>

Breno Carvalho da Silva

Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande - Paraíba
<http://lattes.cnpq.br/3941753296936650>

Adriana Oliveira Araujo

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia da Paraíba, Curso de Tecnologia em Gestão Ambiental, Princesa Isabel - Paraíba
<http://lattes.cnpq.br/3236810239156775>

Erickson Melo de Albuquerque

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia da Paraíba, Curso de Tecnologia em Gestão Ambiental, Princesa Isabel - Paraíba
<http://lattes.cnpq.br/5467509964012082>

Victor Nathan Lima da Rocha

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia da Paraíba, Curso de Tecnologia em Gestão Ambiental, Princesa Isabel - Paraíba
<http://lattes.cnpq.br/5022112931485478>

Camila Ferreira Mendes

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia da Paraíba, Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, Princesa Isabel – Paraíba
<http://lattes.cnpq.br/4132190396205496>

RESUMO: O monitoramento da saúde ambiental de ecossistemas aquáticos é imprescindível, sobretudo quando se trata de reservatórios com usos múltiplos. Para essa avaliação, diversas metodologias podem ser utilizadas, entre elas destaca-se a uso de bioindicadores. Este trabalho teve o objetivo analisar a saúde ambiental de três reservatórios localizados na bacia do riacho Croatá (Caatinga, Princesa Isabel – Paraíba) utilizando macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores. Foram demarcados dez locais de amostragem em cada um dos reservatórios, nos quais procedeu-se com a coleta de amostras de sedimento (para análise dos macroinvertebrados), utilizando draga de *Ekman-Birge*. Para análise dos dados, calculou-se a abundância de macroinvertebrados, como também a diversidade de Fisher, além da realização de análise espacial (MDS) e de significância (Permanova univariada). Ocorreu dominância do molusco exótico, *Melanoides tuberculata*, em todos os reservatórios, a maior diversidade média de bioindicadores ocorreu apenas em um reservatório (Jatobá II), não ocorrendo diferença significativa de diversidade entre dois reservatórios (Macapá e Cruzeiro). Com a análise das métricas calculadas a partir da comunidade de macroinvertebrados bentônicos, conclui-se que apenas um reservatório apresenta saúde ambiental satisfatória (Jatobá II), o que chama a atenção para a necessidade do desenvolvimentos de ações ambientais que busquem a melhoria da saúde ambiental dos reservatórios estudados.

PALAVRAS-CHAVE: Invertebrados, Ecossistemas Aquáticos, Degradação Ambiental.

WHAT INSIGHTS DO BENTHIC MACROINVERTEBRATES OFFER REGARDING THE ENVIRONMENTAL HEALTH OF RESERVOIRS IN A CAATINGA WATER BASIN?

ABSTRACT: Monitoring the environmental health of aquatic ecosystems is essential, especially when dealing with reservoirs with multiple uses. Different methodologies can be employed for this assessment, with a notable emphasis on the use of bioindicators. This study aimed to analyze the environmental health of three reservoirs located in the Croatá River basin (Caatinga, Princesa Isabel – Paraíba) using benthic macroinvertebrates as bioindicators. Ten sampling sites were designated in each reservoir, where sediment samples were collected (for macroinvertebrate analysis) using an Ekman-Birge dredge. For data analysis, macroinvertebrate abundance and Fisher's diversity were calculated, along with spatial analysis (MDS) and significance analysis (univariate Permanova). The exotic mollusk, *Melanoides tuberculata*, dominated in all reservoirs, with the highest average diversity of bioindicators occurring only in one reservoir (Jatobá II). There was no significant difference in diversity between two reservoirs (Macapá and Cruzeiro). Through the analysis of metrics derived from the benthic macroinvertebrate community, it is concluded that only one reservoir exhibits satisfactory environmental health (Jatobá II). This underscores the need for environmental actions aimed at improving the environmental health of the studied reservoirs.

KEYWORDS: Invertebrates, Aquatic Ecosystems, Environmental Degradation.

INTRODUÇÃO

Ecossistemas aquáticos são essenciais para a manutenção de populações ecológicas e humanas. Ecologicamente precisam apresentar boa saúde ambiental para o desenvolvimento e manutenção de espécies autóctones (Ex.: peixes, macrófitas, fitoplâncton, zooplâncton e invertebrados bentônicos) e alóctones (Ex.: seres vivos terrestres que dependem do ecossistema aquáticos). Para as populações humanas, apresentam importância social, econômica e até mesmo cultural (Lima et al., 2012), o que recai sobre os serviços ecossistêmicos ofertados pelos ambientes aquáticos (Ex.: Provisão, Suporte e Éticos/Estéticos), até mesmo os artificiais, caso dos reservatórios (Ranta et al., 2021).

Na Caatinga, bioma exclusivamente brasileiro, os reservatórios, comumente chamados de açudes, foram construídos historicamente para a mitigação da escassez hídrica causada pelos longos períodos de estiagem (Marengo, 2010). Nesse sentido, esses ecossistemas artificiais passaram a ter uma importância ainda mais preponderante. Desse modo, é essencial que a saúde ambiental dos mesmos seja analisada, tendo em vista a necessidade de que possam atender a suas funções ecológicas, econômicas e sociais (Azevêdo et al., 2022).

A análise da saúde ambiental de ecossistemas aquáticos pode ocorrer utilizando diversas ferramentas, tais como análises físicas e químicas da água, avaliação de condições geomorfológicas, e avaliação de bioindicadores (Buss et al., 2008). Entre esses, os bioindicadores são organismos aquáticos que podem indicar problemas ambientais com base em alterações de suas comunidades, como por meio de métricas como riqueza e diversidade de espécies. Os macroinvertebrados bentônicos têm recebido atenção por refletir, com mudanças na estrutura e distribuição da comunidade, alterações ambientais de longo prazo (Martins et al., 2015; Azevêdo et al., 2017). Os *taxa* representantes da comunidade desempenham papel importante nas cadeias tróficas aquáticas, sendo elo entre os produtores e consumidores secundários (Tokeshi, 1995). Desse modo, o sucesso dessa comunidade na exploração de uma vasta gama de condições tróficas em ecossistemas aquáticos é consequência da alta capacidade de adaptação fisiológica, o que permite que os indivíduos vivam em ambientes onde temperatura, pH, oxigênio dissolvido, poluição, salinidade, profundidade e produtividade variam amplamente (Helson et al., 2006); o que se torna cada mais complexo em ambientes submetidos a elevado nível de estresse ambiental, caso da Caatinga.

Nesse contexto, estudos que analisam organismo bioindicadores na Caatinga, são raros, sobretudo quando se trata de organismos aquáticos (Kotzian et al., 2013). Devido a alta complexidade do bioma, considerando as adversas condições ambientais, torna-se extremamente necessário, conhecer bioindicadores da saúde ambiental dos ecossistemas aquáticos da região (Maltchik, 1999, Azevêdo et al., 2022), o que pode desencadear o desenvolvimento de ações ambientais que desencadeiam resultados positivos tanto para as comunidades ecológicas, ecossistemas aquáticos, como para a própria população humana local.

Desse modo, este trabalho teve o objetivo de analisar a saúde ambiental de três reservatórios localizados na bacia do Rio Crotá (Caatinga, Princesa Isabel – Paraíba) utilizando macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores. Buscando contribuir para o maior conhecimento dos macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores, como para o a elucidação da saúde ambiental dos ecossistemas aquáticos locais.

METODOLOGIA

Área de estudo

O estudo foi realizado na Caatinga paraibana, bacia do riacho Crotá, envolvendo três reservatórios: Cruzeiro - 7°38'43"S 37°52'31"W (município de Tavares – PB), Jatobá II - 7°43'09"S 37°59'04"W e Macapá - 7°44'22"S 37°59'08"W (município de Princesa Isabel) (Figura 1). Os reservatórios estudados apresentam usos múltiplos, tais como para irrigação, dessedentação de animais, lazer, pesca; no entanto, apenas o reservatório Jatobá II é utilizado para abastecimento humano. A bacia do riacho Crotá apresenta aproximadamente 1.210 km² de extensão e abrange 10 municípios, onde está inserida uma população de 46.431 habitantes (IBGE, 2010). De acordo com a classificação de Koppen (Alvares et al., 2013) o clima é semiárido quente e seco. Apresenta temperaturas que variam de 23 °C a 30 °C, com regime pluviométrico irregular com média de 789,2mm/ano (mínima de 287,4 mm/ano e máxima de 2395,9 mm/ano).



Figura 1: Reservatórios estudados, bacia do Riacho Crotá, Caatinga, Paraíba.

Coleta e identificação de macroinvertebrados bentônicos

As amostragens macroinvertebrados bentônicos ocorreram em outubro de 2023. Para isso, foram marcados dez locais de amostragem na zona litorânea de cada um dos reservatórios, os quais foram disponibilizados de forma equidistante ao longo do perímetro dos reservatórios, o que foi feito de acordo com metodologia definida por Macedo et al., (2012).

As amostras foram realizadas com draga de *Ekman-Birge* (capacidade de 0,225m²). O material coletado foi fixado *in situ* com álcool a 70%, acondicionado em sacos plásticos e transportado até o laboratório de Ecologia do IFPB – Princesa Isabel. Em laboratório, as

amostras foram lavadas individualmente com água, utilizando uma peneira de abertura de malha de 0,50 mm. Os organismos foram triados e identificados ao menor nível taxonômico possível utilizando estereomicroscópio de luz e chaves de identificação especializadas.

Análise de dados

Os dados foram plotados em planilha de dados, onde foram calculados dados estatísticos descritivos, tais como abundância (em porcentagem), média e desvio padrão por reservatório. Para avaliação da diversidade de macroinvertebrados foi calculada a diversidade Fisher (Fisher et al. 1943). Este índice apresenta vantagens, como a pouca influência do tamanho amostral e dominância de espécies comuns no cálculo da diversidade (Taylor et al. 1976; Carmo et al., 2011). O referido índice relaciona o número de espécies (S) ao número de indivíduos (N) em uma comunidade através da equação: $S = \alpha \ln(1 + N/\alpha)$. Com isso, foi calculada a média da diversidade por reservatório. Os valores da diversidade foram utilizados para realização de análise de dignificância – Permanova univariada (para avaliação da existência de diferenças significativas da diversidade entre reservatórios). Também foi realizada a análise espacial de Análise de Escalonamento Multidimensional (MDS) para visualização da distribuição dos locais de amostragem com base na diversidade. Ainda foram construídos gráficos de barra para visualização da abundância dos bioindicadores entre os reservatórios. Todas as análises estatísticas foram realizadas programa PRIMER-6 + PERMANOVA (Systat Software, Cranes Software International Ltd., ANDERSON et al., 2008)

RESULTADOS

Considerando os três reservatórios analisados foram registradas a riqueza numérica de 10 taxa de macroinvertebrados bentônicos, com o reservatório Jatobá II apresentando maior riqueza (6), tendo o reservatório Macapá riqueza 5 e o Cruzeiro riqueza 2 (Figura 2). Assim, os taxa foram pertencentes ao filo Mollusca (*Melanooides tuberculata*, Hydrobiidae, Lymnaeidae, Physidae, Planorbidae e Ampullariidae), filo Arthropoda, classe Insecta (Chironomidae), filo Arthropoda, Classe Crustacea (Palaemomidae e Aeglidae), e filo Annelida (Oligochaeta).

O molusco exótico, *M. tuberculata*, dominou a comunidade de macroinvertebrados bentônicos em todos os reservatórios, com porcentagem de 99,24% (média 131, ± 125) no reservatório Cruzeiro, 98,63% (média 347, ± 311) no reservatório Macapá, e 69,24% (média 53, ± 52) no reservatório jatobá. Nesse último reservatório também ocorreu abundância representativa 27,3% % (média 21,2, ± 22,2) do molusco nativo da família Hydrobiidae (Figura 2).

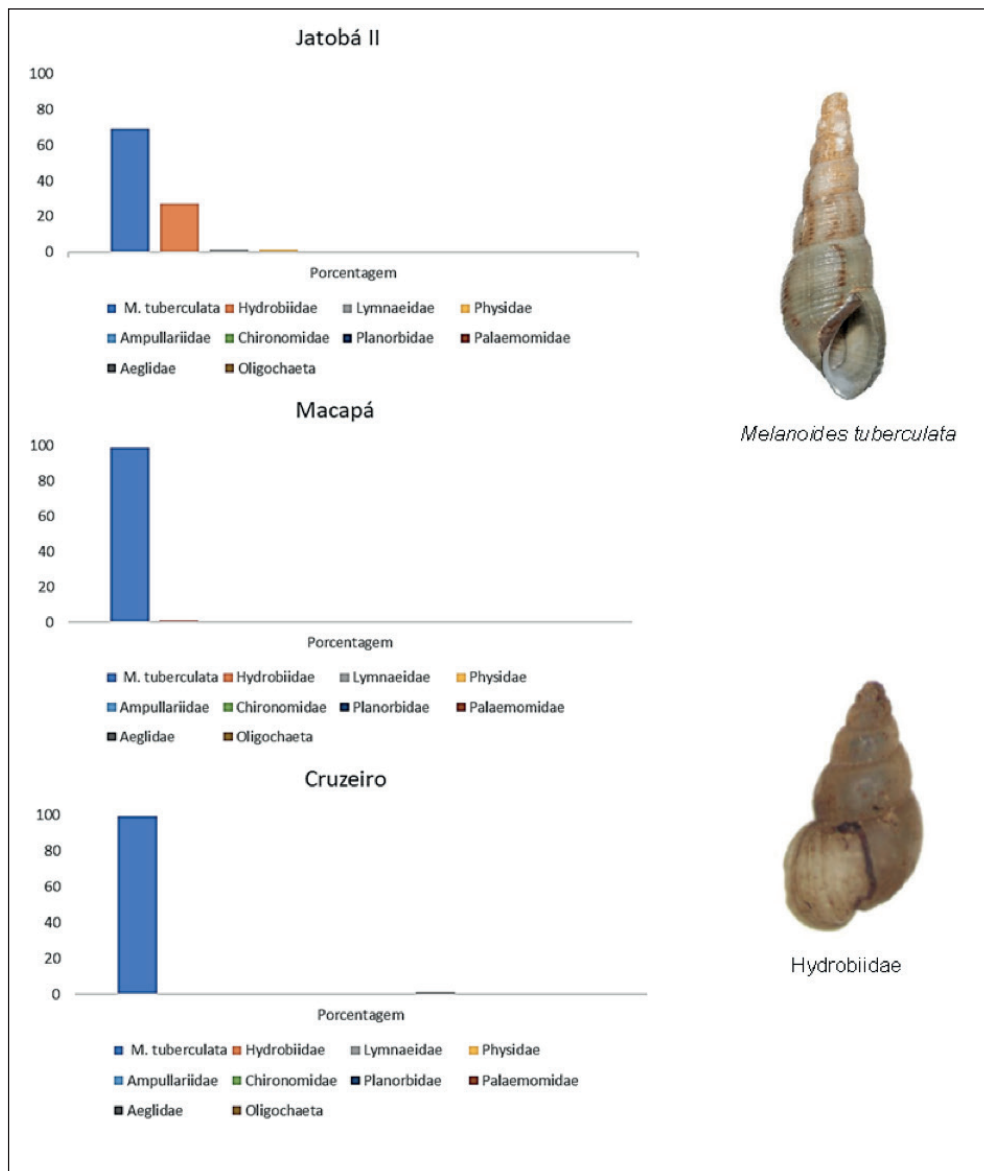


Figura 2: Taxa ocorrentes, porcentagens e espécimes mais representativos de macroinvertebrados bentônicos nos reservatórios analisados, bacia do Riacho Croatá, Caatinga, Paraíba – Brasil. Fonte das imagens dos moluscos Kotzian e Amaral (2013), Gonçalves et al. (2012).

Considerando os resultados para a diversidade de Fisher, a maior diversidade média ocorreu no reservatório Jatobá II (média 0,60, ± 0,38), com menores diversidades no reservatório Macapá (média 0,24, ± 0,11) e Cruzeiro (média 0,21, ± 0,07) (Figura 3).

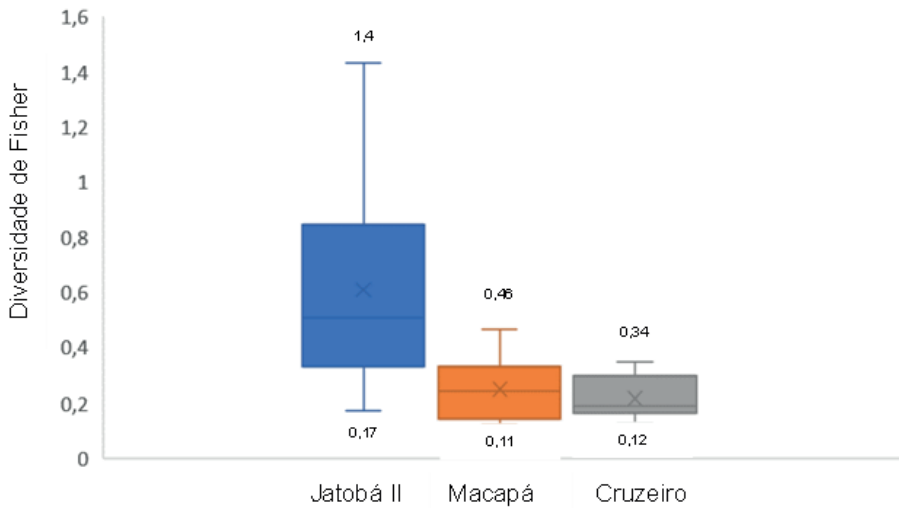


Figura 3: Representação da diversidade de Fisher em cada um dos reservatórios estudados, bacia do Riacho Croatá, Caatinga, Paraíba – Brasil.

A análise de significância mostrou diferenças da diversidade entre os reservatórios. A partir de um teste de comparação por pares (*Pair-Wise Tests*), foi confirmada a diferença significativa da diversidade entre os reservatórios Jatobá II e Macapá (PERMANOVA: Pseudo- $F_{2,80}=17$; $p=0,002$), entre Jatobá II e Cruzeiro (PERMANOVA: Pseudo- $F_{3,13}=17$; $p=0,0005$). No entanto, não houve diferença significativa da diversidade entre os reservatórios Tavares e Cruzeiro (PERMANOVA: Pseudo- $F_{0,75}=18$; $p=0,45$). Assim, a análise espacial (MDS) mostrou formação de dois agrupamentos de locais de amostragem, separando a maioria dos pontos do reservatório Jatobá II dos demais, relacionados aos outros reservatórios (Figura 4).

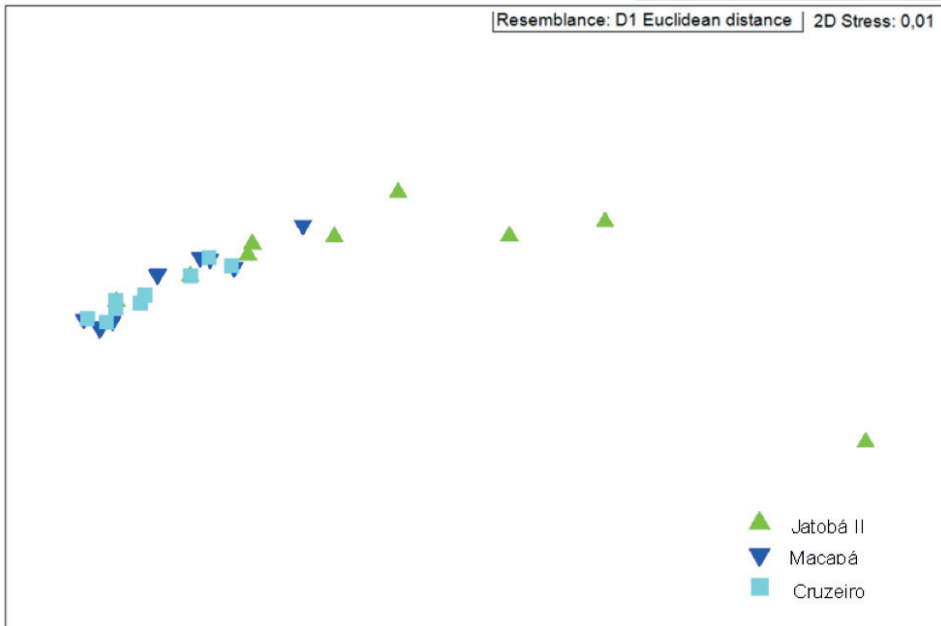


Figura 4: Análise espacial (MDS – Escalonamento multidimensional) mostrando a agregação dos locais de amostragem dos reservatórios estudados, bacia do Riacho Croatá, Caatinga, Paraíba – Brasil.

DISCUSSÃO

Reservatórios são ecossistemas artificiais formados pelo barramento de rios, desse modo, seu próprio estabelecimento altera as características ambientais naturais, fazendo que muitas espécies não consigam se estabelecer. No referido estudo, a maior riqueza de espécies foi representada por moluscos gastrópodes, os quais conseguem respirar utilizando o oxigênio atmosférico, assim o oxigênio da água não é um fator limitante para esses organismos, sendo classificados como bioindicadores tolerantes à degradação ambiental (Goulart; Callisto, 2003; Azevêdo et al., 2018). Mesmo assim, apenas um reservatório (Jatobá II) apresentou maior riqueza de moluscos, o que evidencia que as condições ambientais nos demais reservatórios (Macapá e Cruzeiro) podem ser ainda mais degradantes, não permitindo o estabelecimento, até mesmo, de organismos tolerantes.

A dominância do molusco *M. tuberculata* em relação aos demais taxa merece destaque. É um gastrópode pertencente à família Thiaridae, sendo nativo na Ásia, apresentando alta plasticidade ecológica, com grande capacidade adaptativa e dispersiva (Santos e Eskinazi-Sant'Anna, 2010). Com isso, têm alcançado grande dominância nos reservatórios da Caatinga (Azevêdo et al. 2015; Oliveira et al. 2019), apresentando maiores potenciais reprodutivos e tamanho populacional naqueles ecossistemas com menor saúde ambiental (Molozzi et al. 2013; Jovem-Azevêdo et al. 2015; Paiva et al. 2018; Araújo 2020). *M. tuberculata*, assim como outros gastrópodes, apresentam capacidade de estivação, o que favorece seu estabelecimento no bioma Caatinga, tendo em vista que em períodos

de estiagem conseguem se enterrar no sedimento se mantendo vivos; em condições laboratoriais o molusco foi capaz de permanecer por 26 meses em período de estivação (Abílio 2002, Abílio 2007).

A presença de gastrópodes da família Hydrobyidae, representando a segunda maior abundância no reservatório Jatobá II, pode indicar melhores condições ambientais nesse ecossistema, tendo em vista que esses moluscos são nativos, apresentando menor nível de dispersão que *M. tuberculata*, com isso podem estar resistindo a competição com o molusco exótico; ainda apresentam elevado nível de endemismo (Tuce et al., 1982; Vidigal 2005).

A diversidade de macroinvertebrados bentônicos reflete a saúde ambiental do ecossistema aquático, tendo em vista que em ambientes mais saudáveis, ocorre maior diversidade de microhabitats, maiores concentrações de oxigênio, como também variabilidade de recursos (Goulart; Callisto, 2003; Azevêdo et al.; 2017). Desse modo, os ecossistemas aquáticos que sofrem, com frequência, perturbações, como desmatamento da região ripária, entrada de efluentes, ocasionado maiores concentrações de nitrogênio e fósforo, apresentam frequentemente menor diversidade da comunidade bentônica (Copatti et al., 2010; Negrão; Cunha, 2019), o que tem ocorrido em reservatórios da Caatinga (Abílio 2007; Azevêdo et al., 2017, Azevêdo et al., 2018).

Neste contexto, a partir da análise da comunidade de macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores da saúde ambiental dos reservatórios estudados, pode-se constatar, de forma preliminar, que apenas o reservatório Jatobá II apresenta saúde ambiental melhor em comparação aos demais, tendo em vista que apresentou maior riqueza de taxa, maior diversidade, e menor abundância da espécie exótica *M. tuberculata*. Em contrapartida, os dados evidenciam, que a saúde ambiental dos reservatórios Macapá e Cruzeiro encontra-se bastante comprometida, ainda que o nível de degradação entre eles é semelhante, uma vez que apresentaram menor riqueza de taxa, menor diversidade e abundância extrema de *M. tuberculata*.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O referido estudo evidencia a necessidade de monitoramento da saúde ambiental de reservatórios na Caatinga. Também reforça a utilização de bioindicadores de saúde ambiental, a exemplo dos macroinvertebrados bentônicos, os quais respondem a perturbações crônicas nos ecossistemas aquáticos, possibilitando a obtenção de dados que refletem o passado e o presente de perturbações ambientais.

O conjunto de dados obtido, embora preliminar, subsidia estudos futuros em bacias hidrográficas na Caatinga, com isso, demais estudos poderão analisar a saúde ambiental considerando outras variáveis (dados físicos e químicos, conservação da região ripária, percepção de comunidades locais), como também poderão definir ações para a melhoria da qualidade ambiental dos ecossistemas estudados.

REFERÊNCIAS

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

ABÍLIO, F.J.P. 2002. **Gastropodes e outros invertebrados bentônicos do sedimento litorâneo e associado a macrófitas aquáticas em açudes do semi-árido paraibano, nordeste do Brasil**. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos-SP. 175p.

ALVARES, Clayton Alcarde et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

ANDERSON, M. J. et al. **PERMANOVA + for PRIMER: Guide to Software and Statistical Methods**. Plymouth: PRIMER-E, 2008.

ARAUJO, M. et al. Avaliação alométrica e da biomassa de *Melanoides tuberculata* (MULLER, 1774) como ferramenta para a avaliação da qualidade ambiental de reservatórios. **Gaia Scientia**, v. 14, p. 136-149, 2020.

AZEVEDO E. L. et al. Application of a statistical model for the assessment of environmental quality in neotropical semi-arid reservoirs. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 189, p. 65, 2017..

AZEVEDO et al.. The use of Risk Incidence and Diversity Indices to evaluate water quality of semi-arid reservoirs. **Ecological Indicators** v. 90, p. 90-100, 2018.

AZEVEDO, E. D. L.; ALVES, R. R. N.; DIAS, T. L. P.; ÁLVARO, É. L. F.; BARBOSA, J. E. D. L., MOLOZZI, J. Perception of the local community: What is their relationship with environmental quality indicators of reservoirs? **Plos one**, 17(1), e0261945, 2022.

AZEVEDO, E. L. et al. Application of a statistical model for the assessment of environmental quality in neotropical semi-arid reservoirs. **Environmental monitoring and assessment**, v. 189, n. 2, p. 65, 2017.

BUSS, D. F., Oliveira, R. B., Baptista, D. F. Monitoramento biológico de ecossistemas aquáticos continentais. 2008.

CARMO, AB do; VASCONCELOS, H. L.; ARAÚJO, GM de. Estrutura da comunidade de plantas lenhosas em fragmentos de cerrado: relação com o tamanho do fragmento e seu nível de perturbação. **Brazilian Journal of Botany**, v. 34, p. 31-38, 2011.

COPATTI, C.E.; SCHIRMER, F.G.; MACHADO, J.V.V. Diversidade de macroinvertebrados bentônicos na avaliação da qualidade ambiental de uma microbacia no sul do Brasil. **Perspectiva**, Erechim. vol.34, n o .124, p.79-91, 2010.

GOULART, M. D.; CALLISTO, Marcos. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. **Revista da FAPAM**, v. 2, n. 1, p. 156-164, 2003.

HELSON, Julie E.; WILLIAMS, D. Dudley; TURNER, Dorothea. Larval chironomid community organization in four tropical rivers: human impacts and longitudinal zonation. **Hydrobiologia**, v. 559, n. 1, p. 413-431, 2006.

HEPP, L. U., RESTELLO, R. M. **Macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores da qualidade das águas do Alto Uruguai Gaúcho**. In. ZAKRZEWSKI, S.B.B. (Org.). Conservação e uso sustentável da água: múltiplos olhares. Erechim: Edifapes, p.75-85, 2007

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Banco de dados agregados: censo demográfico**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE: Brasil, 2010. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/>. Acesso em: 27 fev.2022.

JOVEM-AZEVÊDO et al. Diversity measures in macroinvertebrate and zooplankton communities related to the trophic status of subtropical reservoirs: Contradictory or complementary responses? **Ecological Indicators**, 50: 135-149, 2015.

KOTZIAN, Carla Bender; AMARAL, Aline Monique Blank do. Diversity and distribution of mollusks along the Contas River in a tropical semiarid region (Caatinga), Northeastern Brazil. **Biota Neotropica**, v. 13, p. 299-314, 2013.

LIMA, Suzana Marinho Souto et al. Dinâmica funcional de reservatórios de usos múltiplos da região semiárida/Paraíba-Brasil. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n. 4, p. 18-25, 2012.

MACEDO, D. R. et al. Parâmetros biológicos e de habitats físicos para a avaliação de bacias no sudeste do Brasil. **Ação Ambiental**, v. 13, p. 15-18, 2012.

MALTCHIK, L. 1999. Ecologia de rios intermitentes tropicais. In *Perspectivas na Limnologia do Brasil* (M.L.M. Pompêo, ed.). Gráfica e Editora União, São Luis.

MARENGO, Jose A. Vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima no semi-árido do Brasil. **Parcerias estratégicas**, v. 13, n. 27, p. 149-176, 2010.

MARTINS, Isabela et al. Ecological assessment of a southeastern Brazil reservoir. **Biota Neotropica**, v. 15, n. 1, 2015.

MOLLUSCA, FILO. CLASSE GASTROPODA. **Xibei Diqu gu shengwu tuce: Shaan-Gan-Ning fence [Palaeontological Atlas of Northwest China, Part 3: Mesozoic and Cenozoic]**, p. 28-52, 1982.

NEGRÃO, Glaucio Nonose; CUNHA, Márcia Cristina. Diversidade de macroinvertebrados bentônicos na avaliação do uso do solo e qualidade ambiental da bacia do Guabiroba, Guarapuava, PR, Brasil. **Revista Geografar**, v. 14, n. 1, p. 7-26, 2019.

OLIVEIRA et al. Growth parameters of the invasive gastropod *Melanoides tuberculata* (Müller, 1774) (Gastropoda, Thiaridae) in a semi-arid region, Northeastern Brazil. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, 41: 1-9, 2019.

PAIVA FF et al. Environmental factors influencing the occurrence of alien mollusks in semiarid reservoirs. **Limnetica**, 37: 187-198. 2018.

RANTA, E.; VIDAL-ABARCA, M. R.; CALAPEZ, A. R.; FEIO, M. J. Urban stream assessment system (UsAs): An integrative tool to assess biodiversity, ecosystem functions and services. **Ecological Indicators**, v. 121, p. 106980, 2021.

SANTOS C. M, ESKINAZI-SANT'ANNA E. M. 2010. The introduced snail *Melanoidestherculatus* (Muller, 1774) (Mollusca: Thiaridae) in aquatic ecosystems of the Brazilian semiarid northeast (Piranhas-Assu River basin, State of Rio Grande do Norte). **Brazilian Journal of Biology**, 70: 1-7.

TAYLOR, L.R., KEMPTON, R.A. & WOIWOD, I.P. 1976. Diversity statistics and the log-series model. *Journal of Animal Ecology* 45:255-272.

TOKESHI, M. Species interactions and community structure. In: **The Chironomidae**. Springer, Dordrecht, 1995. p. 297-335.

VIDIGAL, Teofânia HDA et al. Gastrópodes e bivalves límnicos do trecho médio da bacia do Rio Doce, Minas Gerais, Brasil. **Lundiana: International Journal of Biodiversity**, v. 6, n. sup., p. 67-76, 2005.