

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS

MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS COMO BIOINDICADORES DA
QUALIDADE DE ÁGUA EM UM AÇUDE URBANO NO RECÔNCAVO BAIANO

ADREANI ARAÚJO DA CONCEIÇÃO
Bacharel em Biologia

CRUZ DAS ALMAS
BAHIA - BRASIL
2016

ADREANI ARAÚJO DA CONCEIÇÃO

MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS COMO BIOINDICADORES DA
QUALIDADE DE ÁGUA EM UM AÇUDE URBANO NO RECÔNCAVO BAIANO

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Federal do
Recôncavo da Bahia, como parte das
exigências do Curso de Graduação de
Bacharelado em Biologia, para obtenção
do título de Bacharel em Biologia.

CRUZ DAS ALMAS
BAHIA - BRASIL
2016

ADREANI ARAÚJO DA CONCEIÇÃO


MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS COMO BIOINDICADORES DA
QUALIDADE DE ÁGUA EM UM AÇUDE URBANO NO RECÔNCAVO BAIANO

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Federal do
Recôncavo da Bahia, como parte das
exigências do Curso de Graduação de
Bacharelado em Biologia, para obtenção
do título de Bacharela em Biologia.

APROVADO: 20 de julho de 2016



Prof.^a Dr.^a Carla Fernandes Macedo
UFRB



Prof. Dr. Marcos Gonçalves Lhano
UFRB



Prof. Dr. Sergio Schwarz da Rocha
Orientador
UFRB

*À minha Mãe que deixou de realizar
seus sonhos para que os meus
tornassem realidade.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ser meu refúgio, fortaleza e por renovar minhas forças todos os dias ao longo desses anos sem a sua presença em minha vida nada disso seria possível.

À Universidade Federal do Recôncavo da Bahia e ao Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas pelo apoio logístico;

À Pró Reitoria de Políticas Afirmativas e Assuntos Estudantis (PROPAAE) pela concessão de bolsa de estudo vinculada a projetos institucionais (PPQ);

Ao Prof^o Sergio Schwarz Rocha, pela orientação, confiança, paciência, ensinamentos e dedicação ao longo desses anos;

Aos colegas do Laboratório de Biecolgia de Crustáceos (LABEC) em especial a Rosiane Barbosa, Aline Ferreira e Ricardo Silva pelo auxílio nas coletas de campo e por compartilharem comigo os anseios, as alegrias e as aflições da vida de estagiário;

Ao Prof. Elinsmar V. Adorno (*in memoriam*) e à bióloga Jayane de Lima Santos pelo auxílio na identificação dos organismos coletados;

Agradeço a banca pela presença e pelas sugestões que virão que com certeza farão diferença;

À todo o corpo docente da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, em especial aos professores da Biologia que com empenho, profissionalismo e dedicação contribuíram para a minha formação.

Aos meus pais Vitalino Lima da Conceição e Maria Solidade Santana de Araújo vocês são meus exemplos, obrigada por todo amor, esforço, dedicação e incentivo. Mãe, obrigada por sempre estar ao meu lado! Seu apoio, amor e doação ao longo desses anos formam essenciais para a concretização desse sonho. Nada disso seria possível sem a sua presença ao meu lado! A vocês minha eterna gratidão!

Às minhas irmãs Adrieli e Alice, por todo carinho, amor e pela presença constante durante todos os momentos dessa jornada. Obrigada pela paciência em assistir as prévias das minhas apresentações (risos);

Aos meus familiares, avós, tios (as), primos (as), pelas orações, palavras de incentivo e carinho;

Às minhas amigas irmãs Dalma Brito, Cátia Santana, Thaís Aline dos Santos e Lorena dos Santos. Obrigada, pela amizade, companheirismo e por todos os momentos únicos e inesquecíveis compartilhados ao longo desses anos e que ficarão registrados para todo sempre em minha memória. Amo vocês!!!

Às minhas companheiras de repúblicas: Ana Angélica Mascarenhas, Jayane Santos, Vanuze Oliveira e a Rafaela dos Santos. Obrigada pelos momentos de descontração, pelas resenhas na madrugada, conselhos e pela amizade. Vocês tornaram os meus dias longe de casa mais felizes.

Aos colegas da Biologia em especial à Beatriz Pimentel, Geralda Bispo, Lucimara Reis e Mariane Alves.

RESUMO

Conceição, Araujo Adreani da, Bacharela em Biologia, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Julho de 2016. Título: Macroinvertebrados bentônicos como indicadores da qualidade de água do açude laranjeiras, Cruz das almas, Ba, Brasil.

Os ecossistemas aquáticos ao longo das últimas décadas têm sido constantemente degradados em decorrência do crescimento populacional e das atividades de origem antrópicas. Atualmente tem-se tornado crescente a necessidade em monitorar e gerenciar de forma adequada esses ecossistemas. Visando monitorar e avaliar a integridade dos ecossistemas aquáticos foram propostas e implementadas diferentes metodologias de avaliação da integridade ecológica. Uma importante ferramenta utilizada é o biomonitoramento que consiste na utilização de organismos para avaliar as mudanças ocorridas no ambiente. Os organismos bioindicadores devem ser de fácil identificação, ter taxonomia bem definida, apresentar ampla distribuição geográfica e baixa mobilidade. A ictiofauna, a comunidade perifítica e os macroinvertebrados bentônicos são importantes bioindicadores. A ampla utilização dessa comunidade como organismos bioindicadores deve-se à características, tais como: modo de vida sedentário, ciclos de vida relativamente curtos, refletindo mais rapidamente as modificações do ambiente através de mudanças na estrutura das populações e comunidades; elevada diversidade biológica; e fácil amostragem. No Brasil, o índice biológico mais amplamente utilizado no biomonitoramento dos ecossistemas aquáticos é o BMWP (*Biological Monitoring Working Party*). Este índice foi desenvolvido pelo Departamento Britânico de Meio Ambiente, em 1976 para ser utilizado na classificação biológica da qualidade da água. Sua ampla utilização é atribuída ao fato deste exigir uma identificação dos organismos somente ao nível de família sendo, portanto, mais indicado para a avaliação dos ecossistemas brasileiros devido a escassez de chaves taxonômicas e taxonomistas específicos. Portanto, o presente trabalho visa contribuir com informações sobre a fauna de macroinvertebrados e sua utilização como bioindicadora da qualidade de água de um açude urbano no município de Cruz das Almas. A presente monografia está estruturada em duas partes: uma revisão bibliográfica e um artigo científico apresentando os resultados obtidos nesse estudo.

Palavras chaves: Monitoramento, integridade ecológica, índices bióticos, ecossistemas dulcícolas.

RESUMO

Conceição, Araujo Adreani da, Bachelor in Biology, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Julho de 2016. Title: Benthic macroinvertebrates as bioindicators of water quality in an urban dam in the Recôncavo of Bahia. Advisor: Sergio Schwarz da Rocha.

Aquatic ecosystems over the past decades have been constantly degraded as a result of population growth and the rise of anthropogenic activities. Currently it has become a growing need to monitor and manage appropriately these ecosystems. Aiming to monitor and assess the health of aquatic ecosystems have been proposed and implemented different methodologies for assessing ecological integrity. An important tool used is the biomonitoring that is the use of bodies to assess the changes in the environment. The bioindicadores bodies should be easy to identify, have well-defined taxonomy, presenting broad geographic and low mobility distribution. The fish fauna, the periphyton and benthic macroinvertebrates are important bio-indicators. The wide use of this community as bioindicators due to the characteristics, such as sedentary lifestyle, lifecycles relatively short, reflecting faster environmental changes through the changes in the structure of populations and communities; high biological diversity; and easy sampling. In Brazil, the biological index most widely used in biomonitoring of aquatic ecosystems is BMWP (Biological Monitoring Working Party). This index was developed by the UK Department of Environment, in 1976 to be used in biological classification of water quality. Its wide use is attributed to the fact that this requires an identification of bodies only to the family level is therefore more suitable for the evaluation of Brazilian ecosystems due to lack of taxonomic keys and specific taxonomists. Therefore, this study aims to contribute information on the benthic fauna and its use as a bio-indicator of an urban pond water quality in Cruz das Almas. This monograph is divided into two parts: a literature review and a scientific article presenting the results of this study.

Key words: Monitoring, ecological integrity, biotic indices, freshwater ecosystems.

SUMÁRIO

Apresentação	1
Revisão bibliográfica.....	2
Referências bibliográficas	7
Resumo	13
Material e Métodos.....	16
Resultados.....	18
Discussão.....	26
Referências bibliográficas	30
Anexos.....	36

APRESENTAÇÃO

Esta monografia está estruturada em duas partes: (1) uma revisão bibliográfica sobre a importância dos bioindicadores, considerando aspectos do biomonitoramento nos ecossistemas aquáticos continentais utilizando os macroinvertebrados e o índice *Biological Monitoring Working Party* (BMWP); e (2) um artigo científico apresentando os resultados obtidos nesse estudo. O artigo segue as normas da revista *Biotemas* (ver anexo I).

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A quantidade e a qualidade das águas doces continentais no planeta são essenciais para a manutenção dos ciclos biológicos, geológicos e químicos que garantem equilíbrio aos ecossistemas, além de serem indispensáveis à sobrevivência, conservação da vida e do meio ambiente (BORSOI & TORRES, 1997; GRAF, 2000; TUNDISI, 2003).

Os ecossistemas aquáticos continentais brasileiros detêm uma enorme diversidade de fauna e flora (ROCHA, 2003). Múltiplas finalidades são atribuídas a esses ecossistemas, tais como: abastecimento público, recreação, navegação, produção de alimentos e a conservação da vida silvestre (ESTEVES 1998, MORAES & JORDÃO, 2002). Infelizmente, nos dias atuais a deterioração dos ecossistemas aquáticos brasileiros decorrentes, principalmente, do aumento populacional, desmatamento, poluição, eutrofização, avanço industrial e agropecuário (RAGONHA *et al.*, 2014; COPATTI *et al.*, 2010; REMOR *et al.*, 2014) tem reduzido drasticamente a diversidade biológica presente nesses ambientes, inviabilizando os múltiplos usos da água (CAMELO, 2013).

De acordo com Fernandes *et al.* (2007) a perturbação ambiental é um importante determinante da estrutura e dos processos de um ecossistema uma vez que os ambientes são dinâmicos e a capacidade de resiliência das espécies permite que uma vasta biota sobreviva no meio. Entretanto, alguns autores salientam que as perturbações de origem antrópica nos sistemas aquáticos ocasionam alterações na qualidade da água as quais reduzem a capacidade do sistema de manter suas comunidades (COPATTI *et al.*, 2010; CALLISTO *et al.*, 2004). Desta forma, a constante degradação dos ecossistemas aquáticos tem tornado cada vez mais emergente a necessidade de conhecer a diversidade biológica e suas inter-relações em seus mais amplos níveis para que possam ser traçados planos de monitoramento e proteção ambiental (TOGORO, 2006).

Alguns autores salientam que avaliações da qualidade da água por meio de metodologias envolvendo somente os parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos não são suficientes para a avaliação da integridade ecológica do ambiente (CALLISTO *et al.*, 2004; DOCILE & FIGUEIRÓ, 2013; REMOR *et al.*, 2014). Tais avaliações registram o estado do ambiente somente no momento da coleta, tornando necessária a realização de inúmeras análises geralmente custosas para que seja realizado um monitoramento eficiente (METCALF, 1989; BUSS *et al.*, 2015). Além disso, estudos utilizando os parâmetros químicos e físicos são insuficientes para a avaliação dos efeitos

da alteração da água sobre as comunidades biológicas (GOULART & CALLISTO, 2003). Neste contexto, o monitoramento biológico é uma importante ferramenta e alternativa para identificar as respostas do ambiente aos impactos causados pela ação antrópica (BUSS *et al.*, 2003).

O biomonitoramento ou monitoramento biológico caracteriza-se por utilizar organismos vivos para avaliar as mudanças ocorridas no ambiente (AMORIM & CASTILLO, 2009; PINTO 2009; KAMADA *et al.*, 2012; RINALDI, 2007). A avaliação da integridade biótica dos ecossistemas aquáticos utilizando o biomonitoramento pode ser mensurada e interpretada por modificações na diversidade e abundância de organismos resistentes, perda de espécies sensíveis e avaliação da riqueza de espécies (GOULART & CALLISTO, 2003; SILVA *et al.*, 2014).

Organismos bioindicadores têm sido amplamente utilizados na avaliação de distúrbios de origem natural, antrópica e na avaliação da integridade ecológica de diversos ecossistemas em todo o mundo (FERNANDES, 2007). De acordo com Buss & Nessimean (2003) e Rinaldi (2007) para que uma espécie possa ser considerada como bioindicadora ela deve ser de fácil identificação, ter sua taxonomia bem definida, apresentar ampla distribuição geográfica e baixa mobilidade, ser abundante e de fácil amostragem, além de possuir características ecológicas bem conhecidas. A ictiofauna, a comunidade perifítica e os macroinvertebrados bentônicos são importantes bioindicadores (TANIWAKI & SMITH, 2011). Dentre estes grupos, a comunidade bentônica é a mais utilizada como bioindicadora da integridade ecológica (CALLISTO *et al.*, 2001; CORTEZZI *et al.*, 2009; FLYNN *et al.*, 2015; BUSS *et al.*, 2015).

Rosenberg & Resh, (1993) definem os macroinvertebrados bentônicos como aqueles indivíduos que habitam o sedimento do fundo dos ecossistemas aquáticos, colonizando substratos lodosos e/ou arenosos, macrófitas aquáticas, algas filamentosas, folhiços, cascalho, restos de troncos e rochas durante uma fase ou todo o seu ciclo de vida.

O modo de vida basicamente sedentário da maioria dos macroinvertebrados, sua elevada abundância nos mais diversificados ambientes, a baixa mobilidade (CALLISTO & ESTEVES, 1995; GOULART & CALLISTO, 2003), a facilidade de amostragem e identificação (METCALF, 1989) sua ampla tolerância às diferentes variações de poluição e o fato de apresentarem um ciclo de vida geralmente curto quando comparado com outros organismos (DOCILE & FIGUEIRÓ, 2013), são características

apresentadas pela comunidade bentônica que torna a sua utilização como bioindicadora bastante difundida e frequente em todo o mundo (GALVES *et al.*, 2007).

A composição, estrutura e a distribuição da comunidade bentônica são influenciadas pela disponibilidade de recursos, competição, concentração de oxigênio e a natureza química do substrato (BARBOLA *et al.*, 2011). De maneira geral, a fauna bentônica dulciaquícola é composta por uma grande variedade de táxons tais como: Arthropoda (insetos, ácaros e crustáceos), Mollusca (gastrópodos e bivalves), Annelida (oligoquetos e sanguessugas), Nematoda e Platyhelminthes. Dentre todos esses táxons, destaca-se a abundância e a diversidade das formas imaturas (larvas, pupas e ninfas) de insetos, principalmente Diptera, Coleoptera, Ephemeroptera, Hemiptera, Neuroptera, Odonata, Plecoptera e Trichoptera (RIBEIRO & UIEDA, 2005; NUNES *et al.*, 2010).

Nos ambientes lóticos e lênticos, os macroinvertebrados constituem uma importante comunidade desempenhando inúmeras funções ecológicas, dentre elas a ciclagem de nutrientes através da fragmentação de matéria orgânica, reduzindo o tamanho das partículas orgânicas e facilitando a ação dos organismos decompositores (MARQUES *et al.*, 1999; CALISTO & ESTEVES, 1995; CAMELO, 2013). Além disso, ocupam uma posição importante dentro da cadeia alimentar, como componentes da dieta de anfíbios, répteis, aves e peixes (ABÍLIO *et al.*, 2007).

Visando monitorar e avaliar a integridade dos ecossistemas aquáticos foram propostas e implementadas diferentes metodologias de avaliação, cujo objetivo foi monitorar as condições ecológicas destes ecossistemas (MELO *et al.*, 2015). Os primeiros trabalhos científicos que avaliaram os efeitos dos impactos ambientais sob as comunidades de fungos, protozoários e bactérias foram realizados no início do século XX por Kolkwitz & Marsson (1909), tais trabalhos foram de suma importância para o surgimento de diversos índices bióticos que utilizavam outros organismos como bioindicadores da qualidade da água (DOCILE & FIQUEIRÓ, 2013).

No final da década de 1960 alguns países da Europa começaram a utilizar índices bióticos que utilizavam macroinvertebrados bentônicos como organismos bioindicadores na avaliação da qualidade ambiental (TOLKAMP, 1985). Esses índices consistiam em atribuir um valor numérico a um determinado táxon de acordo com a sua tolerância às perturbações ambientais (BUSS *et al.*, 2003).

Em 1976 foi desenvolvido na Grã-Bretanha, pelo Departamento Britânico de Meio Ambiente, um grupo de trabalho para sintetizar as informações e conhecimento sobre os índices bióticos existentes na época, culminando na origem do índice biótico

Biological Monitoring Working Party Score System (BMWP), desenvolvido para ser utilizado na classificação biológica da qualidade da água (METCALFE 1989; BUSS *et al.*, 2003, CAMELO, 2013).

O BMWP utiliza os macroinvertebrados bentônicos como indicadores da integridade ambiental. Esse índice baseia-se na identificação dos organismos até o nível de família, sendo que cada uma delas recebe uma pontuação que oscila de 1 a 10 de acordo com o seu grau de tolerância ambiental (BUSS *et al.*, 2003). Desta forma, famílias que são consideradas sensíveis recebem pontuações maiores e aquelas consideradas tolerantes recebem pontuações menores; o somatório das pontuações de todas as famílias amostradas irá corresponder a uma das cinco classes de classificação da qualidade da água estabelecidas pelo índice e, quanto maior o valor obtido, maior o nível de integridade do ambiente estudado (PINTO, 2009).

Segundo Corgozinho *et al.*, (2004), a ampla utilização do BMWP é atribuída aos seguintes fatores: 1) identificação dos organismos somente ao nível de família sendo, portanto, ideal para a avaliação dos ecossistemas brasileiros, devido à escassez de chaves taxonômicas e taxonomistas específicos de alguns grupos zoológicos; 2) facilidade e baixo custo da amostragem, tornando sua utilização mais econômica quando comparados com outros indicadores de qualidade ambiental.

Pelo exposto, a criação do BMWP foi um grande marco para a conservação e monitoramento dos ecossistemas aquáticos e sua versão original foi utilizada por diversos países na Europa dentre eles a Espanha e a Holanda e em diversas regiões do mundo (METCALFE, 1989; GONÇALVES, 2006). Entretanto, esse mesmo índice têm sofrido constantes atualizações e adaptações, nos anos noventa, Alba-Tercedor e Sánchez-Ortega (1998) fizeram uma nova versão do BMWP para utilização na Península Ibérica, onde o índice passou a ser denominado BMWP'. No Brasil, foi adaptado por Junqueira & Campos (1998), Loyola (2000) e, mais recentemente, pelo Instituto Ambiental do Paraná (IAP, 2002, 2007), passando a ser denominado também BMWP'.

As últimas adaptações foram feitas após dez anos de estudos sobre as famílias frequentes e importantes da fauna brasileira, resultando na adição de novas famílias, as quais foram adicionadas por equivalência ecológica ou por semelhanças ao nível de tolerância à poluição (RUARO *et al.*, 2010). Atualmente o BMWP' tem sido amplamente e frequentemente utilizado na avaliação de ecossistemas aquáticos brasileiros em diferentes regiões, tais como Mato Grosso do Sul (FERRAZ *et al.*, 2014),

Rio Grande do Sul (CUNHA *et al.*, 2003; STRIEDER, 2006; COPATTI *et al.*, 2010) e Paraná (RUARO *et al.*, 2010; REMOR *et al.*, 2014).

Dessa forma, dada a importância da comunidade bentônica na estrutura e dinâmica dos ecossistemas aquáticos continentais e seu relevante papel como bioindicadora, torna-se necessário o estudo desses organismos principalmente no Recôncavo Baiano onde pesquisas utilizando os macroinvertebrados como bioindicadores da qualidade de água ainda são escassos. Nesse contexto, o presente trabalho visa contribuir com informações sobre a fauna de macroinvertebrados e sua utilização como bioindicadora da qualidade de água de um açude urbano no município de Cruz das Almas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABÍLIO, F. J. P.; DE MELO RUFO, T. L.; DE SOUZA, A. H. F. F., DA SILVA FLORENTINO, H.; DE OLIVEIRA JUNIOR, E. T.; MEIRELES, B. N., & SANTANA, A. C. D. Macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores de qualidade ambiental de corpos aquáticos da Caatinga. **Oecologia brasiliensis**, v.11, n. 3, p. 397-409, 2007.

AGOSTINHO, A. A.; THONNOZ, S. M.; GOMES, L. C. Conservação da biodiversidade em água continentais do Brasil. **Megadiversidade**. v.1, n.1, p.71-76. Jul. 2005.

ALBA-TERCEDOR, J. & SÁNCHEZ-ORTEGA, A.(1988). Um método rápido y simple para evaluar la calidad biológica de las aguas corrientes basado em el de Hellawel. **Limnética**, v. 4, p.51-54, 1978.

AMORIM, A. C. F., & CASTILLO, A. R. Macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores da qualidade da água do baixo rio perequê, Cubatão, São Paulo, Brasil. **Biodiversidade Pampeana**, v.7, n.1, p.16-22. Fev. 2009.

BARBOLA, I. F.; MORAES, M. F.; ANAZAWA, T. M.; NASCIMENTO, E. A., SEPKA, E. R.; POLEGATTO, C. M.; SCHÜHLI, G. S. Avaliação da comunidade de macroinvertebrados aquáticos como ferramenta para o monitoramento de um reservatório na bacia do rio Pitangui, Paraná, Brasil. **Iheringia, Série Zoologia**, Porto Alegre, v. 101, n. 1-2, p. 15-23. Jun. 2011.

BORSOI, Z. M. F., & TORRES, S. D. A. A política de recursos hídricos no Brasil. **Revista do BNDES**, v.4, n.8, p.143-166, Dez. 1997.

BUSS, D. F.; BAPTISTA, D. F.; NESSIMIAN, J. L. Bases conceituais para a aplicação de biomonitoramento em programas de avaliação da qualidade da água de rios. Conceptual basis for the application of biomonitoring on stream water. **Caderno de Saúde Pública**, v.19, n.2, p.465-473, Mar-Abr. 2003.

BUSS, D. F.; CARLISLE, D. M.; CHON, T. S., CULP, J.; HARDING, J. S.; KEIZER-VLEK, H. E.; HUGHES, R. M. Stream biomonitoring using macroinvertebrates around the globe: a comparison of large-scale programs. Environmental monitoring and assessment. **Environmental monitoring and assessment**, v. 187, n. 1, p. 1-21. Dez.

CALLISTO, M.; ESTEVES, F. A. Distribuição da comunidade de macroinvertebrados bentônicos em um ecossistema amazônico impactado por rejeito de bauxita–Lago Batata (Pará, Brasil). **Oecologia Brasiliensis**, v. 1, n. 1, p. 335-348, 1995.

CALLISTO, M.; GONÇALVES JR, J. F.; MORENO, P. Invertebrados aquáticos como bioindicadores. *In: Navegando o Rio das Velhas das Minas aos Gerais*. Belo Horizonte, v. 1, p. 1-12, 2004.

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

CAMELO, F. R. B. **Avaliação da qualidade ambiental da bacia do Rio Uberabinha através de um índice BMWP adaptado**. 2013. 61p. Dissertação (Mestrado em Ecologia) Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2013.

CARDOSO, S. R., & NOVAES, C. P. Variáveis limnológicas e macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores de qualidade da água. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, v. 1, n. 5, 2013.

COPATTI, C. E.; SCHIRMER, F.; MACHADO, J. Diversidade de macroinvertebrados bentônicos na avaliação da qualidade ambiental de uma microbacia no sul do Brasil. **Revista Perspectiva**, v. 34, n.135, p. 79-91, Oct- Out. 2010.

COPATTI, Carlos Eduardo et al. Bioassessment using benthic macroinvertebrates of the water quality in the Tigreiro river, Jacuí Basin. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 35, n. 4, p. 521-529. Out/Dez. 2013.

CORGOSINHO, P. H. C.; CALIXTO, L. S. F.; FERNANDES, P. L.; GAGLIARDI, L. M.; BALSAMÃO, V. L. P. Diversidade de habitats e padrões de diversidade e abundância do bentos ao longo de um afluente do reservatório de três Marias, MG. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.71, n.2, p.227-232, Abri-Jun. 2004.

CORTEZZI, S. S., BISPO, P. D. C., PACIENCIA, G. D. P., LEITE, R. C. Influência da ação antrópica sobre a fauna de macroinvertebrados aquáticos em riachos de uma região de cerrado do sudoeste do Estado de São Paulo. **Iheringia, Série. Zoologia**, n.99, v.1, p.36-43. Mar. 2009

CUNHA, R. W.; GARCIA JUNIOR, M. D. N.; ALBERTONI, E. F.; PALMA-SILVA, C. Qualidade de água de uma lagoa rasa em meio rural no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.7, p.770-779. Abr. 2013.

DOCILE, T. N., & FIGUEIRÓ, R. Histórico e perspectivas da utilização de macroinvertebrados no monitoramento biológico de ecossistemas aquáticos no Brasil. **Acta Scientiae & Technicae**, v.1, n.1, Fev. 2013.

ESTEVEZ, F. A. Fundamentos de limnologia. In: ESTEVES, F. A. Comunidade Bentônica. Interciência/Finep, p.195-202,1988.

FERNANDES, A. C. Macroinvertebrados bentônicos como indicadores biológicos de qualidade de água: Proposta para elaboração de um índice de Integridade Biológica. 2007.226p. Tese (Doutorado em ecologia) Universidade de Brasília, Brasília 2007.

FERRAZ, D. E.; DOS SANTOS, R. M.; REBUSTINI, M. E. A valiação da qualidade da água da lagoa maior, três lagoas/MS, utilizando macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores. **Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 10, n. 3, 2014.

FLYNN, M. N.; DA SILVA FERNANDES, D. A., & DOS SANTOS FILHO, E. G. Macrofauna Bêntica de Substratos Artificiais, Ribeirão do Meio, Município de Socorro,

São Paulo-SP. **RevInter Revista de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade**, v. 3, n. 1. Nov/Fev. 2015.

GALVES, W.; JEREP, F. C.; SHIBATTA, O. A. Estudo da condição ambiental pelo levantamento da fauna de três riachos na região do Parque Estadual Mata dos Godoy (PEMG), Londrina, PR, Brasil. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, v. 2, n. 1, p. 55-65, 2007.

GONÇALVES, F. B. **Análise comparativa de índices bióticos de avaliação de qualidade de água, utilizando macroinvertebrados, em um rio litorâneo do estado do Paraná**. 2006. Dissertação (Mestrado em ecologia e conservação) tese de mestrado, Universidade Federal do Paraná, Paraná 2006.

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

GRAF, A. C. B. Água, bem mais precioso do milênio: o papel dos Estados. **Revista CEJ**, v. 4, n. 12, p. 30-39. Set/Dez. 2000.

IAP INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ. Avaliação e monitoramento dos Recursos Hídricos. 2002. Disponível em:< <http://www.meioambiente.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo>>. Acesso em: 10 nov. 2012, as 10:36:58.

IAP-Instituto Ambiental do Paraná. **Avaliação da qualidade da água através dos macroinvertebrados bentônicos – índice BMWP**. Circular Técnica, p.26, 2007.

JUNQUEIRA, V. M.; CAMPOS, S. C. M. Adaptation of the “BMWP” method for water quality evaluation to Rio das Velhas watershed (Minas Gerais, Brazil). **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 10, n. 2, p. 125-135, 1998.

KAMADA, M. D. L.; DE LUCCA, G. M.; DE LUCCA, J. V. Utilização dos macroinvertebrados bentônicos como indicadores da qualidade da água no córrego retiro saudoso, em Ribeirão Preto–SP. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v.8, n.2, 2012.

LOYOLA, R. G. N. 200. Atual estágio do IAP no uso de índices biológicos de qualidade. In: **Anais do V Simpósio de Ecossistemas Brasileiros de Conservação**. ACIESP, São Paulo, p. 46-52.

MARQUES, M.G.S.M.; FERREIRA, R.L.; BARBOSA, F.A.R. A comunidade de macroinvertebrados aquáticos e características limnológicas das lagoas Carioca e da Barra, Parque Estadual do Rio Doce, MG. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 59, p.203-210. Jun. 1999.

MELO, S.; STENERT, C.; DALZUCHIO, M. S.; MALTCHIK, L. Development of a multimetric index based on aquatic macroinvertebrate communities to assess water quality of rice fields in southern Brazil. **Hydrobiologia**, v. 742, n. 1, p. 1-14, 2015.

METCALFE, Janice L. Biological water quality assessment of running waters based on macroinvertebrate communities: history and present status in Europe. **Environmental pollution**, v. 60, n. 1, p. 101-139. Mar.1989.

MONTEIRO, T. R.; OLIVEIRA, L. G.; GODOY, B. S. Biomonitoramento da qualidade de água utilizando macroinvertebrados bentônicos: adaptação do índice biótico BMWP à bacia do rio Meia Ponte-GO. **Oecologia brasiliensis**, v. 13, n.3, p. 555-563, 2008.

MORAES, D.S.L., & JORDÃO, B.Q. Degradação dos recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana. R. **Saúde Pública**, v.36, p.370-74. Mar. 2002.

NUNES, M. V.; MACHADO, E. R., DE LUCCA, J. V.; ROCHA, O. C. Composição da macrofauna bentônica durante o processo de recuperação da mata ciliar do rio mandu em Pouso Alegre, MG. Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista, **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 6, n. 2, 2010.

PINTO, R. R. Macroinvertebrados bentônicos como indicadores de poluição em rios urbanos: um estudo do Rio Grande, 2009. Disponível em: <<http://dspace.universia.net/Hotmail/2024/210>>. Acesso em: 09 mar. 2015.

RAGONHA, F. H.; TRAMONTE, R. P.; TAKEDA, A. M. Fauna de macroinvertebrados no Parque Estadual das Várzeas do rio Ivinhema-MS. **Arquivos do Museu Dinâmico Interdisciplinar**, v.18, n.1, p.28-42, 2014.

REMOR, M.B.; HERMOSO, M. SGARBI, L. F.; PRESTES, T. M. V. CÂMARA. C. D. Qualidade da água do Rio das Pedras utilizando macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores. **Cultivando o saber**, v.6, n.2, p.97-111, p. 165-169, Abr/Jun 2014.

RIBEIRO, L.; UIEDA, V. S. Estrutura da comunidade de macroinvertebrados bentônicos de um riacho de serra em Itatinga, São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v.22, n.3, p.613-618. Set.2005.

RINALDI, S. A. **Uso de macroinvertebrados bentônicos na avaliação do impacto antropogênico das nascentes do parque estadual do Jaraguá**, São Paulo. 2007.70p. Dissertação (Mestrado em Ciências) Universidade de São Paulo, São Paulo 2007.

ROCHA, O. Perfil do conhecimento de biodiversidade em águas doces no Brasil. Biodiversidade brasileira: síntese do estado atual do conhecimento. **Editora Contexto**, São Paulo (in Portuguese), p. 165-169, 2003.

ROSENBERG, D. M. & RESH, V. H., 1993, Introduction to freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates. In: D. M. Rosenberg & V. H. Resh (eds.), **Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates**. Chapman & Hall, New York, pp. 1-9

RUARO, R.; GUBIANI, É. A. A scientometric assessment of 30 years of the Index of Biotic Integrity in aquatic ecosystems: applications and main flaws. **Ecological Indicators**, v.29, 105-110, Dez. 2010

SILVA, D. R.; LIGEIRO, R.; HUGHES, R. M.; CALLISTO, M. Visually determined stream mesohabitats influence benthic macroinvertebrate assessments in headwater streams. **Environmental monitoring and assessment**, v. 186, n. 9, p. 5479-5488. Abr. 2014.

STRIEDER, M. N.; RONCHI, L. H.; STENERT, C.; SCHERER, R. T.; NEISS, U. G. Medidas biológicas e índices de qualidade da água de uma microbacia com poluição urbana e de curtumes no sul do Brasil. **Acta Biologica Leopondensia**, v. 28, n. 1, p. 17-24, 2006.

TANIWAKI, R. H., & SMITH, W. S. Utilização de macroinvertebrados bentônicos no biomonitoramento de atividades antrópicas na bacia de drenagem do Reservatório de Itupararanga, Votorantim-SP, Brasil. **Journal of the Health Sciences Institute**, v. 29, n.1, p. 7-10, 2011.

TOGORO, E. S. **Qualidade da água e integridade biótica: estudo de caso num trecho fluminense do rio paraíba do sul**. 2006. 184p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

TOLKAMP, H. H. Biological assessment of water quality in running water using macroinvertebrates: a case study for Limburg, The Netherlands. **Water Science and Technology**, v. 17, n. 6-7, p. 867-878, 1985.

TUNDISI, J.G. 2003. Ciclo hidrológico e gerenciamento integrado. **Ciência e Cultura**, v. 55, n. 4, p. 31-33, 2003.

Macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores da qualidade de água em um açude urbano no Recôncavo Baiano

Adreani Araujo da Conceição^{1*}

Sergio Schwarz da Rocha¹

¹ Laboratório de Bioecologia de Crustáceos (LABEC), Setor de Ciências Biológicas
Centro de Ciências Agrárias Ambientais e Biológicas Universidade Federal do
Recôncavo da Bahia – UFRB, Rua Rui Barbosa, 710, Campus Universitário, CEP
44380-000, Cruz das Almas-BA, Brasil

* Autor para correspondência

adreaniaraujo@outlook.com

Resumo

Os macroinvertebrados de água doce constituem um grupo diversificado de organismos, que habitam o sedimento dos ambientes aquáticos. A fauna bentônica tem sido amplamente utilizada como bioindicadora da integridade ecológica nos ecossistemas aquáticos continentais fornecendo relevantes informações para a elaboração de ações que visem à recuperação e a conservação desses ambientes. O presente trabalho teve como objetivo verificar a composição e os padrões estruturais (densidade, riqueza e diversidade) da fauna de macroinvertebrados bentônicos e avaliar a qualidade do açude do Clube de Campo Laranjeiras no município de Cruz das Almas, Bahia. Ao todo foram encontrados 3.822 espécimes sendo a riqueza taxonômica da macrofauna representada por 52 táxons distribuídos entre os seguintes filos: Annelida (1,7%) Arthropoda (84,7%) e Mollusca (13,6%). Subfilo Hexapoda foi o mais abundante (63,9%) e apresentou maior riqueza taxonômica com 42 famílias amostradas. Dentre os insetos, a ordem Diptera apresentou a maior abundância, representando (63,5%) dos insetos amostrados e a ordem Hemiptera maior riqueza taxonômica com seis famílias amostradas. Os resultados obtidos pelos índices biológicos BMWP' e diversidade de Shannon-Wiener, demonstraram que o açude Laranjeiras apesar de ser um açude urbano e, portanto encontrar-se vulnerável as alterações antrópicas, teve suas águas classificadas como de boa qualidade. Os resultados aqui apresentados foram úteis para o avanço do conhecimento da fauna macrobentônica local, além de reforçar o papel destes animais como ferramentas importantes na avaliação da integridade dos ecossistemas aquáticos.

Palavras-chaves: Monitoramento biológico, BMWP', Ecossistemas aquáticos, Invertebrados bentônicos.

Abstract

English title. Benthic macroinvertebrates as bioindicators of water quality in an urban dam in the Recôncavo of Bahia.

The freshwater macroinvertebrates represent a diverse group of organisms that live in the sediment of aquatic environments and have an essential role in aquatic ecosystem maintenance. The benthic fauna has been widely used as a bioindicator of the ecological integrity nsa Continental Aquatic Ecosystems providing information relevant to the actions Development que aimed at recovery and conservation of these environments. The aim of this study was the identification of the composition and structural patterns (density, richness, and diversity) of benthic macroinvertebrate fauna as well as assess the quality of the Clube de Campo Laranjeiras dam in Cruz das Almas, Bahia. A total of 3,822 specimens were found and taxonomic richness of the represented macrofauna for 52 taxa distributed in the following phyla: Annelida (1.7%), Arthropoda (84.7%) and Mollusca (13.6%). The subphyla Hexapoda was the most abundant (63.9%) and had the highest taxonomic richness with 42 families sampled. In the insect group, the order Diptera was the most abundant representing 63.5% of the insects sampled and the order Hemiptera had the highest taxonomic richness with six families sampled. The results obtained for the biological indexes BMWP' and Shannon-Wiener diversity index, show that the Laranjeira dam, although in an urban area and therefore vulnerable to the human changes, has what is considered good water quality. Our finds were helpful for the advancement on the knowledge of the local macrobenthic fauna, and corroborate the importance of the animals as important tools on the evaluation of the integrity of aquatic ecosystems.

Keywords: Biological monitoring, BMWP', Aquatic ecosystems, Benthonic invertebrates

Introdução

Os lagos urbanos são ecossistemas importantes, pois abrigam uma grande diversidade de fauna e flora, além de serem componentes importantes da paisagem das cidades (NABOUT; NOGUEIRA, 2011). A biota de um corpo d'água reflete as condições do ambiente fornecendo um diagnóstico das características ambientais do ecossistema, uma vez que quaisquer mínimas alterações influenciam na composição e estrutura da comunidade (AGOSTINHO et al., 2005; CORBI et al., 2009).

Um dos principais componentes da biota aquática são os macroinvertebrados bentônicos, os quais são definidos como organismos que vivem associados ao sedimento dos ecossistemas aquáticos pelo menos durante uma fase do seu ciclo de vida colonizando diferentes tipos de substratos (TANIWAKI; SMITH, 2011).

A estrutura da comunidade de macroinvertebrados bentônicos varia no tempo e no espaço devido à influência dos fatores abióticos e bióticos (CORTEZZI et al., 2009). Portanto, características morfológicas e físico-químicas do habitat, bem como as interações bióticas (ANDRADE et al., 2008) e disponibilidade de alimento (LIMA et al., 2013) podem influenciar diretamente a riqueza, abundância, composição e distribuição desses organismos.

Atualmente inúmeras atividades antrópicas decorrentes do crescimento urbano (desmatamento, lançamento de efluentes domésticos e industriais não tratados e a introdução de espécies exóticas) têm contribuído para uma expressiva redução na riqueza, abundância e distribuição desses organismos nos ecossistemas aquáticos brasileiros (AGOSTINHO et al., 2005; CARVALHO et al., 2008). Por este motivo, a avaliação da integridade ecológica tornou-se um assunto de fundamental importância para a manutenção deste recurso em todo o mundo (BAGATINI *et al.*, 2012), fornecendo subsídios para criação de estratégias de conservação e de recuperação desses ecossistemas (MAROTTA et al., 2008).

Uma importante ferramenta utilizada na avaliação dos ecossistemas aquáticos é o biomonitoramento, o qual consiste na utilização de organismos vivos para avaliar as mudanças ocorridas no ambiente, geralmente decorrentes das ações antrópicas (AMORIM; CASTILLO, 2009; NUNES et al., 2015). Baseia-se, portanto, na utilização de organismos cuja presença, quantidade e distribuição servem como indicadores de impactos ambientais no ecossistema aquático (CALLISTO et al., 2004).

Neste contexto, os macroinvertebrados bentônicos são importantes bioindicadores da integridade ecológica, pois são de fácil amostragem e identificação, apresentam uma ampla

distribuição geográfica (PEREIRA et al., 2014; NUNES et al., 2015), ciclo de vida longo possibilitando uma análise temporal dos efeitos das perturbações ambientais sobre a comunidade (KRAWCZYK et al., 2013; REMOR et al., 2014; RASHID & PANDIT, 2014;). Os indivíduos que constituem essa comunidade apresentam diferentes graus de tolerância às perturbações ambientais, o que favorece sua utilização como bioindicadores (GONÇALVES; MENEZES, 2011; KRAWCZYK et al., 2013). Além da sua função bioindicadora esses organismos participam de diversos processos ecológicos, tais como a ciclagem de nutrientes (MOREYRA; PADOVESI-FONSECA, 2015), decomposição de detritos (OLIVEIRA; CALLISTO, 2010; TELES et al., 2014) e compõem a dieta de outros invertebrados e vertebrados (COPATTI et al., 2010).

De acordo com REMOR et al., (2014), a avaliação da integridade ecológica dos ecossistemas aquáticos utilizando as respostas biológicas é o método mais vantajoso quando comparados com outros métodos que utilizam as variáveis abióticas (e.g. medidas físicas e químicas), pois estas últimas registram apenas a situação no momento da coleta, necessitando assim de mais repetições de análises para a realização de um monitoramento temporal eficiente.

No Brasil, o índice biológico mais amplamente utilizado no biomonitoramento dos ecossistemas aquáticos é o *Biological Monitoring Working Party System* (BMWP'). Este foi desenvolvido pelo Departamento Britânico de Meio Ambiente, em 1976 (BAPTISTA, 2008) e adaptado para diversas regiões no mundo (JUNQUEIRA; CAMPOS et al., 1998; ALBA TERCEDOR et al., 2002; MUSTOW, 2002; SEDEÑO-DÍAZ et al., 2012; MONTEIRO et al., 2008). Sua ampla utilização é atribuída ao fato dele exigir uma identificação dos organismos somente ao nível de família, sendo, portanto mais indicado para a avaliação dos ecossistemas brasileiros devido à escassez de chaves taxonômicas e taxonomistas específicos para alguns grupos de organismos (CORGOSINHO et al., 2004). Ao longo dos últimos anos tem sido constantemente utilizado na avaliação de lagoas (CUNHA et al., 2013; CARDOSO et al., 2014), córregos (NUNES et al., 2015; SILVA et al., 2007) reservatórios (BARBOLA et al., 2011), bacias (COPATTI et al., 2010) e rios (REMOR et al., 2014; MONTEIRO et al., 2008) brasileiros.

Pelo exposto, estudos utilizando a comunidade de macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores da integridade ecológica têm se mostrado como uma importante ferramenta, fornecendo relevantes informações acerca da qualidade ambiental de diversos ecossistemas aquáticos no Brasil e no mundo. Entretanto, estudos desta natureza ainda são escassos no Recôncavo Baiano, que vem sendo explorado de maneira predatória há muitos anos e com contínuo e intenso processo de poluição e degradação dos ambientes dulcícolas. Portanto, o

presente estudo teve como objetivo verificar a qualidade da água de um açude no município de Cruz das Almas, Bahia, utilizando a comunidade bentônica como bioindicadora da integridade biológica, através da aplicação do índice biológico BMWP'.

Material e Métodos

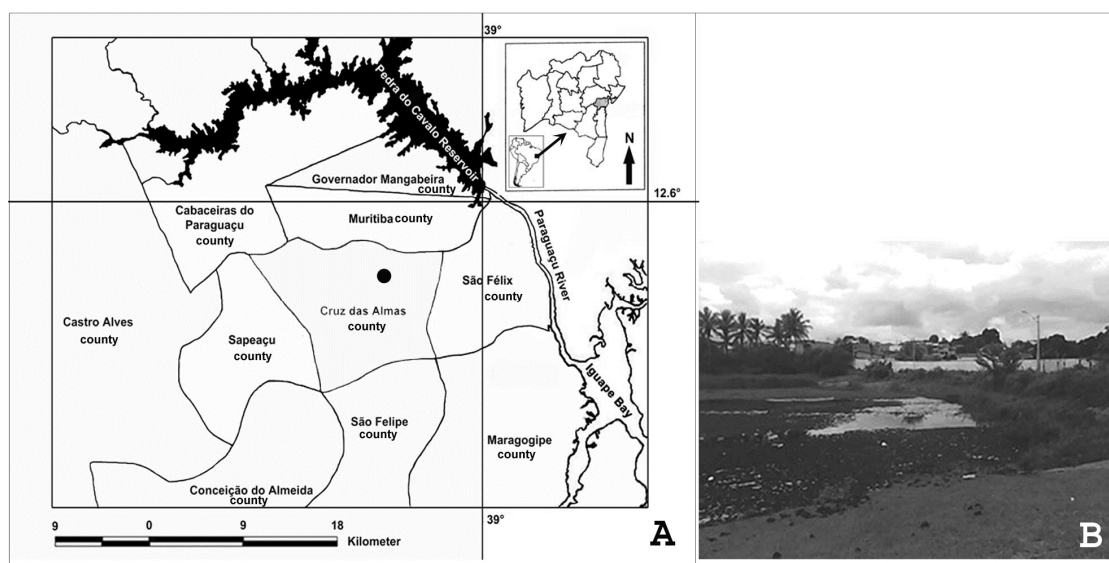
O presente estudo foi realizado no açude artificial do Clube de Campo Laranjeiras (12°39'59,54''S; 039°07'12,06''W), localizado na zona urbana do município de Cruz das Almas, estado da Bahia (Fig. 1). Este corpo d'água é caracterizado por ser um ambiente tipicamente lântico, sem a presença de mata ciliar, com substrato arenoso e visíveis sinais de ação antrópica (lixo, restos de embalagens plásticas, pegadas e fezes de animais) e de eutrofização (proliferação de macrófitas, tais como *Salvinia* sp.).

As coletas foram realizadas mensalmente durante um ano, de outubro de 2012 a setembro de 2013. A macrofauna bentônica foi capturada utilizando-se uma rede "D" (malha de 500 µm) que foi passada rente ao sedimento, e em movimentos ascendentes entre a vegetação marginal e macrófitas submersas. O esforço de coleta foi padronizado e consistiu do uso de um coletor durante cinco minutos (CORTES et al., 2002)

Todo material coletado foi acondicionado em sacos plásticos devidamente etiquetados, posteriormente foi transportado para o Laboratório de Bioecologia de Crustáceos (LABEC) onde foi fixado em solução de álcool a 70% contendo corante rosa de bengala (0,05%). Em seguida todo o material foi minuciosamente triado sob estereoscópico (Motic SMZ-168), quando os macroinvertebrados foram separados do folhicho, raízes e sedimento para posterior identificação taxonômica.

Os espécimes foram identificados em nível de família (exceto Oligochaeta, Hirudinea e Ostracoda) utilizando chaves de identificação específicas para cada grupo de animais (MELO, 2003; MELLO; HEPP 2008; COSTA et al. 2006; FROEHLICH, 2007; MUGNAI et al., 2010) e em seguida morfotipados. Segundo Melo (2009) e Corbi e Trivinho-Strixino (2006) a identificação dos macroinvertebrados em nível de família para utilização em estudos de biomonitoramento não compromete os resultados do biomonitoramento. Após a identificação, os organismos foram armazenados em frascos com álcool e depositados na coleção de invertebrados da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia.

FIGURA 1: (A) Mapa da região do Recôncavo da Bahia, com destaque para o município de Cruz das Almas (ponto preto); (B) açude Laranjeiras, município de Cruz das Almas, Bahia.



Para a avaliação da qualidade do ambiente dulcícola no açude Laranjeiras foi utilizado o índice biológico BMWP' (*Biological Monitoring Work Party System*), de acordo com IAP (2007). Cada família identificada recebeu uma pontuação que variou de 1 a 10 de acordo com o seu grau de sensibilidade aos níveis de poluição do ambiente; famílias mais sensíveis receberam pontuações mais elevadas enquanto famílias mais tolerantes receberam pontuações mais baixas (IAP, 2007). Além disso, foi utilizado também a adaptação do BMWP' proposta por MONTEIRO et al., (2008) para pontuar as famílias Belostomatidae e Naucoridae, as quais não estavam incluídas na lista do IAP (2007). O somatório das pontuações de todas as famílias amostradas correspondeu a uma das cinco classes de qualidade da água estabelecidas pelo índice.

Por fim, os índices de riqueza, diversidade de Shanow-Wiener, dominância e equitabilidade de Pielou foram calculados utilizando-se o programa de computador PAST versão 3.0 (HAMMER et al., 2001). Devido à impossibilidade de identificação dos morfotipos dos indivíduos no estágio de pupa, estes não foram incluídos nos cálculos dos referidos índices.

Resultados

Ao todo foram coletados 3.822 espécimes sendo a riqueza da macrofauna representada por 48 táxons distribuídos entre os seguintes filos: Arthropoda (n = 3.238; 84,7%), Mollusca (n = 520; 13,6%) e Annelida (n = 64; 1,7%) (Tabela 1).

Tabela 1. Composição taxonômica e abundância absoluta da comunidade de macroinvertebrados bentônicos do açude Laranjeiras.

TÁXONS	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	TOTAL
FILO ANNELIDA													
Classe Hirudinea	1					1			6	3	32	2	45
Classe Oligochaeta							1	1		7	10		19
FILO ARTROPHODA													
SUB-FILO HEXAPODA													
ORDEM COLEOPTERA													
Família Curculionidae		1											1
Família Dytiscidae	1			4	1	1	2	2	2	2	3	3	21
Família Dytiscidae (Larva m1)	1	2			4	3	3		8	1		2	24
Família Dytiscidae (Larva m2)		2					2						4
Família Haplidae										1	2		3
Família Hydrophilidae					1			3	6	5			15
Família Hydrophilidae (m1)								2					2
Família Noteridae			1	1		3	3	1	13		14	3	39
Família Noteridae (larva)						3				5	1		9
ORDEM DIPTERA													
Família Ceratopogonidae	11	32		1			19	6	24	3		23	119
Família Ceratopogonidae (pupa)	1	2						49			14		66
Família Chironomidae (m1)	32	111	4	8	72	69	122	10	198	94	66	23	809
Família Chironomidae (m2)	11	10			11	10	18	14	72	20	45	41	252
Família Chironomidae (m3)			2		11			81		77		4	175

Família Chironomidae (m4)		11		3	3	5						22
Família Chironomidae (pupa m1)		3								3		6
Família Chironomidae (pupa m2)								1		3		4
Família Chironomidae (pupa)					4			1				5
Família Culicidae		14		2		13	3	10	5	23	4	74
Família Culicidae (pupa m1)	1	1			4	4		1		2	1	14
Família Culicidae (pupa m2)					4							4
Família Tabanidae (pupa)								1				1
ORDEM EPHEMEROPTERA												
Família Baetidae	3	2	2	3	1	10		3	1	1		26
Família Caenidae (<i>Caenis</i> sp.)											1	1
Família Leptophlebiidae				2	1							3
ORDEM HEMIPTERA												
Família Belostomatidae (m1)	2	1	1		3	3	1	9	6	1		27
Família Belostomatidae (m2)	3	4		1	3		2					13
Família Corixidae	1											1
Família Mesoveliidae	6		2				1	4				13
Família Naucoridae	3	1	34	1	1	1	1	1	11	4		58
Família Notonectidae	40	44	105	62	34	24	52	103	30	9	9	512
Família Pleidae	2					1						3
ORDEM ODONATA												
Família Aeshinidae (<i>Limnetron</i>)									1			1
Família Coenagrionidae (m1)	2	9			1				4	3	2	21

Família Coenagrionidae (m2)		7											7
Família Corduliidae (<i>Neocordulia</i>)	4					1	1		1		1		8
Família Libellulidae (<i>Dythemis</i>)	2				1						1		4
Família Libellulidae (<i>Elasmothermis</i>)				1									1
Família Libellulidae (<i>Erythrodiplax</i> sp 1)	2		13	18	2	1	2		2	6		1	47
Família Libellulidae (<i>Erythrodiplax</i> ssp2)		1	4	4	1								10
Família Libellulidae (<i>Idiataphe</i> sp1)			1										1
Família Libellulidae (<i>Idiataphe</i> sp2)			1										1
Família Libellulidae (<i>Libellula</i>)							1				10		11
ORDEM TRICOPTHERA													
Família Hydroptilidae	2	4											6
SUB- FILO CRUSTACEA													
Classe Ostracoda (m1)	134	35	5	7	11			16	32	4	24	8	276
Classe Ostracoda (m2)	21	10						10			4	8	53
ORDEM MALACOSTRACA													
ORDEM DECAPODA													
Família Palemonidae	86	75	53	97	27	23	58	9	27	1	7	2	465
<i>Macrobrachium jelskii</i>													
FILO MOLLUSCA													
ORDEM GASTROPHODA													
Família Thiaridae													
<i>Melanoides tuberculata</i>	37	28	8	49	38	25	82	47	26	32	53	58	483

Família Planorbidae	2				1				3	21	1	9	37
TOTAL	411	410	197	229	255	199	375	311	554	340	337	204	3822

O subfilo Hexapoda apresentou a maior riqueza e abundância da amostra (n = 2.444; 63,9%), sendo representado por 23 famílias distribuídas nas ordens Coleoptera (n = 118), Diptera (n = 1551), Ephemeroptera (n = 30), Hemiptera (n = 627), Odonata (n = 112) e Trichoptera (n = 6).

Dentre os hexápodes, a ordem Hemiptera apresentou a maior riqueza representada por seis famílias (Belostomatidae, Corixidae, Noteridae, Notonectidae, Mesoveliidae e Pleidae). Em termos de abundância relativa, a família Notonectidae foi a mais abundante representando (81,6%) de todos os hexápodes amostrados. Por outro lado, a ordem Diptera foi a mais abundante com um total de 1.551 exemplares, distribuídos em quatro famílias (Chironomidae, Ceratopogonidae, Culicidae e Tabanidae). Dentre estas, a família Chironomidae foi a mais abundante, representando (n = 1236; 82,1%) dos dípteros amostrados, seguida por Ceratopogonidae (n = 185; 11,9%), Culicidae (n = 92; 4,8%) e Tabanidae (n = 1; 0,1%).

O subfilo Crustacea foi o segundo grupo taxonômico mais abundante com 794 indivíduos amostrados, representando 20,6% de toda a amostra. Este subfilo esteve representado pela classe Ostracoda (n = 329; 41,4%) e família Palemonidae (n = 465; 58,6%), sendo esta última representada por uma única espécie, *Macrobrachium jelskii* (Miers, 1877).

O filo Mollusca, por sua vez, foi representado por apenas duas famílias: Planorbidae (n = 37; 7,1%) e Thiaridae (n = 483; 92,9%). A família Thiaridae foi a mais abundante com uma única espécie amostrada, *Melanoides tuberculata* (Muller, 1774).

Dentre todos os fillos amostrados, o filo Annelida foi o menos representativo em termos de abundância sendo representado por apenas duas classes: Hirudinea (n = 45; 70,3%) e Oligochaeta (n = 19; 29,7%).

A análise dos macroinvertebrados revelou que as famílias Chironomidae, Thiaridae e Palemonidae, estiveram presentes em todas as coletas. Por outro lado, as famílias Aeshinidae, Curculionidae, Tabanidae, Caenidae e Corixidae foram amostradas uma única vez e apenas um exemplar de cada uma delas foi coletado.

A diversidade da fauna de macroinvertebrados estimada pelo índice de Shannon-Wiener foi igual a 2,7 enquanto a dominância e a equitabilidade foram iguais a 0,1 e 0,7, respectivamente (Tabela 2).

Tabela 2. Índices de riqueza taxonômica, diversidade de Shanon-Wiener, Dominância e Equitabilidade calculados a partir da fauna de macroinvertebrados bentônicos coletada no açude Laranjeiras, município de Cruz das Almas, Bahia.

Riqueza taxonômica	48
Diversidade de Shanon-Wiener	2,7
Dominância	0,1
Equitabilidade (Pielou)	0,7

O valor calculado (*score* total) para o índice biótico BMWP' foi 120, classificando a água do açude Laranjeiras como de Classe II, portanto considerada de boa qualidade (Tabelas 3 e 4).

Tabela 3. Famílias de macroinvertebrados bentônicos registrados no açude Laranjeiras, seus respectivos valores de tolerância e pontuação total, de acordo com o índice BMWP' (IAP, 2007; MONTEIRO et al., 2008)

TAXONS	BMWP'
Leptophlebiidae	10
Aeshidae	8
Lestidae	8
Libellulidae	8
Palemonidae	6
Thiaridae	6
Coegronidae	6
Hydroptelidae	6
Belastomatidae	8
Noteridae	5
Baetidae	4
Ceratopogonidae	4
Curculionidae	4
Tabanidae	4
Hirudinea	1
Dytiscidae	3
Hydrophilidae	3
Mesoveliidae	3
Naucoridae	3
Notonectidae	3
Planorbidae	3
Pleidae	3
Ostracoda	3
Corixidae	3
Chironomidae	2
Culicidae	2
Oligochaeta	1
PONTUAÇÃO TOTAL	120

Tabela 4. Classificação da qualidade da água de acordo com o BMWP' (IAP, 2007), com modificações.

CLASSE	QUALIDADE	VALOR	SIGNIFICADO
I	ÓTIMA	>150	Águas muito limpas (águas prístinas)
II	BOA	101 - 149	Águas não poluídas ou sistemas perceptivelmente não alterado.
III	ACEITÁVEL	61 - 100	São evidentes efeitos moderados de poluição
IV	DUVIDOSA	36 - 60	Águas muito poluídas (sistema alterado)
V	CRÍTICA	16 - 35	Águas muito poluídas (sistema muito alterado)
VI	MUITO CRÍTICA	<15	Águas fortemente poluídas (sistema fortemente alterado)

Discussão

A riqueza taxonômica de macroinvertebrados amostrados no açude Laranjeiras é similar à encontrada por Barbola et al., (2011) em um reservatório na bacia do Rio Pitangui no Paraná onde foram amostrados (47 táxons) de macroinvertebrados e por Martins et al., (2015) em um reservatório no sudeste do Brasil (39 táxons). Por outro lado, foi superior a encontrada por Souza & Abílio (2006) na Lagoa Panati (34 táxons) e na Lagoa Serrote (25 táxons) na Caatinga paraibana.

Vários táxons amostrados (Hydrophylidae, Dytiscidae, Curculionidae, Libellulidae, Belostomatidae, Chironomidae, Palaemonidae, Thiaridea, Planorbidae, Ceratopogonidae, Tabanidae, Annelida e Mollusca) também compõem a fauna bentônica de outros açudes e ambientes similares em diversas regiões brasileiras (ABÍLIO et al., 2006; ANDRADE et al., 2008; SOUZA & ABÍLIO 2006; SOUZA et al., 2008; MONTEIRO *et al.*, 2008).

A ordem Hemiptera é uma das mais importantes nos ambientes dulciaquícolas, sendo um grupo bastante diverso e com elevada capacidade de dispersão (NERI et al., 2005). Estes organismos vivem na região limnética dos corpos d'água, colonizando águas tranquilas onde capturam a suas pressas (BARBOSA, 2010) e assimilam o oxigênio atmosférico para a respiração (FERREIRA-JÚNIOR et al., 2014). No açude Laranjeira a família Notonectidae dentre os hemípteros. Goularte e Callisto (2003) classificaram os notonectídeos como tolerantes, uma vez que não necessitam de elevadas concentrações de oxigênio dissolvido na água, pois utilizam o oxigênio atmosférico na sua respiração. Portanto podem colonizar os mais diversos nichos em comunidades aquáticas de ambientes lóticos e lênticos com diferentes estados de conservação (Souza et al., 2006).

A elevada abundância da família Chironomidae em ecossistemas lênticos brasileiros também foi observada por Lucca et al., (2010) no Lago Caçó no Maranhão, por Souza et al., (2008) no açude Jatobá na Paraíba, por Lima et al., (2013) na Lagoa da Figueira no Rio Grande do Sul, por Copatti et al. (2013) no rio Tigreiro no Rio Grande do Sul. A dominância desta família nos mais diversificados ambientes está relacionada à elevada capacidade competitiva e as inúmeras adaptações morfofisiológicas que permite que esses organismos colonizem desde ambientes conservados até locais altamente poluídos que apresentam baixas concentrações de oxigênio (CALLISTO et al., 2001; AYRES- PERES et al., 2006; COPATTI et al., 2013; LIMA et al., 2013; LUCCA et al., 2010).

Yuan e Norton (2003) destacaram que a estrutura e a composição da fauna bentônica de um corpo hídrico podem variar de acordo com o grau de enriquecimento orgânico. Nesse contexto, é comum encontrar em ambientes mais impactados elevada densidade e riqueza de táxons considerados como sensíveis o contrário é observado em ambientes menos impactados.

As ordens Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera (EPT), são consideradas excelentes bioindicadoras da qualidade da água sendo os mesmos como sensíveis às perturbações (BISPO et al., 2006). No açude Laranjeira os EPTs apresentam uma baixa riqueza e abundância, durante o período estudado nenhum indivíduo pertencente à ordem Plecoptera foi amostrado. Apenas uma família classificada como sensível pertencente à ordem Ephemeroptera foi amostrada (ver IAP, 2007 para a pontuação dos táxons). Por outro lado, famílias consideradas tolerantes, tais como Hydroptilidae (n = 6), Baetidae (n = 26), Caenidae (n = 1) e Leptophlebiidae, (n = 3), foram amostradas em baixa frequência e abundância. Possivelmente, a baixa frequência e riqueza dessas ordens estejam relacionadas com o fato do açude Laranjeiras tratar-se de um ambiente lêntico. A baixa representatividade desses táxons na área estudada pode estar relacionado com a com o fato destes organismos apresentarem preferência por ambientes de correntezas com elevadas concentrações de oxigênio onde apresentam maior diversidade (COPPATI et al., 2010; PACIENCIA et al., 2011).

Os moluscos amostrados no presente estudo são frequentemente encontrados em outros ecossistemas lênticos brasileiros (ABÍLIO et al., 2006; SOUZA et al., 2008; MOLOZZI et al., 2011; MARTINS et al., 2015). Ao analisar a fauna de gastrópodes e de outros invertebrados em um açude hipertrófico do semi-árido paraibano, Abílio et al. (2006) também amostraram apenas um representante da família Thiaridae, *M. turbeculata*. Esta espécie é exótica e possui elevado potencial competitivo podendo, portanto, interferir na dinâmica populacional de espécies nativas (FRANÇA et al., 2007). Além disso, é capaz de colonizar desde ambientes oligotróficos a eutrofizados (SANTOS & ESKINAZI-SANT'ANNA, 2010). Desta forma, a presença de *M.*

turbeculata, bem como de representantes da família Planorbidae no açude Laranjeiras deve ser observada com atenção já que a primeira pode ocasionar a supressão de espécies nativas e algumas espécies de planorbídeos podem ser hospedeiros intermediários de parasitas (*Paragonimus westermani* (Kerbert, 1878), *Clonochis sinensis* (Cobbold, 1875) e *Schistosoma mansoni* (Sambon, 1907), causadores de enfermidades de veiculação hídrica (ABÍLIO et al., 2007; LOYO & BARBOSA, 2016).

De acordo com Soares (2015), a espécie *Macrobrachium jelskii* (Miers, 1877) é comumente encontrada em águas marginais e lênticas, vivendo associada a raízes de plantas aquáticas onde encontram alimento, refúgio contra predadores e proteção para as fêmeas ovíferas e para o desenvolvimento dos estágios larvais da espécie. Nesse contexto, a presença de grande quantidade de macrófitas aquáticas no açude Laranjeiras pode ter contribuído para a elevada abundância da espécie durante todo o período de estudo.

Os hirudíneos e os oligoquetos são importantes indicadores de poluição, geralmente esses animais são favorecidos pelos altos teores de poluentes orgânicos presentes em ambientes impactados (CORTEZZI, et al., 2009; ROSA et al., 2014). Especificamente no caso dos oligoquetos, estes constituem um importante grupo taxonômico que compõe a fauna bentônica dos ecossistemas aquáticos, sendo extremamente tolerantes às perturbações ambientais, uma vez que são capazes de viver em condições de depleção de oxigênio (PAMPLIN et al., 2005, DORNFELD et al., 2006). Além disso, possuem hábito de vida fossorial e não apresentam nenhum tipo de exigência quanto à diversidade de habitats e microhabitats podendo, portanto, colonizar ambientes com diferentes graus de degradação (GOULART & CALLISTO 2003).

As famílias Notonectidae, Thiaridae e Palemonidae são consideradas tolerantes às perturbações ambientais. Estes organismos apresentam características morfológicas e/ou fisiológicas que favorecem a permanência em ambientes impactados. Portanto, apresentam uma ampla capacidade adaptativa podendo colonizar desde ambientes conservados até locais altamente poluídos. (GOULART; CALLISTO, 2003).

Devido à localização em área urbana, o açude Laranjeiras encontra-se vulnerável a impactos antrópicos. Durante as coletas foi possível registrar a presença de lixo e fezes de animais em seu entorno e nos últimos meses (julho, agosto e setembro) do período amostral eram visíveis alguns sinais de eutrofização, tais como maciça proliferação de *Salvinia* sp. Tais fatores podem ter favorecido a permanência de espécies que são capazes colonizarem esse tipo de ambiente, limitando a presença das espécies sensíveis à essas condições.

Segundo Pinto (2009) o índice de diversidade de Shannon-Wiener relaciona o aumento da diversidade taxonômica com a boa saúde do ecossistema. De acordo com Piedras et al., (2006) e

Barbola et al., (2011) valores de Shannon-Wiener inferiores a 1,0 indicam ambientes fortemente poluídos; entre 1,0 e 3,0 indica ambientes com poluição moderada e valores superiores a 3,00 indicam água não poluída. Desta forma, o açude Laranjeiras pode ser considerado um ambiente com poluição moderada.

Apesar do resultado do índice BMWP' ter considerado as águas do lago Laranjeiras como não poluídas/alteradas, ao observamos as condições do entorno (discutidas acima) e os dados da comunidade estudada, cujo número de famílias consideradas sensíveis foi reduzido, há fortes indícios de que o ambiente estudado sofra poluição e enriquecimento orgânico. Portanto, é provável que o resultado do índice BMWP' deveu-se à elevada quantidade de táxons tolerantes e/ou resistentes amostrados, cujos valores foram se somando e resultaram em uma classificação superestimada da qualidade do ambiente aquático. Neste contexto, a classificação a partir do índice de diversidade demonstra que, neste caso, o índice BMWP' deve ser considerado com cautela, uma vez que a presença de grande quantidade de táxons tolerantes pode resultar em altos valores do referido índice, mascarando situações de poluição e/ou degradação.

Pelo exposto, os resultados obtidos no presente estudo foram úteis para corroborar com o papel desta comunidade como importante ferramenta para avaliação da integridade dos ecossistemas aquáticos. Entretanto, recomenda-se associação do BMWP' a outros índices para um melhor reconhecimento das condições do corpo d'água. Finalmente, recomenda-se o monitoramento contínuo dos fatores físicos, químicos e biológicos da água do açude Laranjeiras, especialmente aqueles indicadores do aumento da carga orgânica (nitrito, nitrato, clorofila a, sólidos suspensos, etc.), a fim de verificar a influência em um possível processo de eutrofização do referido açude.

Referências bibliográficas

- ABÍLIO, F. J. P.; FONSECA-GESSNER, A. A.; LEITE, R. L.; MELO RUFFO, T. L. Gastrópodes e outros invertebrados do sedimento e associados à macrófita *Eichhornia crassipes* de um açude hipertrófico do semi-árido paraibano. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Paraíba, v.6, n.1, p.165-178, 2006.
- SOUZA, A. H. F. F., & ABÍLIO, F. J. P. Zoobentos de duas lagoas intermitentes da caatinga paraibana e as influências do ciclo hidrológico. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, n.1, p. 146-164, 2006.
- ABÍLIO, F. J. P.; RUFO, T. L. M.; SOUZA, A. H. F. F.; SILVA, H.F.; OLIVEIRA JUNIOR, E. T.; MEIRELES, B. N.; SANTANA, A. C. D. Macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores de qualidade ambiental de corpos aquáticos da Caatinga. **Oecologia brasiliensis**, v.11, n.3, p.397- 409, 2007.
- AGOSTINHO, A. A.; THONNOZ, S.M.; GOMES, L.C. Conservação da biodiversidade em água continentais do Brasil. **Megadiversidade**, Belo Horizonte, v.1, n.1, p.71-76, 2005.
- ALBA-TERCEDOR, J.; JÁIMEZ-CUÉLLAR, P.; ÁLVAREZ, M.; AVILÉS, J.; BONADA, N.; CASAS, J.; RIERADEVALL, M. Caracterización del estado ecológico de ríos mediterráneos ibéricos mediante el índice IBMWP (antes BMWP'). **Limnetica**, Madri, v. 21, n. 3-4, p. 175-185, 2002
- AMORIM, A. C. F.; CASTILLO, A. R. Macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores da qualidade da água do baixo rio perequê, Cubatão, São Paulo, Brasil. **Biodiversidade Pampeana**, Pampulha, v.7, n.1, p.16-22, 2009.
- 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. **EntomoBrasilis**, v. 1, n.3, p.51-56, 2008.
- AYRES-PERES, L.; SOKOLOWICZ, C. C.; SANTOS, S. Diversity and abundance of the benthic macrofauna in lotic environments from the central region of Rio Grande do Sul State, Brazil. **Biota Neotropica**, Campinas, v.6, n.3, p.1-11, 2006.
- BAGATINI, Y. M.; DELARIVA, R. L.; HIGUTI, J. Benthic macroinvertebrate community structure in a stream of the north-west region of Paraná State, Brazil. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 12, n.1, p.307-317, 2012.
- BAPTISTA, D. F. Uso de macroinvertebrados em procedimentos de biomonitoramento em ecossistemas aquáticos. **Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v.12, n.3, p.427-441. 2008,
- BARBOLA, I. F.; MORAES, M. F.; ANAZAWA, T. M.; NASCIMENTO, E.A.; SEPKA, E. R.; POLEGATTO, C. M.; SCHÜHLI, G. S. Avaliação da comunidade de macroinvertebrados aquáticos como ferramenta para o monitoramento de um reservatório na bacia do rio Pitangui, Paraná, Brasil. **Iheringia, Série Zoologia**, Porto Alegre, v. 101, n. 1,2, p. 15-23, 2011.
- BISPO, P. C.; OLIVEIRA, L. G.; BINI, L. M.; SOUSA, K. G. Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera assemblages from riffles in mountain streams of Central Brazil: environmental

factors influencing the distribution and abundance of immatures. *Brazilian Journal of Biology*, v.66, n. 2B, p. 611-622, 2006.

BUSS, D. F.; BAPTISTA, D. F.; NESSIMIAN, J. L. Bases conceituais para a aplicação de biomonitoramento em programas de avaliação da qualidade da água de rios Conceptual basis for the application of biomonitoring on stream water. **Caderno de saúde pública**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 2, p. 465-473, 2003.

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

CALLISTO, M.; GONÇALVES J. R. J. F.; MORENO, P. Invertebrados aquáticos como bioindicadores **In: Navegando o Rio das Velhas das Minas aos Gerais**. Belo Horizonte: UFMG, 2004. p. 1-12, v.1.

CARDOSO, I. L.; ANDRADE, M. H. S.; CORREA, J. S.; BARROS, A. Índice de Estado Trófico (IET) e Biological Monitoring Working Party (BMWP): uma análise comparativa para avaliação da qualidade da água. **Revista Eletrônica de Biologia**, v.7, n. 3, p. 342-356, 2014.

CARVALHO, A.; NETO, J. M. M.; DE LIMA, V. L.; SOUSA, R. E. T.; GERALDO, D.; SILVA, D.; ARAÚJO, F. D. (Aspectos qualitativos da água do açude de Bodocongó em Campina Grande–PB. **Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia**, v. 5, n. 2, 2008

COPATTI, C.E.; ROSS, M.; COPATTI, B.R.; SEIBEL, L.F. Bioassessment using benthic macroinvertebrates of the water quality in the Tigreiro river, Jacuí Basin. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, Maringá, v. 35, n. 4, p. 521-529, 2013.

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

CORBI, J.J.; TRIVINHO-STRIXINO, S. Influence of taxonomic resolution of stream macroinvertebrate communities on the evaluation of different land uses. **Acta Limnologica Brasiliensia**, Rio Claro, v. 18, n. 4, p. 469-475, 2006.

CORBI, J.J.; CAIO, B.; JÓIA A. Macroinvertebrados aquáticos do córrego pinheirinho, parque do basalto, Araraquara-sp:subsídios para estratégias de conservação local. **Revista Uniara**, Araraquara, v. 12, n. 2, p. 9-20, 2009.

CORGOSINHO, P. H. C.; CALIXTO, L. S. F.; FERNANDES, P. L.; GAGLIARDI, L. M. & BALSAMÃO, V.L.P. Diversidade de habitats e padrões de diversidade e abundância do bentos ao longo de um afluente do reservatório de três Marias, MG. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 71, n. 2, p. 227-232, 2004.

CORTES, R.; PINTO, P.; FERREIRA, M. T.; MOREIRA, I. Qualidade biológica dos ecossistemas fluviais In: MOREIRA, M. T.; FERREIRA, R. M. V.; CORTES, P. P.; ALMEIDA P. R. (Ed.) *Ecossistemas Aquáticos e Ribeirinhos*, Lisbon, 2002. p. 230 – 240, 2002.

CORTEZZI, S. S.; BISPO, P. D. C.; PACIENCIA, G. D. P.; LEITE, R. C. Influência da ação antrópica sobre a fauna de macroinvertebrados aquáticos em riachos de uma região de cerrado do sudoeste do Estado de São Paulo. **Iheringia, Série. Zoologia**, Porto Alegre, v. 99, n. 1, p. 36-43, 2009.

COSTA, C., IDE, S., SIMONKA, C. E. **Insetos imaturos metamorfose e identificação**. Ribeirão Preto: Holos Editora. 2006.

CUNHA, R. W.; GARCIA JUNIOR, M. D. N.; ALBERTONI, E. F.; PALMA-SILVA, C. Qualidade de água de uma lagoa rasa em meio rural no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.7, p.770-779, 2013.

DORNFELD, C.B., ALVES, R.G., LEITE, M.A. & ESPÍNDOLA, E.L.G. Oligochaeta in eutrophic reservoir: the case of Salto Grande reservoir and their main affluent (Americana, Sao Paulo, Brazil). **Acta Limnologica Brasiliensia**, Rio Claro, v. 1, n. 2, p. 189-197, 2006.

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

FERREIRA-JUNIOR, N, SALLES, F.F.; HAMADA, N. Hexápodes aquáticos. In: HAMADA, N.; NESSIMIAN, J. L.; QUERINO, R. B. Insetos aquáticos na Amazônia brasileira: taxonomia, biologia e ecologia. Manaus: Editora do INPA. (2014). p.173-182.

FROEHLICH, C.G. (org.). Guia on-line: Identificação de larvas de Insetos Aquáticos do Estado de São Paulo. 2007. Disponível em: <http://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce/guiaonline>

GONÇALVES, F. B. & MENEZES, M. S. D. A comparative analysis of biotic indices that use macroinvertebrates to assess water quality in a coastal river of Paraná state, southern Brazil. **Biota Neotropica**, Campinas v. 11, n. 4, p. 27-36, 2011.

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

HAMMER, Ø.; HARPER, D.A.T. & RYAN, P.D. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Paleontologia Electronica* n. 4, v.1, p. 1-9, 2001.

IAP-Instituto Ambiental do Paraná. **Avaliação da qualidade da água através dos macroinvertebrados bentônicos** – índice BMWP. Circular Técnica, p.26, 2007.

JUNQUEIRA, V. M.; CAMPOS, S. C. M. Adaptation of the “BMWP” method for water quality evaluation to Rio das Velhas watershed (Minas Gerais, Brazil). **Acta Limnologica Brasiliensia**, v.10, n.2, p.125-135, 1998.

KRAWCZYK, A. C. D. B.; BALDAN, L. T.; ARANHA, J. M. R.; MENEZES, M. S. D.; ALMEIDA, C. V. The invertebrate's community in adjacent Alto Iguazu's anthropic lakes of different environmental factors. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 13, n.1, p. 47-60, 2013.

- LIMA, F. B. D.; SCHÄFER, A. E.; LANZER, R. M. Diversity and spatial and temporal variation of benthic macroinvertebrates with respect to the trophic state of Lake Figueira in the South of Brazil. **Acta Limnologica Brasiliensia**, Botucatu, v. 25, n. 4, p. 429-441, 2013.
- LUCCA, J. V.; PAMPLIN, P. A. Z.; GESSNER, A. F.; TRIVINHO-STRIXINO. S.; PADANO-ALBUQUERQUE, A. L.; ROCHA, O. Benthic macroinvertebrates of a tropical lake: Lake Caçó, MA, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 70, n. 3, p. 593-600, 2010.
- LOYO, R. M.; BARBOSA, C. S. Bioindicadores para avaliação do risco potencial de transmissão da esquistossomose no açude Apipucos, Pernambuco. **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v. 11, n. 1, p. 156-161, 2016
- MAROTTA, H.; SANTOS, R. O.; ENRICH-PRAST, A. Monitoramento limnológico: um instrumento para a conservação dos recursos hídricos no planejamento e na gestão urbano-ambientais. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 11, n. 1, p. 67-79, 2008.
- MARTINS, I.; SANCHES, B.; KAUFMANN, P.R.; HUGHES, R.M.; SANTOS, G. B., MOLOZZI, J; CALLISTO. Ecological assessment of a southeastern Brazil reservoir. **Biota neotropica**, Campinas, v. 15, n.1, p. 307-315. 2015.
- MELO, G. A. S. **Manual de Identificação dos Crustacea Decapoda de água doce do Brasil**. São Paulo: Edições Loyola, 2003.
- MELO, A. S; HEPP, L. U. Ferramentas estatísticas para análises de dados provenientes de biomonitoramento. **Oecologia Brasiliensis**, v. 12, n. 3, p. 463-486, 2008.
- MELO, A. S. Explaining dissimilarities in macroinvertebrate assemblages among stream sites using environmental variables. **Zoologia**, Curitiba, v. 26, n. 1, p. 79-84, 2009.
- MOLOZZI, J.; FRANÇA, J. S.; ARAUJO, T. L.; VIANA, T. H.; HUGHES, R. M; CALLISTO, M. Diversidade de habitats físicos e sua relação com macroinvertebrados bentônicos em reservatórios urbanos em Minas Gerais. **Iheringia Série Zoologica**, Porto Alegre, v. 101, n. 3, p. 191-199, 2011.
- MONTEIRO, T. R.; OLIVEIRA, L. G.; GODOY, B. S. Biomonitoramento da qualidade de água utilizando macroinvertebrados bentônicos: adaptação do índice biótico BMWP' à bacia do rio Meia Ponte-GO. **Oecologia brasiliensis**, v.13, n. 3, p. 555-563, 2008.
- MOREYRA, A. K.; PADOVESI-FONSECA, C. Environmental effects and urban impacts on aquatic macroinvertebrates in a stream of central Brazilian Cerrado. **Sustainable Water Resources Management**, v. 1, n. 2, p. 125-136, 2015.
- MUGNAI, R.; NESSIMINIAN, J. L. & BAPTISTA, D. F. **Manual de identificação de macroinvertebrados aquáticos do Estado do Rio de Janeiro**. Editora Technical Books, Rio de Janeiro, 2010. 176.p
- MUSTOW, S. E. Biological monitoring of rivers in Thailand: use and adaptation of the BMWP score. **Hydrobiologia**, Brussels, v. 479, n. 1-3, p. 191-229, 2002.

- NABOUT, J. C.; NOGUEIRA, I. S. Variação temporal da comunidade fitoplanctônica em lagos urbanos eutróficos. **Acta Scientiarum. Biological, Sciences**, Maringá, v. 33, n. 4, p. 383-391, 2011.
- NERI, D. B.; KOTZIAN, C. B.; SIEGLOCH, A. E. Composition of aquatic and semi-aquatic Heteroptera at the Hydroelectric Power Station of Dona Francisca region, RS, Brazil: before dam construction. **Iheringia Série Zoologia**, v. 95, n. 4, p. 421-429, 2005.
- NUNES, P. R. A.; DONCATO, K. B.; PERAZZO, G. X. & TELOKEN, F. Aquatic insects bioindicators: influence of fish farm in a stream of brazilian pampa. **Ciencia & Natura**, Santa Maria, v. 37, n. 2, p. 230-240, 2015.
- OLIVEIRA, A.; CALLISTO, M. Benthic macroinvertebrates as bioindicators of water quality in an Atlantic forest fragment. **Iheringia. Série Zoologia**, Porto Alegre, v.100, n. 4, p. 291-300, 2010.
- PACIENCIA, G. D. P.; YOKOYAMA, E.; BISPO, P. C.; CRISCI-BISPO, V. L.; TAKEBE, I. V. Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera em corredeiras de riachos do Parque Estadual Intervales, Estado de São Paulo. **EntomoBrasilis**, v. 4, n. 3, p. 114-118, 2011.
- PAMPLIN, P. A. Z.; ROCHA, O.; MARCHESE, M. Riqueza de espécies de Oligochaeta (Annelida, Clitellata) em duas represas do rio Tietê (São Paulo). **Biota Neotropica**, Campinas, v. 5, n.1, p. 63-70, 2005.
- PEREIRA, P. S.; FERNANDES, L. A.; DIAS, R. J.; SAMPAIO, M. S.; SILVA-NETO, I. D.; BAPTISTA, D. F.; OLIVEIRA, J. L. Ecological water quality assessment in the Guapiaçu-Macacu hydrographic complex (Rio de Janeiro, Brazil) using multiple indicators. **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v. 9, n. 3, p. 409-423, 2014.
- PIEDRAS, S. R. N.; BAGER, A.; MORAES, P. R. R.; ISOLDI, L.A.; FERREIRA, O.G.L.; HEEMANN, C. Macroinvertebrados bentônicos como indicadores de qualidade de água na Barragem Santa Bárbara, Pelotas, RS, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 2, p. 494-500, 2006.
- PINTO, R. R. Macroinvertebrados bentônicos como indicadores de poluição em rios urbanos: um estudo do Rio Grande – JPA – RJ. 2009. Disponível em: <<http://dspace.universia.net/Hotmail/2024/210>>. Acesso em: 09 mar. 2015.
- RASHID, R.; PANDIT, A.K. Macroinvertebrates (oligochaetes) as indicators of pollution: A review. **Journal of Ecology and The Natural Environment**, v. 6, n. 4, p. 140-144, 2014.
- REMOR, M. B.; HERMOSO, M.; SGARBI, L. F.; VICENTINI, T. M. P.; CÂMARA, C. D. Qualidade da água do Rio das Pedras utilizando macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores. **Cultivando o saber**, Cascavel, v. 6, n. 2, p. 97-111, 2014.
- ROSA, B.J F.V.; RODRIGUES, L F.T.; DE OLIVEIRA, G.S.; GAMA, A.R. Chironomidae and Oligochaeta for water quality evaluation in an urban river in southeastern Brazil. **Environmental monitoring and assessment**, v. 186, n.11, p.7771-7779, 2014.
- SANTOS, C. M.; ESKINAZI-SANT'ANNA, E. M. The introduced snail *Melanoides tuberculatus* (Muller, 1774) (Mollusca: Thiaridae) in aquatic ecosystems of the Brazilian

Semiarid Northeast (Piranhas-Assu River basin, State of Rio Grande do Norte). **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 70, n. 1, p. 1-7, 2010.

SEDEÑO-DÍAZ, J. E.; KOHLMAN, B.; LÓPEZ-LÓPEZ, E. Benthic macroinvertebrates as indicators of water quality in streams of Costa Rica: using an adaptation of the BMWP score. **Transylvanian Review of Systematical and Ecological Research, The Wetlands Diversity, Curtean-Bănăduc**, Sibiu, v. 14, p. 163-175, 2012.

SILVA, F. L.; MOREIRA, D. C.; BOCHINI, G. L.; RUIZ, S. S. Desempenho de dois índices biológicos na avaliação da qualidade das águas do Córrego Vargem Limpa, Bauru, SP, através de macroinvertebrados bentônicos. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, v. 2, n. 3, p. 231-234, 2007.

SOARES, M. R. S. S. Biologia Reprodutiva de *Macrobrachium jelskii* (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) na Represa de Três Marias e no Rio São Francisco, MG, Brasil. **Iheringia Série Zoologia**, Porto Alegre, v. 105, n. 3, p. 307-315, 2015.

SOUZA, A. H. F. F., & ABÍLIO, F. J. P. Zoobentos de duas lagoas intermitentes da caatinga paraibana e as influências do ciclo hidrológico. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, n.1, p. 146-164, 2006.

SOUZA, A. H. F. F.; ABÍLIO, F. J.; RIBEIRO, L. L. Colonização e sucessão ecológica do zoobentos em substratos artificiais no açude Jatobá I, Patos–PB, Brasil. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Paraíba, v. 8, n. 2, p. 125-144, 2008.

TANIWAKI, R. H; SMITH, W. S. Utilização de macroinvertebrados bentônicos no biomonitoramento de atividades antrópicas na bacia de drenagem do Reservatório de Itupararanga, Votorantim–SP, Brasil. **Journal of the Health Sciences Institute**, v. 29, n. 1, p. 7-10, 2011.

TELES, H. F.; LINARES, M. S.; ROCHA, P. A.; RIBEIRO, A. S. Macroinvertebrados Bentônicos como Bioindicadores no Parque Nacional da Serra de Itabaiana, Sergipe, Brasil. **Revista Brasileira de Zoociências**, Juiz de Fora, v. 15, n. 1, 2, 3, p. 123-137, 2014.

YUAN, L. L.; NORTON, S. B. Comparing responses of macroinvertebrate metrics to increasing stress. **Journal of the North American Society Benthological Lawrence**, v. 2, n. 22, p. 308-322, 2003.

Anexo

Revista Biotemas

Diretrizes para Autores

Normas para publicação

O período de submissão de manuscritos será de **01 de março a 30 de novembro** de cada ano. Submissões fora deste período serão rejeitadas de imediato.

I – Sobre a formatação dos manuscritos

1) Os trabalhos de Revisão só poderão ser submetidos em inglês. As demais formas de publicação podem ser redigidas em português, inglês ou espanhol, mas a revista recomenda a publicação em inglês sempre que possível. Deverão ser enviados em versão eletrônica (arquivo .doc), digitados com espaçamento de 1,5, fonte Times New Roman, tamanho 12; obedecendo às margens de 3 cm. [ACESSE E FAÇA O DOWNLOAD DESTA MODELO](#) e use como base para o manuscrito.

2) Não serão aceitas submissões que tratem apenas de listas de espécies.

3) Na página de rosto, deverão constar o título do manuscrito, o nome completo dos autores e das instituições envolvidas. A autoria deve ser limitada àqueles que participaram e contribuíram substancialmente para o trabalho. Caso não esteja enquadrada nessa situação, a pessoa deverá ser incluída nos agradecimentos. Deve-se indicar o autor para correspondência e seus endereços, institucional completo e eletrônico (essas informações serão retiradas pela Comissão Editorial durante o processo de revisão, para garantir o anonimato dos autores). Na segunda página, o título completo deve ser repetido e, abaixo, devem vir: resumo, palavras-chave (máximo de cinco, colocadas em ordem alfabética, separadas por ponto e vírgula e grafadas com a inicial maiúscula), abstract, key words (máximo de cinco, colocadas em ordem alfabética, separadas por ponto e vírgula e grafadas com a inicial maiúscula) e título abreviado (máximo de 60 caracteres).

4) O resumo e o abstract não poderão exceder 200 palavras. Se o manuscrito for redigido em inglês, o resumo deve ser precedido pelo título em português negrito; se redigido em português, o abstract deve ser precedido pelo título em inglês negrito.

5) O limite de páginas de Artigos e Revisões, incluindo figuras, tabelas e referências, é de 25; enquanto que para as Comunicações Breves e Resenhas de livros esse limite é de sete páginas.

6) Os Artigos deverão conter Introdução, Material e Métodos, Resultados, Discussão, Agradecimentos (opcional) e Referências. As demais formas de publicação não necessitam apresentar as subdivisões acima, mas devem seguir essa ordem na apresentação do texto.

7) Quando for o caso, o título deve indicar a classificação do táxon estudado. Por exemplo:

"Influência de baixas temperaturas no desenvolvimento e aspectos bionômicos de *Musca domestica* (Linnaeus, 1758) (Diptera, Muscidae)";

"Características biológicas de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) nos hospedeiros *Bombyx mori* (Lepidoptera: Bombycidae) e *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae)".

8) No caso de trabalhos envolvendo experimentação animal (em acordo com a lei nº 11.794/08), o número da autorização da Comissão de Ética no Uso de Animais deve constar na seção Material e Métodos. Da mesma forma, trabalhos envolvendo a captura ou coleta de animais regulados pela legislação vigente devem apresentar o número da autorização do órgão fiscalizador (IBAMA, SISBIO ou o respectivo órgão estadual/municipal).

9) As citações de referências no texto devem obedecer ao seguinte padrão: um autor (NETTO, 2001); dois autores (MOTTA-JÚNIOR; LOMBARDI, 2002); três ou mais autores (RAMOS et al., 2002).

