

Biomonitoramento de um riacho na Serra da Jiboia (Bahia, Brasil) por meio de macroinvertebrados bentônicos

¹Jayane de Lima Santos, ²Adreani Araújo da Conceição, ¹Carla Fernandes Macedo, ¹Sergio Schwarz da Rocha

¹ Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, *Campus* Universitário de Cruz das Almas, Rua Rui Barbosa, 710, Centro, Cruz das Almas, BA, Brasil. E-mails: jayane-22@hotmail.com, cfmacedo@ufrb.edu.br, ssrocha@ufrb.edu.br

² Universidade Federal do Rio Grande, Programa de Pós Graduação em Biologia de Ecossistemas Aquáticos Continentais, Avenida Itália, Km 8, *Campus* Carreiros, Rio Grande, RS, Brasil. E-mail: adreaniaraujo@outlook.com

Resumo: A saúde ecológica dos ecossistemas aquáticos continentais é um assunto em evidência em todo o mundo, devido à série de impactos antrópicos que estes ecossistemas vêm sofrendo. Os macroinvertebrados bentônicos são bons bioindicadores de qualidade ambiental, pois expressam claramente as condições ecológicas dos ecossistemas aquáticos que habitam, podendo refletir seu estado de conservação ou degradação. O presente trabalho objetivou realizar a avaliação da qualidade do ambiente aquático de um riacho da Serra da Jiboia, localizado no município de Varzedo, Estado da Bahia. As coletas foram realizadas mensalmente, no período de dezembro de 2011 a novembro de 2012, em três pontos do riacho, nos quais se amostrou a macrofauna bentônica com o auxílio de uma rede D. A partir da identificação e contagem dos organismos amostrados foram calculados os índices bióticos BMWP', ASPT, Riqueza e Diversidade de Shannon-Wiener. Ao todo foram amostrados 1.068 indivíduos, sendo 641 coletados no ponto 1, 291 no ponto 2 e 136 no ponto 3. Chironomidae foi o táxon mais abundante na amostra como um todo e a maior riqueza de famílias foi registrada no ponto 2. Os valores calculados para os índices de diversidade de Shannon-Wiener refletiram uma alta diversidade. O índice BMWP' classificou o trecho estudado do riacho das Palmeiras como bom, com águas limpas, enquanto o ASPT considerou a água como de "qualidade duvidosa". Os resultados obtidos pelas diferentes métricas demonstram que o trecho estudado do riacho das Palmeiras se encontra em bom estado de conservação.

Palavras chave: BMWP, ASPT, RPPN Guarirú.

Water quality biomonitoring of a stream in Serra da Jiboia (Bahia / Brazil) using benthic macroinvertebrates

Abstract: The conservation of inland aquatic ecosystems is a worldwide issue, due to the many anthropic impacts they are suffering. The richness and diversity of the macroinvertebrates are directly influenced by the characteristics of the environment, thus acting as bioindicators expressing the ecological conditions of the aquatic ecosystems they inhabit. Therefore, the present study aimed to monitor the environmental quality of a stream at Serra da Jiboia, municipality of Varzedo, State of Bahia. The samples were taken monthly, from December 2011 to November 2012, in three collection points. The benthic macrofauna was sampled with the aid of a D network. From the identification and counting of the organisms sampled we calculated the BMWP', ASPT, Richness and Shannon-Wiener Diversity Index. A total of 1,068 individuals were sampled, of which 641 were collected at point 1, 291 at point 2 and 136 at point 3. Chironomidae was the most abundant family in the sample (considering all three points) and the highest family richness was recorded in point 2. The Shannon-Wiener Diversity index reflected a high diversity in all sampling sites. The BMWP score indicated that the water of the studied section of the Palmeiras stream have good quality, with clean water. On the other hand, the ASPT considered the water to be of "dubious quality". The results obtained by the different metrics show that the studied section of the Palmeiras stream is in good condition.

Keywords: BMWP, ASPT, RPPN Guarirú.

Introdução

As comunidades de macroinvertebrados bentônicos dulcícolas estão representadas, principalmente, por artrópodes (insetos, ácaros, crustáceos), moluscos (gastropodes e bivalves) e anelídeos (oligoquetos e sanguessugas). Dentre todos esses organismos, os insetos são o grupo que mais se destaca tanto em abundância como frequência (Carvalho, Uieda, 2004, Thomazi et al., 2008, Giuliatti, Carvalho, 2009, Silva & Talamoni et. al, 2009).

A riqueza e diversidade dos macroinvertebrados bentônicos são diretamente influenciadas pelas características do sedimento, quantidade e tipos de detritos orgânicos, morfologia das margens, vegetação e disponibilidade de alimentos, sendo indiretamente afetadas por modificações nas concentrações de nutrientes e mudanças nas características físicas e químicas do ambiente (Costa et. al, 2006, & Sterz et. al, 2011). Dessa forma, os macroinvertebrados bentônicos expressam claramente as condições ecológicas dos ecossistemas aquáticos que habitam, podendo refletir seu estado de conservação ou degradação, isto é, atuando como bioindicadores (Costa et al., 2006).

Um dos índices mais empregados no biomonitoramento de corpos d'água dulcícolas é o *Biological Monitoring Working Party* (BMWP). Este índice reflete a qualidade da água a partir das identificações dos macroinvertebrados ao nível taxonômico de família e vem sendo avaliado, revisado e adaptado em diversos países (Alba-Tercedor, Sanchez-Ortega, 1988, Czerniawska-Kusza, 2005, Medina-Tafur et al., 2010, & Paisley et, al., 2013).

Especificamente no Brasil, esse índice passou por sucessivos processos de adaptação nos estados de Minas Gerais (Junqueira, Campos, 1998, Junqueira et al., 2000, & Cota et. al., 2002), Paraná Instituto Ambiental do Paraná [IAP] (2007) e (Ruaro et al., 2010), São Paulo (Brigante et al., 2003) Goiás (Monteiro et al., 2008), Mato Grosso do Sul (Silva et al., 2011) e Rio Grande do Sul (Bieger et al., 2010), uma vez que nossa macrofauna difere entre cada região geográfica do país, bem como daquela presente em países europeus, onde o índice foi concebido e inicialmente utilizado.

Atualmente, a saúde ecológica dos ecossistemas aquáticos continentais é um assunto em evidência em todo o mundo, pois eles vêm sofrendo uma série de impactos antrópicos que alteram o seu equilíbrio (Ferreira et al., 2004, Czerniawska-Kusza, 2005, Medina-Tafur et al., 2010, Payakka, & Prommi, 2013). Como consequência dessa intensa atividade humana observa-se uma acentuada queda da qualidade da água e perda de biodiversidade em função da desestruturação do ambiente em termos físicos, químicos e a alteração da dinâmica natural das comunidades biológicas (Goulart, Callisto, 2003, & Giuliatti, Carvalho, 2009). Dessa forma, o presente trabalho objetivou realizar a avaliação da qualidade do ambiente aquático de um riacho da Serra da Jibóia, no Estado da Bahia, cujas nascentes abastecem quatro importantes rios do estado (rio da Dona, rio Jaguaripe, rio Jiquiriçá, rio Paraguaçu) (Blengini et al., 2015).

Materiais e métodos

O estudo foi realizado no riacho das Palmeiras, dentro dos limites da fazenda Serenidade, município de Varzedo, Recôncavo Sul Baiano. Em 2009, parte da referida propriedade foi transformada em uma Reserva Particular do Patrimônio Natural – RPPN, denominada Guarirú – Portaria ICMBio nº 74/2009 (Blengini et al., 2015).

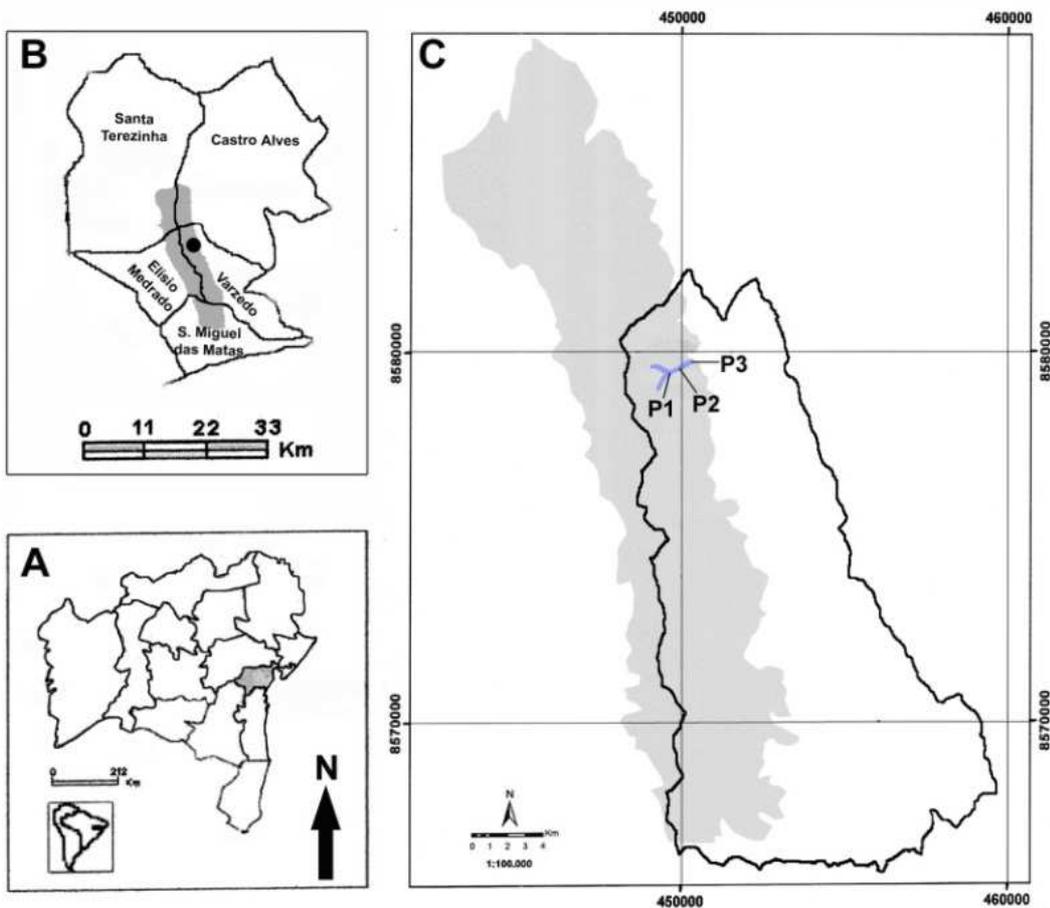
A área de estudo está localizada na região centro-leste do maciço serrano da Serra da Jibóia, a qual integra o Mosaico Ecológico do Corredor Central da Mata Atlântica (Figura 1). A face leste desta Serra é dominada pelo bioma Mata Atlântica, sob clima subúmido a úmido (Blengini et al., 2015). O sistema de drenagem da microbacia em estudo, de acordo com a hierarquia de Strahler (1957), possui ramificação de segunda ordem e é um dos constituintes importantes da bacia hidrográfica do rio da Dona, que por sua vez é uma importante fonte de abastecimento de água para toda a região (Blengini et al., 2015).

As coletas foram realizadas mensalmente, no período de dezembro de 2011 a novembro de 2012, em três pontos distintos do riacho (Figura 1C). O ponto 1 (S 12°51'31,7"; W 039°27'57,3") localizava-se dentro da RPPN Guarirú, possuía

mata ciliar preservada, substrato rochoso, com água corrente e remansos, onde se acumulava matéria orgânica (principalmente folhiço). O ponto 2 (S 12°51'31,4"; W 039°27'56,6") localizava-se em uma área represada, nos limites da RPPN Guaririu, com pouca mata ciliar, substrato arenoso onde se acumulava grande quantidade de matéria orgânica. O ponto 3 (S 12°51'15,9"; W

039°27'55,4") tratava-se de uma barragem, fora da RPPN Guaririu, com substrato arenoso no qual crescia pouca quantidade de macrófitas aquáticas e a vegetação marginal era composta essencialmente de pastagem.

Figura 1 - Mapa de localização da Serra da Jiboia e riacho das Palmeiras com os pontos de coleta. (A) Mapa do estado da Bahia, com destaque para a região sudeste, onde se localiza a Serra da Jiboia. (B) Municípios do entorno da Serra da Jiboia (mancha cinza) e localização da Fazenda Serenidade (círculo preto). (C) Limites da bacia hidrográfica do rio da Dona (linha contínua) e riacho das Palmeiras (linha azul) com os pontos de coleta discriminados.



A macrofauna bentônica foi capturada com o auxílio de uma rede D (malha = 500 μ m), a qual foi passada por entre a vegetação marginal e no leito do rio, durante um período de 5 minutos para amostragem do sedimento e do folhiço acumulado (Cortes et al., 2002). Todo o conteúdo

amostrado foi despejado em sacos plásticos devidamente identificados contendo álcool a 70% com corante rosa de bengala para melhor visualização dos organismos (Silveira & Queiroz, 2006).

Em seguida, foram realizados os processos de triagem, quantificação e identificação dos organismos até o nível de família, utilizando-se chaves dicotômicas específicas para cada grupo de macroinvertebrados amostrado (Melo, 2003, Moretti, 2004, Costa et al., 2006, Froehlich, 2007, & Mugnai et al., 2010). Após o processo de identificação os animais foram acondicionados em frascos devidamente etiquetados e contendo álcool a 70%.

A partir da identificação e contagem dos organismos amostrados no riacho das Palmeiras foram calculados os índices bióticos BMWP', Average Score per Taxa (ASPT), Riqueza (S) e Índice de Diversidade de Shannon-Wiener (H'); estes dois últimos calculados através do programa PAST 2.17 (Hammer et al., 2001).

Os valores atribuídos às famílias de macroinvertebrados para a composição do índice BMWP' corresponderam àqueles adotados por

Remor et al. (2014), acrescido das listas de táxons e respectivas pontuações disponíveis em Cota et al. (2002), Monteiro et al. (2008), Bieger et al. (2010), Ruaro et al. (2010) e Silva et al. (2011) (Tabela 1.). Desta forma, a qualidade do ambiente aquático foi determinada através da somatória dos valores obtidos por cada grupo taxonômico encontrado. Esta somatória foi comparada a uma tabela de classificação correlacionando intervalos de pontuações a sete classes de qualidade de água (Tabela 2).

Por fim, o índice ASPT foi obtido a partir do valor de BMWP' dividido pelo número total de famílias identificadas no ponto amostral analisado (Walley & Hawkes, 1996, 1997). Quanto maior o valor deste índice, mais elevada é a qualidade do ambiente aquático (Arango, Álvarez, Arango, Torres, Monsalve, 2008, Silva et al., 2016).

Tabela 1 - Pontuações designadas às diferentes famílias de macroinvertebrados aquáticos para a obtenção do índice BMWP

Famílias de Macroinvertebrados	Pontuação
Siphonuridae, Heptageniidae, Leptophlebiidae, Potamanthidae, Ephemeridae Taeniopterygidae, Leuctridae, Capniidae, Perlodidae, Perlidae, Chloroperlidae, Aphelocheiridae, Phryganeidae, Molannidae, Beraeidae, Odontoceridae, Leptoceridae, Goeridae, Lepidostomatidae, Brachycentridae, Sericostomatidae, Calamoceratidae, Helicopsychoidea, Megapodagrionidae, Athericidae, Blephariceridae	10
Astacidae, Lestidae, Calopterygidae, Gomphidae, Cordulegastridae, Aeshnidae, Corduliidae, Libellulidae, Psychomyiidae, Philopotamidae, Glossosomatidae	8
Ephemerellidae, Prosopistomatidae, Nemouridae, Gripopterygidae, Rhyacophilidae, Polycentropodidae, Limnephelidae, Ecnomidae, Hydrobiosidae, Pyralidae, Psephenidae	7
Neritidae, Viviparidae, Ancylidae, Thiaridae, Hydroptilidae, Unionidae, Mycetopodidae, Hyriidae, Corophilidae, Gammaridae, Hyaellidae, Atyidae, Palaemonidae, Trichodactylidae, Platycnemididae, Coenagrionidae, Leptohyphidae	6
Oligoneuridae, Polymitarcyidae, Dryopidae, Elmidae (Elminthidae), Helophoridae, Hydrochidae, Hydraenidae, Clambidae, Hydropsychidae, Tipulidae, Simuliidae, Planariidae, Dendrocoelidae, Dugesidae, Aeglidae	5
Baetidae, Caenidae, Haliplidae, Curculionidae, Chrysomelidae, Tabanidae, Stratiomyidae, Empididae, Dolichopodidae, Dixidae, Ceratopogonidae, Anthomyidae, Limoniidae, Psychodidae, Sciomyzidae, Rhagionidae, Sialidae, Corydalidae, Piscicolidae, Hydracarina	4
Mesoveliidae, Hydrometridae, Gerridae, Nepidae, Naucoridae (Limnocoeridae), Pleidae, Notonectidae, Corixidae, Veliidae Helodidae, Hydrophilidae, Hygrobiidae, Dytiscidae, Gyrinidae, Valvatidae, Hydrobiidae, Lymnaeidae, Physidae, Planorbidae, Bithyniidae, Bythinellidae, Sphaeriidae Glossiphoniidae, Hirudidae, Erpobdellidae, Asellidae, Ostracoda	3
Chironomidae, Culicidae, Ephydriidae, Thaumaleidae	2
Oligochaeta (todas as classes), Syrphidae	1

Tabela 2 - Classificação da qualidade da água segundo o BMWP'.

Classe	Qualidade do ambiente aquático	BMWP	Significado	Cor
I	Ótima	> 150	Águas muito limpas	
II	Boa	121 - 150	Águas limpas, não poluídas ou sistema perceptivelmente não alterado	
III	Aceitável	101 - 120	Águas muito pouco poluídas, ou sistema já com um pouco de alteração	
IV	Duvidosa	61 - 100	São evidentes os efeitos moderados da poluição	
V	Poluída	36 - 60	Águas contaminadas ou poluídas (sistema alterado)	
VI	Muito Poluída	16 - 35	Águas muito poluídas (sistema muito alterado)	
VII	Fortemente Poluída	≤ 16	Águas fortemente poluídas (sistema fortemente alterado)	

Fonte: <http://www.meioambiente.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=91>

Resultados e discussão

Ao todo foram amostrados 1.068 indivíduos, sendo 641 coletados no ponto 1, 291 no ponto 2 e 136 no ponto 3. Os organismos estavam distribuídos em 28 famílias, sendo 26 pertencentes à classe Insecta, 1 à classe Malacostraca e 1 Oligochaeta (Tabela 3). A maior riqueza de táxons foi registrada no ponto 2 (S = 20), seguido do ponto 1 (S = 18) e ponto 3 (S = 17).

Considerando a amostra como um todo, os táxons mais abundantes foram os insetos da ordem Chironomidae (304 indivíduos ou 28,5%), seguido dos caranguejos Trichodactylidae (183 indivíduos ou 17,1%). Chironomidae também foi o táxon mais abundante no ponto 1 (n = 237 ou 37%), enquanto Trichodactylidae predominou no ponto 2 (n = 74 ou 25,4%). Distintamente, no ponto 3 houve maior abundância de Oligochaeta (n = 31 ou 22,8%), que correspondeu a apenas 3,3% da amostra total (0,4% no ponto 1 e 2,9% no ponto 3).

Os Chironomidae podem ocorrer nos mais diversos habitats e em uma ampla faixa de condições ambientais, uma vez que possuem elevada capacidade competitiva e grande adaptabilidade morfofisiológica (Goulart, Callisto, 2003, Ruaro et al., 2010, & Copatti et al., 2013). Tais características explicariam a predominância desse táxon no riacho das Palmeiras. Além disso,

segundo Marques, Ferreira e Barbosa (1999), Suriano e Fonseca-Gessner (2004), as larvas dessa família de insetos normalmente são numericamente dominantes em ambientes aquáticos.

Caranguejos Trichodactylidae, por sua vez, vivem associados ao folhço e à margem, em ambientes lênticos e lóticos (Costa, 2007, Silva et al., 2014a & Silva et al., 2014b). São elementos importantes da biota aquática de riachos, rios, lagos e açudes sendo avaliados como bons biomonitores e podendo ser encontrados principalmente em ambiente pouco degradado (Franchi et al., 2011). Desta forma, a grande quantidade de folhço acumulado provavelmente foi um fator que contribuiu para a predominância da espécie nas amostras do ponto 2.

Já os oligoquetos desempenham papel importante nos processos de reciclagem de nutrientes e fluxo de energia, sendo classificados como organismos extremamente resistentes, o que favorece sua adaptação aos mais diversos ambientes (Goulart & Callisto, 2003). As características observadas no ponto 3 sugerem que este seria o local mais antropizado dentre os escolhidos para a realização do presente estudo, favorecendo táxons mais resistentes, tais como Oligochaeta e Diptera, este último ocorrendo com maior riqueza taxonômica no ponto 3 (Tabela 3.). Silva et al. (2016), também encontraram maior abundância de oligoquetos em pontos mais antropizados do rio Ouricuri, afirmando que este

táxon é bioindicador de ambientes nestas condições.

No presente estudo foram amostrados representantes de Perlidae (Plecoptera), Leptoceridae (Trichoptera) e Leptophlebiidae (Ephemeroptera), os quais são considerados

extremamente sensíveis à poluição e às alterações do habitat (Hepp & Restello, 2007). A maioria desses organismos foi observada no ponto 1 (Tabela 3.), evidenciando o bom estado de conservação do mesmo.

Tabela 3 - Classificação taxonômica e respectivo número de indivíduos dos macroinvertebrados bentônicos coletados em cada ponto do Riacho das Palmeiras, RPPN Guarirú, Varzedo, Bahia.

Táxons	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	TOTAL
FILO ANNELIDA				
Classe Oligochaeta	4		31	35
FILO ARTROPHODA				
CLASSE INSECTA				
ORDEM COLEOPTERA				
Família Curculionidae			7	7
Família Dytiscidae	2		1	3
Família Dytiscidae (larva morfotipo 1)			1	1
Família Dytiscidae (larva morfotipo 2)			1	1
Família Elmidae	9	7		16
Família Elmidae (larva)			1	1
Família Gyrinidae	43	1		44
Família Hydrophilidae		49		49
Família Hydrophilidae (larva)			1	1
Família Noteridae			3	3
ORDEM DIPTERA				
Família Ceratopogonidae	35	34	10	79
Família Ceratopogonidae (pupa)			8	8
Família Chironomidae	221	53	10	284
Família Chironomidae (pupa)	16		4	20
Família Culicidae			9	9
Família Culicidae (pupa)		1	23	24
Família Tanyderidae	1			1
ORDEM EPHEMEROPTERA				
Família Baetidae	5	3		8
Família Leptophlebiidae	6	1		7
ORDEM HEMIPTERA				
Família Belastomatidae		1	2	3
Família Macroveliidae	1			1
Família Naucoridae			10	10
Família Nepidae (morfotipo 1)		9	1	10
Família Nepidae (morfotipo 2)		18		18
Família Notonectidae	53	15	2	70

Família Veliidae	1	1		2
ORDEM ODONATA				
Família Aeshnidae		1	1	2
Família Coegronidae			4	4
Família Gomphidae	1	1		2
Família Libellulidae		6	3	9
Família Megapodagrionidae	2			2
Família Perilestidae	5	1		6
ORDEM PLECOPTERA				
Família Perlidae	82	6		88
ORDEM TRICOPHTERA				
Família Leptoceridae	45	9	3	57
SUBFILO CRUSTACEA				
ORDEM DECAPODA				
Família Trichodacylidae				
<i>Trichodactylus fluviatilis</i>	109	74		183
TOTAL	641	291	136	1068

De modo geral, os valores dos índices de diversidade de Shannon-Wiener mostraram-se semelhantes em todos os pontos (Tabela 4.), representando uma alta diversidade. Esses valores foram semelhantes àqueles encontrados por Paz et al., (2008) e Silva et al. (2011) que avaliaram, respectivamente, índices bióticos em trechos bem preservados do rio das Velhas, Minas Gerais e Correntoso, Mato Grosso do Sul. Por outro lado, estudos conduzidos em rios

degradados mostraram índices de diversidade abaixo de 1,0, tais como Strieder et al., (2006), Copatti et al. (2013) e Silva et al. (2016). Neste contexto, Amorim e Castilho (2009) observaram uma diminuição significativa do índice de diversidade, particularmente em locais com maior degradação ambiental. Portanto, considerando os índices de diversidade pode-se dizer que o trecho estudado do riacho das Palmeiras encontra-se estável e ecologicamente preservado.

Tabela 4 - Índices de riqueza taxonômica, Diversidade de Shannon-Wiener, BMWP' e ASPT calculados a partir das amostras dos pontos 1, 2 e 3 do Riacho das Palmeiras, Varzedo, BA.

Índice	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Geral
Riqueza Taxonômica	18	20	17	28
Diversidade de Shannon-Wiener	2,0	2,2	2,3	2,5
BMWP'	99	105	80	148
ASPT	5,5	5,3	4,7	5,3

Os resultados dos índices BMWP' e ASPT podem ser visualizados na Tabela 4. A avaliação da qualidade da água através do índice biológico BMWP', classificou os pontos 1 e 3 como

duvidosos (classe IV) e o ponto 2 como aceitável (classe III). Entretanto, considerando-se os três pontos conjuntamente, o índice BMWP' do trecho estudado do riacho das Palmeiras foi considerado

bom, com águas limpas, não poluídas ou sistema perceptivelmente não alterado (Tabelas 2. e 4.). Cabe ressaltar que o valor calculado para esse índice (148) foi próximo do valor mínimo necessário (150) para que as águas do riacho das Palmeiras fossem consideradas excelentes. Os valores calculados para o ASPT diagnosticaram a água dos pontos 1 e 2 como “qualidade duvidosa” e do ponto 3 como “provável poluída moderada”. Considerando-se os três pontos em conjunto, o valor do ASPT não diferiu daquele calculado para os pontos 1 e 2 e, dessa forma, a água do trecho estudado do riacho das Palmeiras também foi considerada de “qualidade duvidosa” (Tabela 4.).

Conclusão

Os macroinvertebrados mostraram-se eficientes para avaliar a qualidade da água do riacho das Palmeiras. O grande número de famílias coletadas, a presença de famílias sensíveis a alterações ambientais e os resultados obtidos pelas diferentes métricas de avaliação da qualidade ambiental indicam que, de maneira geral, o trecho do riacho estudado se encontra em bom estado de conservação, apesar das variações pontuais dos índices entre si e em cada ponto de amostragem.

Agradecimentos

Os autores gostariam de expressar seus mais sinceros agradecimentos à Conservação Internacional no Brasil, Fundação SOS Mata Atlântica e The Nature Conservancy pela concessão de auxílio financeiro através do Programa de Incentivo às RPPN's da Mata Atlântica (Edital nº X de 2011); à Pró-Reitoria de Políticas Afirmativas e Assuntos Estudantis da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia pela concessão de bolsa vinculada ao Programa de Permanência Qualificada a um de nós (JLS); ao Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas pelo apoio logístico; finalmente, ao senhor Flavio Pantarotto, proprietário da Fazenda Serenidade, por autorizar a realização desta pesquisa em sua propriedade e por todo o apoio durante as atividades de campo.

Referências

- Alba-Tercedor, J., & Sánchez-Ortega, A. (1988). Un método rápido y simple para evaluar la calidad biológica de las aguas corrientes basado en el de Hellawell (1978). *Limnética*, 4, 51-56.
- Amorim, A. C. F., & Castillo, A. R. (2009). Macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores da qualidade da água do baixo rio Perequê, Cubatão, São Paulo, Brasil. *Biodiversidade Pampeana*, 7 (1), 16-22.
- Arango et al., (2008). Calidad del agua de las quebradas La Cristalina y La Risaralda, San Luis, Antioquia. *Revista EIA - Escuela de Ingeniería de Antioquia*, s/v (9), 121-141.
- Bieger et al., (2010). Are the streams of the Sinos River basin of good water quality? Aquatic macroinvertebrates may answer the question. *Brazilian Journal of Biology*, 70 (4 suppl.), 1207-1215.
- Blengini, I. A. D., Cintra, M. A. M. U., & Cunha, R. P. P. (Eds.). (2015). *Proposta de Unidade de Conservação da Serra da Jiboia*. Salvador, BA: Gambá.
- Brigante et al., (2003). Comunidade de macroinvertebrados bentônicos no rio Mogi-Guaçu. In J. Brigante & E. L. G. Espíndola (Eds.), *Limnologia fluvial: um estudo no rio Mogi-Guaçu* (pp. 182-187). São Carlos: RIMA.
- Carvalho, E. M., & Uieda, V. S., (2004). Colonização por macroinvertebrados bentônicos em substrato artificial e natural em um riacho de serra em Itatinga, São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 21 (2), 287-293.
- Copatti, C. E et al., (2013). Bioassessment using benthic macroinvertebrates of the water quality in the Tigreiro river, Jacuí Basin. *Acta Scientiarum*, 35 (4), 521-529.
- Cota et al., (2002). Rapid assessment of river water quality using an adapted BMWP index: a practical tool to evaluate ecosystem health. *Verhandlungen des Internationalen Verein Limnologie*, 28, 1-4.

- Cortes, R., et al., (2002). Qualidade biológica dos ecossistemas fluviais. In: Moreira, I. et al., (Eds.), *Ecossistemas Aquáticos e Ribeirinhos* (pp. 3-26) Lisboa: Instituto da Água, Ministério das Cidades, Ordenamento do Território e Ambiente.
- Costa, C., Ide, S., & Simonka, C. E. (Eds.). (2006). *Insetos imaturos metamorfose e identificação*. Ribeirão Preto, SP: Holos.
- Costa, F. L. M., et al., (2006). Inventário da diversidade de macroinvertebrados bentônico no reservatório da estação ambiental de Peti, MG, Brasil. *Neotropical Biology and Conservation*, 1 (1), 17-23.
- Costa Neto, E. (2007). O caranguejo-de-água-doce, *Trichodactylus fluviatilis* (Latreille, 1828) (Crustacea, Decapoda, Trichodactylidae), na concepção dos moradores do povoado de Pedra Branca, Bahia, Brasil. *Biotemas*, 20 (1), 59-68.
- Czerniawska-Kusza, I. (2005). Comparing modified biological monitoring working party score system and several biological indices based on macroinvertebrates for water-quality assessment. *Limnologia*, 35, 169–176.
- Ferreira, V., et al., (2004). Water quality in the Mondego river basin: pollution and habitat heterogeneity. *Limnetica*, 23 (3-4), 295-306.
- Franchi, M., et al., (2011). Bioconcentration of Cd and Pb by the river crab *Trichodactylus fluviatilis* (Crustacea: Decapoda). *Journal of the Brazilian Chemistry Society*, 22 (2), 230-238.
- Froehlich, C. G. (2007, Nov. 15). *Guia on-line: Identificação de larvas de Insetos Aquáticos do Estado de São Paulo*. Recuperado de <http://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce/guiaonline>
- Giulianti, T. L., & Carvalho, E. M. (2009). Distribuição das assembleias de macroinvertebrados bentônicos em dois trechos do córrego Laranja Doce, Dourados/MS. *Interbio*, 3 (1), 4-14.
- Goulart, M. D. C., & Callisto, M. (2003). Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. *Revista da FAPAM*, 2 (1), 78-85.
- Hammer, O et al., (2001). Past: Palaeontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontological Electronica*, 4 (1), 1-9. Recuperado de http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/past.pdf
- Hepp, L. U., & Restello, R. M. (2007). Macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores da qualidade das águas do Alto Uruguai Gaúcho. In: Zakrzewski, S. B. B. (Ed.). *Conservação e uso sustentável da água: múltiplos olhares* (pp. 75-85). Erechim: Edifapes.
- Instituto Ambiental do Paraná. (2007). Avaliação da qualidade da água através dos macroinvertebrados bentônicos – índice BMWP. Retrieved from <http://www.meioambiente.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=91>
- Junqueira, M. V. et al., (2000). Biomonitoramento da qualidade das águas da Bacia do Alto Rio das Velhas. (MG/Brazil) através de macroinvertebrados. *Acta Limnologica Brasiliensis*, 12 (1), 73-87.
- Junqueira, V. M., & Campos, S. C. M. (1998). Adaptation of the “BMWP” method for water quality evaluation to Rio das Velhas watershed (Minas Gerais, Brasil). *Acta Limnologica Brasiliensis*, 10 (2), 125-135.
- Marques, M. G. S. M. et al., (1999). A comunidade de macroinvertebrados aquáticos e características limnológicas das lagoas cariocas e da Barra, Parque Estadual do Rio Doce, MG. *Revista Brasileira de Biologia*, 59 (2), 203-210.
- Medina-Tafur, C. et al., (2010). El índice Biological Monitoring Working Party (BMWP), modificado y adaptado a tres microcuencas del Alto Chicama. *Sciéndo*, 13 (2), 1-15.
- Melo, G. A. S. (Ed.). (2003). *Manual de Identificação dos Crustacea Decapoda de água doce do Brasil*. São Paulo, SP: Edições Loyola.
- Monteiro, T. R. et al., (2008). Biomonitoramento da qualidade de água utilizando macroinvertebrados bentônicos: adaptação do

índice biótico BMWP' à bacia do Rio Meia Ponte - GO. *Oecologia Brasiliensis*, 12 (3), 553-563.

Moretti, M. S. (2004). Atlas de Identificação Rápida dos Principais Grupos de Macroinvertebrados Bentônicos Belo Horizonte: ICB/UFMG. Recuperado de http://labs.icb.ufmg.br/benthos/index_arquivos/pdf_s_pagina/Curso%20Biomonitoramento/Arquivos/Atlas.pdf

Mugnai, R., et al., (Eds.). (2010). *Manual de identificação de macroinvertebrados aquáticos do Estado do Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro, RJ: Technical Books.

Paisley, M. F., et al., (2013). Revision of the Biological Monitoring Working Party (BMWP) score system: derivation of present-only and abundance-related scores from field data. *River Research and Applications*, 30 (7), 887-904.

Payakka, A., & Prommi, T. (2013). The use of BMWP and ASPT biotic score as biological monitoring of streams in northern Thailand. *Journal of Applied Sciences in Environmental Sanitation*, 9 (1), 7-16.

Payakka, A., & Prommi, T. (2013). The use of BMWP and ASPT biotic score as biological monitoring of streams in northern Thailand. *Journal of Applied Sciences in Environmental Sanitation*, 9 (1), 7-16.

Paz, A., et al., (2008). Efetividade de áreas protegidas (APs) na conservação da qualidade das águas e biodiversidade aquática em sub-bacias de referência no rio das Velhas (MG). *Neotropical Biology and Conservation*, 3 (3), 149-158.

Remor, M. B., et al., (2014). Qualidade da água do rio das Pedras, oeste do Paraná, utilizando macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores. *Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR*, 17(2), 121-129.

Ruaro, R., et al., (2010). Avaliação da qualidade da água do rio Clarito no município de Cascavel (PR), através do índice BMWP adaptado. *SaBios: Revista de Saúde e Biologia*, 5 (1), 5-12.

Silva, F. H., et al., (2011). Índices bióticos para avaliação da qualidade ambiental em trechos do rio Correntoso, Pantanal do Negro, Estado do Mato Grosso do Sul, Brasil. *Acta Scientiarum, Biological Sciences*, 33 (3), 289-299.

Silva, F. L., et al., (2009). Macroinvertebrados aquáticos do reservatório do rio Batalha para a captação das águas e abastecimento do município de Bauru, SP, Brasil. *Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science*, 4 (2), 66-74.

Silva, K. W. S., et al., (2016). Aplicação dos índices biológicos Biological Monitoring Working Party e Average Score per Taxon para avaliar a qualidade de água do rio Ouricuri no Município de Capanema, Estado do Pará, Brasil. *Revista Pan-Amazônica de Saúde*, 7 (3), 13-22.

Silva, T. R., et al., (2014a). Etnobiologia do caranguejo de água doce *Trichodactylus fluviatilis* Latreille, 1828 no povoado de Pedra Branca, Santa Teresinha, Bahia. *Gaia Scientia*, 8 (1), 51-64.

Silva, T. R. et al., (2014b). Relative growth, sexual dimorphism and morphometric maturity of *Trichodactylus fluviatilis* (Decapoda: Brachyura: Trichodactylidae) from Santa Terezinha, Bahia, Brazil. *Zoologia*, 31(1), 20-27.

Silveira, M. P., & Queiroz, J. F. (2006). *Uso de Coletores com Substrato Artificial para Monitoramento Biológico de Qualidade de Água* (Comunicado Técnico, n.39). Jaguariúna, SP: Embrapa Meio Ambiente. Recuperado de <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/15134/uso-de-coletores-com-substrato-artificial-para-monitoramento-biologico-de-qualidade-de-agua>

Sterz, C., et al., (2011). Análise microbiológica e avaliação de macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores da qualidade da água do Riacho Capivara, município de Mondaiá, SC. *Unoesc & Ciência-ACBS*, 2 (1), 7-16.

Strahler, A. N. (1957). Quantitative analysis of watershed geomorphology. *Transactions American Geophysical Union*, 38(6), 913-920.

Strieder, M. N., et al., (2006). Medidas biológicas e índices de qualidade da água de uma microbacia com poluição urbana e de curtumes no Sul do Brasil. *Acta Biologica Leopoldensia*, 28 (1), 17-24.

Suriano, M. T., & Fonseca-Gessner, A. A. (2004). Chironomidae (Diptera) larvae in streams of Parque Estadual de Campos do Jordão, São Paulo state, Brazil. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 16 (2), 129-136.

Thomazi, R. D., et al., (2008). A sucessão ecológica sazonal de macroinvertebrados bentônicos em diferentes tipos de atratores artificiais no rio Bubu, Cariacica, ES. *Natureza online*, 6 (1), 1-8.

Walley, W. J., & Hawkes, H. A. (1996). A computer-based reappraisal of the biological monitoring working party scores using data from the 1990 river quality survey of England and Wales. *Water Research*, 30 (9), 2086-2094.

Walley, W. J., & Hawkes, H. A. (1997). A computer-based development of the biological monitoring working party score system incorporating abundance rating, site type and indicator value. *Water Research*, 31 (2), 201-210.

Recebido em: 15/05/2017

Aceito em: 27/03/2018