

# AVALIAÇÃO RÁPIDA DA QUALIDADE DA ÁGUA UTILIZANDO INVERTEBRADOS BENTÔNICOS, ATRAVÉS DOS ÍNDICES BIÓTICOS BMWP' E ASPT NO RIBEIRÃO SÃO BERNARDO, PIRANGUÇU, SUL DE MINAS GERAIS✓

7

Ademir Henrique VILAS BOAS<sup>1</sup>  
Flávio de Vasconcelos CAMARGO<sup>2</sup>

---

✓ Artigo recebido em 19 de março de 2017 e aprovado em 18 de abril de 2017.

<sup>1</sup> Bacharel em Ciências Biológicas pelo Centro Universitário de Itajubá (FEPI). Mestre em Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI). E-mail: <[ademirvilasboas@hotmail.com](mailto:ademirvilasboas@hotmail.com)>

<sup>2</sup> Graduado em Ciências Biológicas pela Universidade de Taubaté, especialista em Biologia Marinha e mestre em Zoologia pelo Instituto Básico de Biociências UNESP de Botucatu. Docente do curso de Ciências Biológicas do Centro Universitário de Itajubá - FEPI. E-mail: <[flaviobiol@yahoo.com.br](mailto:flaviobiol@yahoo.com.br)>

**AVALIAÇÃO RÁPIDA DA  
QUALIDADE  
DA ÁGUA UTILIZANDO  
INVERTEBRADOS BENTÔNICOS,  
ATRAVÉS DOS ÍNDICES BIÓTICOS  
BMWP' E ASPT NO RIBEIRÃO SÃO  
BERNARDO, PIRANGUÇU, SUL DE  
MINAS GERAIS**

**QUICK ASSESSMENT OF USING  
WATER QUALITY USING BENTHIC  
INVERTEBRATE, THROUGH THE  
INDICES BIOTIC BMWP 'AND ASPT  
ON RIBEIRÃO SÃO BERNARDO,  
PIRANGUÇU, SOUTH OF MINAS  
GERAIS**

**RESUMO**

Foi realizada a avaliação da qualidade da água utilizando invertebrados bentônicos em dois trechos do Ribeirão São Bernardo, município de Piranguçu, sul de Minas Gerais. Os organismos foram coletados utilizando um coletor suber (malha 0.50mm). A avaliação da qualidade da água foi analisada através dos índices BMWP' (*Biological Monitoring Working Party Score System*) e ASPT (*Average Score per Taxon*). O resultado da avaliação dos índices biológicos indica que no geral a qualidade da água do Ribeirão São Bernardo é satisfatória. Foram identificados 1087 indivíduos pertencentes a 08 ordens e 27 famílias. As ordens *Ephemeroptera*, *Plecoptera* e *Trichoptera* representam 36,15% do total dos organismos coletados. A presença destes organismos considerados sensíveis à poluição sugere que os habitats estudados não sofreram grandes alterações. Os valores de diversidade H' encontrados neste estudo ficaram acima de 0,85, fato que pode ser considerado indicador de baixa poluição na água.

**Palavras-chave:** Pressão antrópica, Bioindicadores, Qualidade ambiental.

**ABSTRACT**

The evaluation of water quality was performed using benthic invertebrates in two stretches of the Ribeirão São Bernardo, municipality of Piranguçu, south of Minas Gerais. The organisms were collected using a suber collector (0.50mm mesh). The water quality evaluation was analyzed through the biological indexes BMWP' (*Biological Monitoring Working Party Score System*) and ASPT (*Average Score per Taxon*). The result of the evaluation of the biological indexes indicates that in general the quality of the water of Ribeirão São Bernardo is satisfactory. A total of 1,087 individuals belonging to 8 orders and 27 families were identified. The orders *Ephemeroptera*, *Plecoptera* and *Trichoptera* represent 36,15% of the total organisms collected. The presence of these organisms considered to be sensitive to pollution suggests that the habitats studied have not undergone major changes. The diversity values H' found in this study were above 0.85, a fact that can be considered an indicator of low water pollution.

**Keywords:** Anthropogenic pressure, Bioindicators, Environmental quality.

## 1 INTRODUÇÃO

A intensificação na degradação dos ecossistemas aquáticos, causada pela expansão das fronteiras agrícolas e o aumento desordenado das demais atividades humanas têm promovido alterações de ordem física e química nesses ambientes. O que tem levado a uma perda na qualidade da água e de habitats naturais e alterações na abundância, diversidade e composição das comunidades biológicas dependentes destes ecossistemas (BERNHARDT *et al.*, 2005; OLIVERIA; CALLISTO, 2010; RUFO; CRISTO, 2014).

A diminuição da qualidade e disponibilidade dos recursos hídricos tem sido motivo de grande preocupação nas últimas décadas (HYNES, 1975; ALLAN, 2004; RUFO; CRISTO, 2014). Por esta razão existe um crescente interesse por conhecer e proteger os ecossistemas aquáticos, procurando entender mais sobre sua dinâmica e funcionamento. O desenvolvimento de critérios para avaliação da qualidade da água através das variáveis físicas, químicas e biológicas tem possibilitado diagnosticar o efeito e a magnitude das intervenções humanas (RODRIGUEZ, 1998; NORRIS; HAKWINS, 2000).

Dentre os esforços empregados no sentido de detectar, quantificar e mitigar estes efeitos da degradação ambiental dos ecossistemas aquáticos estão medidas bioindicadoras utilizadas para a avaliação de impactos sobre a comunidade biológica (RESH; JACKSON, 1993; BUSS, *et al.*, 2015). Onde os invertebrados bentônicos de água doce são considerados bons indicadores de qualidade da água (CALLISTO, 2002; CARVALHO; UEIDA, 2004). Dentre os vários fatores que justificam seu uso estão: seu importante papel na dinâmica dos ecossistemas aquáticos, seu ciclo de vida relativamente longo, grande diversidade de espécies, diferentes formas e modos de vida, amostras relativamente de fácil obtenção, equipamentos e metodologias simples (GRIFFITHS, 1996; SILVEIRA, 2004; BAPTISTA, 2008).

A avaliação da biodiversidade de invertebrados bentônicos ao longo do curso dos riachos fornece informações sobre a magnitude dos efeitos de estressores sobre os organismos (CALLISTO *et al.*, 2001a). Podendo ser uma importante ferramenta para a análise da qualidade e saúde dos ecossistemas aquáticos (BUSS *et al.*, 2008; BUSS *et al.*, 2016). Nesse sentido, a sensibilidade desses organismos não somente

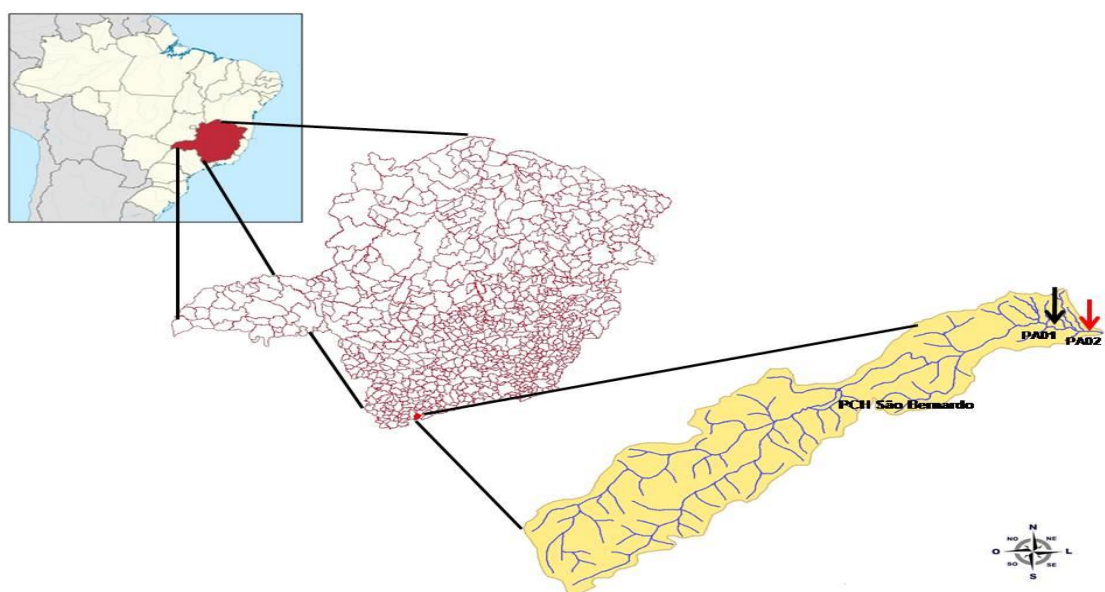
à poluição, mas também às mudanças no habitat, sugere seu uso como bioindicadores de qualidade de água (CALLISTO *et al.*, 2001a).

Desta forma, o objetivo desta pesquisa apresentada neste artigo foi estudar a comunidade de invertebrados aquáticos e aplicar o índice biótico BMWP' e ASPT para avaliação da qualidade da água em um trecho do Ribeirão São Bernardo, Piranguçu, sul do Estado de Minas Gerais.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS: ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado em pontos amostrais com níveis de conservação distintas, distantes cerca de 3km um do outro, denominados de ponto amostral 1 (PA01: 22°34'36,98"S e 45°29'22.26"W) e ponto amostral 2 (PA02: 22°34'42.87"S e 45°28'57.19"W) em um trecho do Ribeirão São Bernardo no município de Piranguçu, sul do Estado de Minas Gerais, região da Serra da Mantiqueira, pertencente ao Bioma Mata Atlântica (Figura 1).

**Figura 1:** Mapa detalhando a localização do Ribeirão São Bernardo na região sul do Estado de Minas Gerais, as setas indicam os pontos amostrais (PA01 e PA02)



**Fonte:** Elaboração própria.

Esse sistema lótico é típico de cabeceira, apresenta largura média de 3 metros e uma profundidade média de 30 cm, intercalando vários trechos de corredeira e áreas de remanso, nele podem ser observados diversos tipos de substratos, formado principalmente por grandes quantidades de pedras, cascalhos, seixos, galhadas e matéria orgânica depositada que pode ser encontrada principalmente nas áreas de remanso.

Para a escolha destes pontos foi utilizado o protocolo proposto por Callisto *et al.* (2002), que tem como objetivo verificar os níveis de conservação local através da avaliação da qualidade dos habitats. O autor define três níveis de preservação: 0 a 40 pontos indicam trechos impactados, 41 a 60 pontos para trechos alterados e superior a 61 pontos para trechos naturais.

O ponto amostral 1 está situado em uma propriedade particular e possui mata ciliar com aproximadamente 120m de largura em bom estado de conservação em ambas as margens, formando um dossel fechado sobre o ribeirão.

O ponto amostral 2 está inserido dentro da comunidade do bairro São Bernardo, que possui cerca de 15 residências, configurando um local que apresenta perturbações de origens antrópicas, com agricultura familiar sendo praticada próximo às margens do ribeirão, contribuindo para carreamento de sedimentos. Além disso, ocorre o lançamento de efluente não tratado proveniente das residências. Sua vegetação é arbustiva e com poucas espécies arbóreas o que permite a incidência da luz o leito do ribeirão.

## 2.1 Coleta e identificação

As amostragens foram realizadas no leito do Ribeirão São Bernardo entre outubro, novembro e dezembro de 2010 (estação chuvosa) e abril, maio e julho de 2011 (estação seca). As amostras foram coletadas em trélicas com o auxílio de um coletor suber (malha 0.50mm) em uma área de 1m<sup>2</sup>.

O material coletado foi acondicionado em recipientes plásticos e fixado em campo com formol 5%. Posteriormente foram transportados para o laboratório de Zoologia e Morfologia Animal do Centro Universitário de Itajubá, onde o substrato foi lavado e peneirado, sendo que o material retido nas peneiras passou por triagem em

microscópio estereoscópio, os invertebrados bentônicos foram isolados e preservados em álcool 70% e identificados até o nível de família utilizando bibliografia especializada (MERRITT; CUMMINS, 1996; MUGNAI *et al.*, 2010).

*In situ* foram mensurados a temperatura da água, pH e velocidade da correnteza medida por meio do método de objetos impulsionados pela correnteza (SCHWOERBEL, 1975). A precipitação acumulada durante o período de amostragem foi obtida através da Estação Meteorológica da Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI).

## 2.2 Análise de dados

Para análise dos dados oriundos da fauna de invertebrados bentônicos presente nas águas do Ribeirão São Bernardo, foram aplicados os índices biológicos BMWP' - *Biological Monitoring Working Party*, ASPT - *Average Score per Taxon*, índice EPT para determinar o percentual de ocorrência de indivíduos das ordens *Ephemeroptera*, *Plecoptera* e *Trichoptera*, índice de diversidade de Shannon-Wiener e equitabilidade ( $J'$ ) Pielou segundo MAGURRAN (1991). Para testar se a comunidade de invertebrados foi diferente entre os pontos amostrais e em razão da sazonalidade medidas da diversidade foram comparadas através de um Teste *t* de *Student* ( $p \leq 0,05$ ) por meio do *software* DivEs 3.0.

## 3 RESULTADOS

A caracterização do ambiente por meio do protocolo proposto fornece uma boa indicação do nível de preservação das características naturais dos ecossistemas lóticos. O ponto amostral 1 foi caracterizado como natural (88 pontos), por ser um local sem interferência antrópica. O ponto amostral 2, foi caracterizado como alterado (58 pontos), por apresentar alguma alteração antrópica.

A região de estudo apresenta duas estações definidas, uma considerada chuvosa devido ao alto regime de chuva e outra considerada estação seca que corresponde aos meses do inverno, com chuvas escassas. Os índices

pluviométricos mais elevados foram registrados durante a estação chuvosa entre os meses de outubro, novembro e dezembro de 2010, com acumulados mensais de 98mm, 237mm e 251mm, respectivamente. Já os menores índices foram obtidos na estação seca para os meses de abril, maio e julho de 2011, com os acumulados de 97mm, 23mm e 8,2mm, respectivamente.

A temperatura da água foi maior durante a estação chuvosa e para o ponto amostral 2 que é uma região com poucas espécies arbóreas e maior incidência solar. Os dados de pH, no geral se mostram neutro, com tendência para o ácido durante o período seco. A estação chuvosa apresentou os maiores valores registrando 7,1 e 7,2 para os pontos amostrais 1 e 2, respectivamente. O valor mínimo registrado para o ponto amostral 1 foi 5,3. Já para o ponto amostral 2 o valor mínimo foi de 5,4. Os valores das variáveis abióticas mensurados no ribeirão São Bernardo estão representados na tabela 1.

**Tabela 1:** Parâmetros ambientais abióticos medidos no Ribeirão São Bernardo. Correnteza média (m / s), temperatura C °, potencial hidrogeniônico (pH)

Ponto Amostral 1	Estação Chuvosa			Estação Seca		
	out/10	nov/10	dez/10	abr/11	mai/11	jul/11
Correnteza média (m/s)	0,28	0,46	0,52	0,33	0,25	0,18
Temperatura da água (°C)	13,3	13,8	14,1	12,2	8,1	7,6
Potencial hidrogeniônico (pH)	6,2	7,1	6,5	5,9	6,7	5,3
Ponto Amostral 2	Estação Chuvosa			Estação Seca		
	out/10	nov/10	dez/10	abr/11	mai/11	jul/11
Correnteza média (m/s)	0,33	0,51	0,57	0,35	0,29	0,22
Temperatura da água (°C)	16,4	15,2	18,2	14,4	12,3	10,1
Potencial hidrogeniônico (pH)	6,9	7,2	6,1	6,8	5,4	5,6

Fonte: Elaboração própria.

No período de amostragens foram coletados e identificados 1087 indivíduos pertencentes a 08 ordens e 27 famílias (Tabela 3). Sendo que 557 indivíduos foram coletados no ponto amostral 1 e 530 no ponto amostral 2, distribuindo os organismos em relação a sazonalidade, o período chuvoso apresentou 416 organismos e o período seco 671. Ao todo 20 grupos foram comuns aos pontos de coleta e 7 táxons foram exclusivos a um determinado ponto. As famílias *Chironomidae*, *Gomphidae*, *Libellulidae* e *Naucoridae* estiveram presentes em 100% das coletas.

A abundância e riqueza de organismos foram maiores para o período seco. A diversidade *Shannon-Wiener* também se mostrou maior para o período seco em ambos os pontos amostrais. Esta mesma tendência seguiu para a equitabilidade de Pielou's, apenas o mês de julho (0,8124), ponto amostral 2, o valor ficou abaixo em relação a estação chuvosa.

Os valores de diversidade variaram entre 0,8599 a 1,1294 para o ponto amostral 1 e entre 0,8586 a 0,9489 para o ponto amostral 2 (Tabela 2). A equitabilidade de Pielou's revelou valores entre 0,8599 a 0,9178 para o ponto amostral 1 e entre 0,8504 a 0,94989 para o ponto amostral 2 (Tabela 2).

Os valores comparados de diversidade não variaram significativamente entre os pontos amostrais ( $t= 1.4811$ ;  $gl= 754$ ;  $p= 0.0500$ ). No entanto, a diversidade variou significativamente para a sazonalidade no ponto amostral 1 ( $t= 3.833$ ;  $gl= 349$ ;  $p= 0.0500$ ) e não variou significativamente para o ponto amostral 2 ( $t= 1.0213$ ;  $gl= 149$ ;  $p= 0.0500$ ).

**Tabela 2:** Abundância, riqueza, diversidade *Shannon-Wiener* (H') e equitabilidade de Pielou's (J') dos invertebrados bentônicos coletados nas duas áreas amostrais do ribeirão São Bernardo

Ponto Amostral 1	Estação Chuvosa			Estação Seca		
	out/10	nov/10	dez/10	abr/11	mai/11	jul/11
Abundância	73	64	76	89	102	152
Riqueza	10	11	12	13	15	17
Diversidade Shannon-Wiener (H')	0,8599	0,9258	0,9844	0,9933	1,0625	1,1294
Equitabilidade de Pielou's (J')	0,8599	0,889	0,9122	0,8917	0,9034	0,9178
Ponto Amostral 2	Estação Chuvosa			Estação Seca		
	out/10	nov/10	dez/10	abr/11	mai/11	jul/11
Abundância	58	75	70	87	125	115
Riqueza	9	12	10	11	13	13
Diversidade Shannon-Wiener (H')	0,8586	0,9177	0,9037	0,9882	1,0245	0,905
Equitabilidade de Pielou's (J')	0,8997	0,8504	0,9037	0,9489	0,9197	0,8124

**Fonte:** Elaboração própria.

As ordens *Ephemeroptera*, *Plecoptera* e *Trichoptera* recebem maior destaque em estudos de biomonitoramento, devido a sua sensibilidade à poluição. Neste estudo foram coletados 393 organismos, o que corresponde a 36,15% do total de indivíduos, sendo que 232 organismos estavam presentes no ponto amostral 1 e 161



organismos foram coletados no ponto amostral 2. Foram coletados da ordem *Ephemeroptera* 198 indivíduos distribuídos em 4 famílias, 161 organismos da ordem *Trichoptera* distribuídas em 7 famílias e 34 organismos da ordem *Plecoptera* distribuídas em 2 famílias.

Os resultados obtidos pelo índice BMWP' no geral indicam a água com qualidade aceitável, variando entre qualidade duvidosa e boa (Tabela 3). Os índices obtidos a partir do cálculo do ASPT variaram entre 5.5 a 7.3 entre os pontos amostrados, caracterizando os ambientes entre qualidade duvidosa e limpa. De maneira semelhante pode ser observado pelos índices bióticos alterações antrópicas no ponto amostral 2, que apresentou água com qualidade duvidosa com certa frequência. Ainda assim, devem-se analisar as características peculiares do ribeirão, como mata ciliar, profundidade, vazão, aporte de nutrientes, estabilidade do substrato, disponibilidade de habitats, entre outros que podem influenciar na distribuição dos organismos.

**Tabela 3:** Famílias de invertebrados bentônicos, índice BMWP" e ASPT para o ponto amostral 1 e ponto amostral 2 no ribeirão São Bernardo, localizado no município de Piranguçu, Minas Gerais, Brasil. (Ac – aceitável, Dv – duvidosa, B – boa, L – limpa)

Grupo Taxonômico	Estação Chuvosa						Estação Seca						BMWP'
	out/10		nov/10		dez/10		abr/11		mai/11		jul/11		
	PA01	PA02	PA01	PA02	PA01	PA02	PA01	PA02	PA01	PA02	PA01	PA02	
<b>Annelida</b>													
<b>Hirudinea</b>													
<b>Oligochaeta</b>													
<b>Haplotaxida</b>													
<b>Naididae</b>													
Tubificidae	-	13	9	18	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<b>Arthropoda</b>													
<b>Insecta</b>													
<b>Coleoptera</b>													
Elmidae	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	5
Hydrophilidae	-	-	-	3	3	-	-	-	5	7	9	-	3
<b>Diptera</b>													
Chironomidae	19	9	11	13	16	8	13	13	21	11	15	16	2
Tipulidae	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	5	-	5
<b>Ephemeroptera</b>													
Baetidae	-	-	-	-	6	5	7	8	9	6	14	-	5
Caenidae	5	-	-	-	-	-	9	-	11	20	13	31	5
Leptophlebiidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	10
Leptohyphidae	5	-	-	4	8	2	7	-	-	3	15	7	6
<b>Heteroptera</b>													
Naucoridae	21	14	17	17	13	21	13	14	16	13	22	28	3
Veliidae	-	7	9	-	7	9	19	13	-	26	16	-	3
<b>Megaloptera</b>													
Corydalidae	-	-	-	2	3	4	2	6	-	11	4	-	4
<b>Odonata</b>													
Aeshnidae	-	-	2	3	-	-	3	-	-	-	-	-	8
Calopterigidae	-	4	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	8
Coenagrionidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	6
Gomphidae	3	2	2	5	3	4	1	3	4	7	1	2	8
Libellulidae	4	2	2	4	1	9	3	11	1	5	2	4	8
Megapodagrionidae	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	10
<b>Plecoptera</b>													
Gripoterygidae	-	-	-	3	-	-	-	-	2	-	-	-	10
Perlidae	-	3	-	-	4	-	3	4	5	-	8	2	10
<b>Trichoptera</b>													
Calamoceratidae	4	4	3	-	-	-	2	6	6	-	-	-	10
Glossosomatidae	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	8
Helichopsychidae	-	-	3	-	-	-	-	-	5	3	9	7	10
Hydropsychidae	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	2	2	5
Hydrobiosidae	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7
Leptoceridae	7	-	6	-	4	4	7	5	8	9	9	7	10
Odontoceridae	-	-	3	-	5	-	7	4	4	4	6	5	10
<b>BMWP' adaptado por Brigante et al. (2003)</b>	62	53	73	71	77	55	93	73	107	77	103	87	
<b>Qualidade da água</b>	Ac	Dv	Ac	Ac	Ac	Dv	Ac	Ac	B	Ac	B	Ac	
<b>Índice ASPT segundo Baptista (2008)</b>	6,89	5,89	7,3	6,45	5,92	5,5	6,64	6,64	7,13	5,92	6,06	7,25	
<b>Qualidade da água</b>	L	Dv	L	L	Dv	Dv	L	L	L	Dv	L	L	

Fonte: Elaboração própria.

#### 4 DISCUSSÃO

A área do estudo em geral se apresenta bem preservada, mesmo com certa alteração no ponto amostral 2 não foram observadas grandes mudanças na qualidade e na quantidade dos habitats fluviais, ambas as regiões apresentaram um substrato heterogêneo, os quais são formados por areia, lama, seixos, matéria orgânica e galhadas, refletindo assim, na colonização de invertebrados bentônicos.

O aumento da pluviosidade resultou em alterações das variáveis abióticas como pH e temperatura da água, assim como Ribeiro e Ueda (2005) constataram em seus estudos. Essas alterações podem ser consideradas um fator limitante à colonização dos ecossistemas aquáticos pelos diferentes organismos devido à modificação as respostas fisiológicas dos organismos (TUNDISI; MATSUMURA-TUNDISI, 2008).

Segundo Esteves (1998) a grande maioria dos corpos d'água continentais tem pH variando entre 6 e 8, padrão que também foi observado neste estudo. Segundo Ward (1992) ecossistemas aquáticos com pH abaixo de 4,5 a fauna bentônica são extremamente pobres, tanto em termos de riqueza de espécies como em densidade de organismos.

Os valores de diversidade  $H'$  encontrados neste estudo ficaram acima de 0,85, fato que pode ser considerado indicador de baixa poluição na água, uma vez que outros dados apresentados, nesse trabalho, como parâmetros ambientais da água (Tabela 1), riqueza, equitabilidade  $J'$  (Tabela 2) e; índice BMWP (Tabela 3); também apontam para uma qualidade satisfatória da água. Este fato também foi observado por Copatti *et al.* (2010) em seus estudos

O período seco apresentou maior abundância, riqueza de famílias de invertebrados bentônicos e Índice de Diversidade de *Shannon-Wiener*. Corroborando com os resultados observados por Kikuchi e Uieda (1998) em ambientes lóticos na Bacia do Paranapanema, SP; Baptista *et al.* (2001) na bacia do rio Macaé, RJ e Lucca (2005) em lagos do Vale do Médio Rio Doce, MG. Essa maior abundância pode ser atribuída à maior estabilidade de substrato, assim como um menor efeito de arraste devido à menor velocidade de correnteza e volume de água, como proposto por Bispo *et al.* (2001).

As famílias *Chironomidae*, *Gomphidae*, *Libellulidae* e *Naucoridae* estiveram presentes em todo período amostral, sobressaindo melhor no período chuvoso em comparação aos outros grupos de invertebrados bentônicos. Estes resultados corroboram os estudos de Salsedo e Padovesi-Fonseca (2007), Souza *et al.* (2008) e Campos *et al.* (2009) que também evidenciaram essa situação. A família *Chironomidae* é heterogênea e apresenta uma grande amplitude ecológica, vivendo em uma extensa variedade de condições ambientais e diferentes cadeias tróficas (SILVA *et al.*, 2009). Segundo Di Giovanni *et al.* (1996), a família *Chironomidae*, muitas vezes apresenta-se como dominante, tanto em ambientes lânticos, como lóticos, fato que se deve à tolerância de certas espécies a situações extremas como hipóxia.

De acordo com Bispo *et al.* (2001) a menor estabilidade do substrato na estação chuvosa pode ser apontada como a causa de um menor número de larvas do grupo *Ephemeroptera*, *Plecoptera* e *Trichoptera*. Situação semelhante foi observada nos estudos de Fernandes e Freitas (2002) e Salsedo e Padovesi-Fonseca (2007) em que alguns grupos foram mais abundantes na estação chuvosa enquanto outros na estação seca.

As ordens *Ephemeroptera*, *Plecoptera* e *Trichoptera* foram mais presentes no ponto amostral 1 e durante a estação seca, período em que se tem maior estabilidade do substrato. Dentre os insetos aquáticos, o papel dessas ordens, como bioindicadores de qualidade de água, deve-se não somente à sua presença em um ambiente aquático, mas principalmente à sua abundância na estrutura das comunidades bentônicas, e contribuição à diversidade de espécies (CALLISTO *et al.*, 2001b; CRISCI-BISPO *et al.*, 2007). Desse modo, a presença de organismos sensíveis à poluição pode indicar boas condições de qualidade ambiental no Ribeirão São Bernardo. Silveira *et al.* (2005) verificaram que a porcentagem de EPT responde negativamente à redução da cobertura florestal e ao aumento dos processos de erosão, sendo, portanto, uma medida sensível a estes tipos de impacto.

De modo geral, os índices BMWP' e ASPT apresentaram resultados satisfatórios e mostram que o Ribeirão São Bernardo encontra-se nos pontos estudados sem grandes alterações ambientais, evidenciando a influência da

fisionomia dos pontos amostrais e do ciclo hidrológico sobre a estrutura da comunidade de invertebrados (TUNDISI; MATSUMURA-TUNDIDI, 2008). Tais índices biológicos mostram-se próximos dos observados em estudos realizados em corpos d'água continentais brasileiros por Junqueira e Campos (1998) e Cota *et al.* (2002).

O elevado número de famílias coletadas e a presença de grupos sensíveis a alterações ambientais indicam que o ambiente estudado apresenta bom estado de conservação. As alterações antrópicas verificadas no ponto amostral 2 ainda não causaram mudanças significativas na comunidade de invertebrados. De acordo com Esteves (1998) o lançamento de efluentes domésticos aumenta o aporte de nutrientes e de energia no sistema aquático, assim essa maior quantidade de nutrientes pode estar sendo utilizada como recurso alimentar pela comunidade bentônica. A continuidade desse trabalho será importante, pois, permitirá uma melhor avaliação temporal do impacto causado pela liberação do efluente no ribeirão podendo dessa maneira avaliar em um sentido mais amplo se as variáveis naturais como pluviosidade modificam a comunidade com mais intensidade quando comparado a influência da poluição para os invertebrados bentônicos.

## 5 CONCLUSÃO

O presente trabalho contribuiu com informações sobre a macrofauna bentônica e servirá como base para próximas pesquisas na região. Também possibilitou um melhor entendimento sobre a utilização de índices bióticos que empregam insetos aquáticos como indicadores da qualidade ambiental, em especial para o sul do Estado de Minas Gerais.

Os resultados obtidos demonstraram um grande potencial de utilização da comunidade de invertebrados bentônicos como bioindicadores de qualidade da água, sendo uma ferramenta eficaz e de baixo custo e para a avaliação da qualidade ambiental da região.

Os resultados obtidos nesse estudo sugerem que a interferência antrópica no ponto amostral 2 não tem representado um nível de degradação suficiente para

causar alterações significativas na composição dos grupos de invertebrados bentônicos.

De maneira geral, os locais estudados apresentam águas cuja classificação é aceitável. Apresentando boa diversidade de invertebrados, indicando que o ribeirão possui boa qualidade ambiental.

## REFERÊNCIAS

ALLAN, J. D. Landscape and riverscape: the influence of land use on stream ecosystem. *Ann. Review of Ecology, Evolution and Systematics*. v. 35, p. 257-284, 2004.

BAPTISTA, D. F. Uso de macroinvertebrados em procedimentos de biomonitoramento em ecossistemas aquáticos. *Oecologia Brasiliensis*, v. 12, n. 3, p. 425-442, 2008.

\_\_\_\_\_. *et al.* Spatial and temporal organization of aquatic insects assemblages in the longitudinal gradient of a tropical river. *Revista Brasileira de Biologia São Carlos*, v. 61, n. 2, p. 295-304, 2001.

BARBOUR, M. T. *et al.* **Revision to Rapid Bioassessment Protocols for use in streams and rivers: periphyton, benthic macroinvertebrates and fish.** EPA, 841-D-97-002, 1999.

BERNHARDT, E. S. *et al.* Synthesizing U.S. River restoration efforts. *Science*. v. 308, p. 636-637, 2005.

BISPO, P. C. *et al.* Pluviosidade como fator de alteração da entomofauna bentônica (Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera) em córregos do Planalto Central do Brasil. *Acta Limnologica Brasiliensis*, v.13, n. 2, p. 1-9, 2001.

BUSS, D. F. *et al.* Macroinvertebrados aquáticos como bioindicadores no processo de licenciamento ambiental no Brasil. *BioBrasil - Biodiversidade Brasileira*, v.1 n.16, p. 100-113, 2016.

\_\_\_\_\_. *et al.* 2015. Stream biomonitoring using macroinvertebrates around the globe: a comparison of large-scale programs. *Environmental Monitoring and Assessment*, 187, n. 1, 4132, 2015.

\_\_\_\_\_.; OLIVEIRA, R. B.; BAPTISTA, D. F. Monitoramento biológico de ecossistemas aquáticos continentais. *Oecologia Brasiliensis*. v. 12, p. 339-345, 2008.

CALLISTO, M. *et al.* Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ) 91-98. **Acta Limnologia Brasiliensia**, v. 13, p. 91-98, 2002.

\_\_\_\_\_.; MORENO, P.; BARBOSA, F. A. R. Habitat diversity and benthic functional trophic groups at Serra do Cipó, southeast Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 61, p. 259-266, 2001a.

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

CAMPOS, L. A. *et al.* Diversidade de Pentatomoidea (Hemiptera, Heteroptera) em três fragmentos de Mata Atlântica no sul de Santa Catarina. **Iheringia, Série Zoológica**. Porto Alegre, v. 99, n. 2, p. 165-171, 2009.

CARVALHO, E. M.; UIEDA, V. S. Colonização por macroinvertebrados bentônicos em substrato artificial e natural em um riacho de serra em Itatinga, São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 22, n. 2, p. 287-293, 2004.

CRISCI-BISPO, V. L.; BISPO, P. C.; FROEHLICH, C. G. Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera assemblages in two Atlantic Rainforest streams, Southeastern Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 24, n. 2, p. 312-318, 2007.

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

COTA L., *et al.* Rapid assessment of river water quality using an adapted BMWP index: a practical tool to evaluate ecosystem health. **Verhandlungen des Internationalen Verein Limnologie**. v. 28, p. 1-4, 2002.

DI GIOVANNI, M. V.; GORETTI, E.; TAMANTI, V. Macrobenthos in Montedoglio reservoir, central Italy. **Hydrobiologia**, v. 321, p. 17-28, 1996.

EDMUNDS, G. F.; WALTZ, R. D. Ephemeroptera. In: **MERRITT, R. W. ; CUMMINS, K. W. (ORGS.). An introduction to the aquatic insects of North America**. Dubuque, Kendal/Hunt, USA, p.126-163, 1996.



ESTEVEES, F. A. **Fundamentos de limnologia**, 2. ed., Rio de Janeiro, Ed. Interciência, 1998.

FERNANDES, A. C. M.; FREITAS, J. S. **Estudo de comunidades de macroinvertebrados bentônicos ao longo de um gradiente de poluição orgânica no rio Melchior (bacia do Descoberto), DF.** In: Simpósio de Ecologia e Biodiversidade do Cerrado, Brasília, 2002.

GRIFFITHS, R. W. **Mapping the water quality of streams.** Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1996.

HYNES, H.B.N. The stream and its valley. Verhandlungen Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte. **Limnologie.** v.19, p. 1–15, 1975.

JUNQUEIRA V. M; CAMPOS S. C. M. Adaptation of BMWP method for water quality evaluation to Rio das Velhas watershed (Minas Gerais, Brasil). **Acta Limnologica Brasiliensia;** v.10, n. 2, p. 125-35, 1998.

KIKUCHI, R.M.; UIEDA, V. S. Composição da comunidade de invertebrados de um ambiente lótico tropical e sua variação espacial e temporal. pp. 157-173, 1998. In: Nessimian, J. L.; Carvalho, E. (Eds). **Ecologia de insetos aquáticos.** Rio de Janeiro, PPGEUFRJ, Series Oecologia Brasiliensis, vol. 5, 309p

LUCCA, J. V. **Caracterização limnológica e análise de comunidades bentônicas sujeitas à invasão por espécies exóticas, em lagos do Vale do Rio Doce, MG, Brasil.** Tese de doutorado. Escola de Engenharia de São Carlos, 2005.

MAGURRAN, A. E. **Ecological diversity and its measurement.** London, Chapman & Hall, 1991, 179 p.

MERRITT, R. W.; CUMMINS, K. W. **An introduction to the aquatic insects of North America.** Iowa, Kendall/Hunt Publishing Company, 1996, pp. 862.

MUGNAI, R.; NESSIMIAN, J. L.; BAPTISTA, D. F. **Manual de identificação de macroinvertebrados aquáticos do Estado do Rio de Janeiro,** Technical Books, Rio de Janeiro, 2010.

NORRIS, R. H.; HAWKINS, C. P. Monitoring river health. **Hydrobiologia**, v. 435, p. 5-17, 2000.

OLIVEIRA, A.; CALLISTO, M. Benthic macroinvertebrates as bioindicators of water quality in an atlantic forest fragment. **Iheringia, Sér. Zool.**, Porto Alegre, v. 100, n. 4, p. 291-300, 2010.

RESH, V. H.; JACKSON, J. K. Rapid assessment approaches in benthic macroinvertebrate biomonitoring studies, p. 195-233 In: ROSENBERG, D. M. & RESH, V. H. (eds.), **Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates**. Chapman and Hall, New York, 1993.

RIBEIRO, O. 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, p.613-618, 2005.

RODRIGUEZ, A. F. Os caminhos das águas. **Agroanalysis**, v. 18, p. 22-6, 1998.  
RUFO, R. L. T.; CRISTO, S. S. V. Sensoriamento remoto aplicado na análise do uso e ocupação da bacia hidrográfica do Córrego Titira, Porto Nacional, Tocantins. **Revista Interface**, n.7, 2014.

SALSEDO, M. A. K.; PADOVESI-FONSECA, C. **Variação temporal e espacial e importância ecológica de macroinvertebrados aquáticos num córrego periurbano do Distrito Federal**. In: VIII Congresso de Ecologia do Brasil, 2007, Caxambu- MG.

SILVA, F. H. *et al.* Distribuição da entomofauna associada às macrófitas aquáticas na vazante do rio Correntoso, Pantanal do Negro, Estado do Mato Grosso do Sul, Brasil. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, v.31, n.,p.127-134, 2009.

SILVEIRA, M.P. *et al.* Application of Biological measures for stream integrity assessment in South-East Brazil. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 101, p. 117-128, 2005.

SILVEIRA, M. P. **Aplicação do biomonitoramento da qualidade da água em rios. Meio Ambiente**. Documentos n. 36, Embrapa, 2004, p. 68.

SOUZA, A. H. F. F.; ABÍLIO, F. J. P. 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**, v.8, n.2, p.125-144, 2008.

SCHWOERBEL, J. **Métodos de hidrobiologia**. Madrid, Espanha. Hermann Blume ediciones, 255p. 1975.

TUNDISI, J.G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. **Limnologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008, 631p.

WARD, J.V. **Aquatic Insect ecology: 1. Biology and habitat**. John Wiley & Sons, p. 437, 1992.