

ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE MACROINVERTEBRADOS EM TRÊS CÓRREGOS NA BACIA DO ALTO RIO PARANÁ: UMA RELAÇÃO ENTRE QUALIDADE AMBIENTAL E PARÂMETROS ECOLÓGICOS

Fagner de Souza*

Claudimar Jean dos Santos**

Rafael Prandini Tramonte***

Verônica Klepka****

RESUMO: Os macroinvertebrados bentônicos possuem grande diversidade de espécies, além de serem muito importantes no monitoramento da qualidade de ambientes aquáticos. Diante disso, partimos da hipótese de que em locais com baixa diversidade de habitat, há uma tendência de encontrarmos baixos valores nos parâmetros ecológicos de diversidade de espécies. Com isso, o objetivo do presente estudo foi levantar a estrutura da assembleia de macroinvertebrados relacionando-os com os impactos ambientais em três córregos da bacia do alto rio Paraná, do município de Apucarana. Para isso utilizamos peneiras de 1x0,50m e malhas de 3mm entre nós adjacentes com esforço amostral de 50 minutos em cada ponto, identificando-os ao nível taxonômico de Família. Comparamos entre os córregos a relação entre a integridade do ambiente e os parâmetros ecológicos. No total foram coletados 243 indivíduos, distribuídos em 3 filós, 4 classes, 8 ordens e 18 famílias. Em todos os córregos nota-se uma correlação evidente entre os parâmetros ecológicos e a qualidade ambiental, à medida que a qualidade ambiental decresce os parâmetros ecológicos de diversidade e equitabilidade acompanham essa tendência. Contudo, os resultados encontrados mostraram que a qualidade e a estruturação ecológica do ambiente estão principalmente relacionadas com o nível de conservação e diversidade de habitats existentes.

PALAVRAS-CHAVE: Degradação Ambiental; Impactos Ecológicos; Rio Ivai; Rio Pirapó; Rio Tibagi.

* Biólogo; Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Biologia Comparada, Universidade Estadual de Maringá - UEM. .

** Discente de Ciências Biológicas na Universidade Estadual de Maringá - UEM; Bolsista de Iniciação Científica CNPq

*** Discente de Ciências Biológicas na Universidade Estadual de Maringá - UEM.

**** Doutoranda em Educação Para a Ciência e o Ensino de Matemática na Universidade Estadual de Maringá - UEM.

THE STRUCTURE OF MACROINVERTEBRATE COMMUNITY IN THREE STREAMS OF THE HIGH RIVER PARANÁ BASIN, BRAZIL: RELATIONSHIP BETWEEN ENVIRONMENTAL QUALITY AND ECOLOGICAL PARAMETERS

ABSTRACT: Benthic macroinvertebrates comprise a great diversity of species and are highly important to monitor the quality of water. A working hypothesis states that a trend exists in which there are low rates in ecological parameters of species diversity in places with low habitat diversity. Current study analyzes the structure of macroinvertebrates assemblage and relates them to the environmental impacts in three streams of the high river Paraná basin in the municipality of Apucarana PR Brazil. Further, 1 x 0.50 m sieves and 3 mm mesh were employed, coupled to a 50-min sample effort at each point, to that they could be identified at family taxonomic level. The relationship between the environmental integrity and ecological parameters between the streams was compared. A total of 243 specimens distributed into 3 phyla, 4 classes, 8 orders and 18 families, were collected. There was a co-relationship in all the streams between ecological parameters and environmental quality, or rather, when environmental quality decreases, there is a proportional reduction in the ecological parameters of diversity and equitability. However, results show that quality and ecological structure of the environment are mainly related to the level of conservation and diversity of the habitats.

KEY WORDS: Environmental Degradation; Ecological Impacts; River Ivaí; River Pirapó; River Tibagi.

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, os ecossistemas aquáticos, tais como rios, córregos, lagos, e até mesmo reservatórios, têm sido fortemente impactados por um avanço desordenado das atividades humanas (MC ALLISTER et al., 1997). Estes impactos são principalmente notados em áreas com elevadas densidades populacionais (áreas urbanas), onde os cursos d'água são alterados e recebem intensas cargas de esgotos domésticos e industriais (SHEPP; CUMMINS, 1997). As atividades desenvolvidas próximas a bacias hidrográficas geram mudanças na estrutura das comunidades biológicas, como alterações no meio físico e químico da água (CALLISTO et al.,

2001).

Diversos estudos ecológicos estão sendo realizados para avaliar o grau de degradação dos ecossistemas aquáticos, frente a diferentes níveis de poluição, podendo assim avaliar a qualidade do recurso hídrico (KELLY; WHITTON, 1998; MUSTOW, 2002; USSEGLIO-POLATERA et al., 2000). Técnicas de biomonitoramento utilizando respostas ecológicas, através das comunidades de macroinvertebrados bentônicos, vêm sendo cada vez mais utilizadas devido à sua eficácia para constatar impactos ecológicos.

Os macroinvertebrados aquáticos, conhecidos também como macrobentos, ou macrofauna de fundo, são organismos que possuem como habitat a região bentônica pelo menos durante uma das etapas do seu ciclo de vida. Este grupo apresenta uma grande diversidade de espécies, sendo os principais táxons que vivem neste meio os anelídeos, moluscos, crustáceos e insetos (MARTINS; COSTA, 2009). Os organismos pertencentes a esse grupo constituem um importante elo no processamento da matéria orgânica, principalmente de origem vegetal, tendo uma função essencial na ciclagem de nutrientes nos ecossistemas aquáticos. São ainda a principal fonte de alimento da maioria das espécies de peixes (GUTIERREZ et al., 1994; HAUER; RESH, 1996).

Macroinvertebrados constituem-se de indivíduos que podem habitar quase todos os tipos de ambientes aquáticos, entre eles, os urbanos. Em ambientes urbanos estes organismos refletem as consequências negativas causadas pelas atividades antrópicas, essa interação traz grandes prejuízos à comunidade dos macroinvertebrados. Para melhor entender o tamanho desse impacto faz-se necessário identificar quais são as variáveis físicas, químicas e biológicas envolvidas nesta interação (TATE; HEINY, 1995). Para tal estudo, os macroinvertebrados tornam-se instrumentos importantes para o biomonitoramento, uma vez que: i) são diferentemente sensíveis a poluentes de vários tipos e reagem rapidamente, sendo capazes de respostas graduais; ii) são relativamente sedentários e bons representantes das condições locais; iii) são abundantes, vivem em grupos e são relativamente fáceis de capturar e de identificar até os níveis de ordem e família; iv) são comunidades muito heterogêneas, com representantes de muitos táxons e de vários níveis tróficos (MARTINS; COSTA, 2009). Além disso, por possuírem ciclos

de vida curtos, os macroinvertebrados aquáticos podem responder rapidamente às modificações ambientais, alterando a estrutura das suas populações e comunidades (LOPES et al., 2011).

Diante disso, avaliando a eficiência desta comunidade para diagnosticar possíveis impactos em ambientes aquáticos, testamos a hipótese de que em locais com baixa diversidade de habitat, há uma tendência de encontrarmos baixos valores nos parâmetros ecológicos (riqueza, diversidade e equitabilidade de espécies). Com isso, traçamos como objetivo levantar a estrutura da assembleia de macroinvertebrados e relacionar os resultados com possíveis impactos ambientais observados em três córregos da bacia do alto rio Paraná, no município de Apucarana, Paraná, a fim de confirmar se há esta relação entre as comunidades ali existentes.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado na cidade de Apucarana (PR), em três córregos que possuem bacias hidrográficas e características ambientais diferentes (Figura 1). Em cada córrego três pontos foram selecionados para coleta (montante, médio curso e jusante), obtendo no total nove pontos amostrados. Os córregos selecionados foram: córrego Jurema, pertencente à bacia do rio Pirapó, com sua montante a $23^{\circ}33'18,61''S / 51^{\circ}29'12,51''O$, seu médio curso com $23^{\circ}33'4,35''S / 51^{\circ}29'13,89''O$ e sua jusante em $23^{\circ}32'15,82''S / 51^{\circ}29'30,67''O$, com fluxos de água diversificados, sendo rápidos, remansos e poços. Córrego Biguaçu, pertencente à bacia do rio Ivaí, com sua montante a $23^{\circ}33'51,81''S / 51^{\circ}27'2,48''O$, seu médio curso em $23^{\circ}34'6,68''S / 51^{\circ}26'49,02''O$ e sua jusante com $23^{\circ}34'52,87''S / 51^{\circ}25'56,79''O$, também possui um fluxo de água diversificado com rápidos (principalmente), poços e remansos. Córrego Japira, pertencente à bacia do rio Tibagi, com sua montante a $23^{\circ}32'58,45''S / 51^{\circ}26'40,45''O$, seu médio curso em $23^{\circ}32'43,80''S / 51^{\circ}26'19,95''O$ e sua jusante em $23^{\circ}32'39,55''S / 51^{\circ}26'7,18''O$, seu fluxo de água é alternado em rápidos e poços.

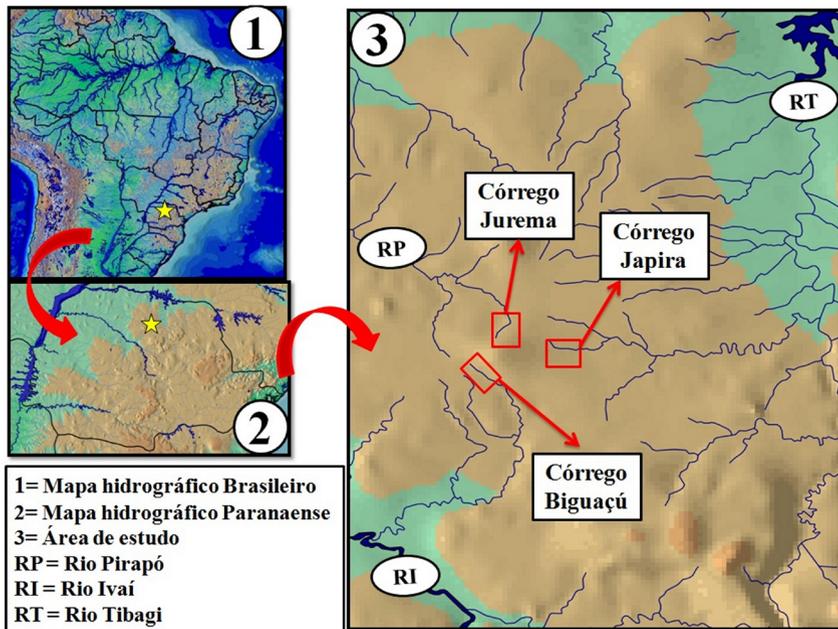


Figura 1. Área de estudo com os pontos de amostragem e suas bacias

2.2 AMOSTRAGEM

Os macroinvertebrados foram coletados com peneiras de 1x0,50m com malha de 3mm entre nós adjacentes e um esforço amostral de 50 minutos em cada ponto. Após coletados foram fixados e conservados em álcool hidratado 70%. Em laboratório, os organismos coletados foram identificados ao nível taxonômico de Família conforme Mugnai, Nessimian e Baptista (2010), e Costa, Ide e Simonka (2006). Posteriormente as amostras foram analisadas quanto ao número total de indivíduos, separados por Família e aporte percentual de cada ordem.

2.3 ANÁLISE DE DADOS

Na análise dos dados foi realizada uma avaliação da integridade dos ambientes, diagnosticadas em 3 categorias: Impactado, Alterado e Natural, seguindo o protocolo de avaliação de diversidade de habitats proposto por Callisto

et al. (2002); estes dados foram comparados entre os três córregos. Além disso, também foram realizadas comparações espaciais de parâmetros ecológicos como abundância, riqueza(s), índices de diversidade (H') e equitabilidade (J) de Shannon-Wiener, e diversidade (D_s) e dominância (I) de Simpson utilizando o software *DivEs v. 2.0* (RODRIGUES, 2005). Para comparar a similaridade de Famílias entre os pontos amostrados, utilizamos um dendrograma com distâncias de Pearson-r no software *Statistica versão 7.1* (STATSOFT, 2005).

3 RESULTADOS

No total foram coletados 243 indivíduos, distribuídos em 3 filos, 4 classes, 8 ordens e 18 famílias (Tabela 2). As Ordens mais abundantes foram: Hemiptera (27,77%) e Odonata (22,22%), e as com menores abundâncias foram Rhynchobdellida, Amphipoda, Ephemeroptera e Díptera (5,55%). As Famílias que mais ocorreram foram: Hydrophilidae (29,63%), seguido por Gerridae (29,22%) e Chironomidae (21,40%); em contraste a estes resultados as Famílias com menores ocorrências foram: Ancylidae, Dytiscidae, Leptohyphidae, Saldidae e Talitridae, todos com 0,41% de ocorrência (Figura 2).

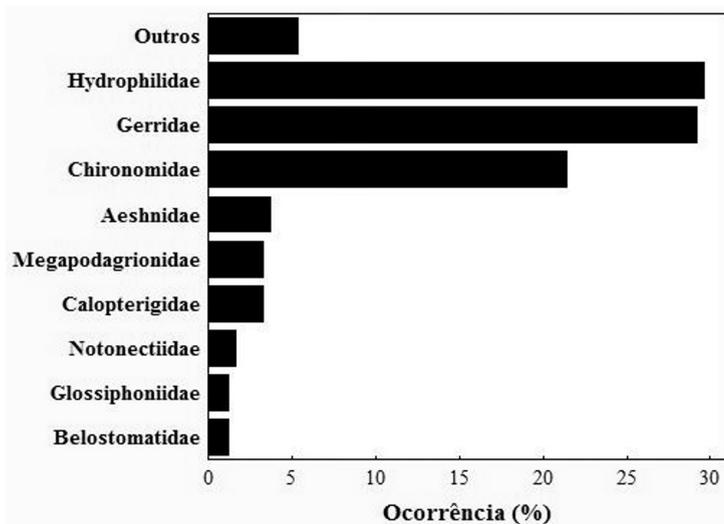


Figura 2. Porcentagem das famílias mais abundantes coletadas nos córregos Jurema, Biguaçu e Japira

Os resultados de qualificação dos ambientes (Tabela 1) mostram que os córregos analisados apresentam estados de conservação diferentes. O ambiente que apresentou o melhor estado foi o córrego Jurema, classificado de acordo com o protocolo de diversidade de habitats como natural, seguido pelo córrego Biguaçu, classificado como alterado, e depois pelo córrego Japira, que apresentou o mais baixo estado de preservação, sendo classificado como impactado.

Tabela 1. Resultado da aplicação do protocolo de avaliação de diversidade de habitats nos córregos Jurema, Biguaçu e Japira

Locais	Média	Classificação
Córrego Jurema	68	Natural
Córrego Biguaçu	58	Alterado
Córrego Japira	36	Impactado

Tabela 2. Lista taxonômica de macroinvertebrados encontrados nos Córregos Jurema (Seca = JuS; Cheia = JuC); Biguaçu (Seca = BiS; Cheia = BiC); e Japira (Seca = JpS; Cheia = JpC).

(continua)						
Táxons	JuS	JuC	BiS	BiC	JpS	JpC
Annelida						
Hirudínea						
Rhynchobdellida						
Glossiphoniidae	1	-	-	2	-	-
Mollusca						
Gastropoda						
Basommatophora						
Ancylidae	1	-	-	-	-	-
Lymnaeidae	-	-	-	2	-	-
Arthropoda						
Copepoda						
Amphipoda						
Talitridae	-	-	-	-	-	1

(continua)

Insecta						
Ephemeroptera						
Leptohyphidae	-	1	-	-	-	-
Odonata						
Aeshnidae	-	2	3	4	-	-
Calopterigidae	1	5	2	-	-	-
Coenagrionidae	-	1	1	-	-	-
Megapodagrionidae	4	-	4	-	-	-
Hemiptera						
Belostomatidae	1	2	-	-	-	-
Gerridae	-	30	-	6	4	31
Notonectiidae	-	3	-	-	-	1
Saldidae	-	-	-	-	-	1
Veliidae	-	-	-	-	-	2
Coleoptera						
Dytiscidae	-	-	-	-	1	-
Haliplidae	1	1	-	-	-	-
Hydrophilidae	4	18	4	29	12	5
Diptera						
Chironimidae	16	-	6	28	-	2
TOTAL	29	63	20	71	17	43

Em relação à riqueza e às diferenças espaciais (Figura 3), o córrego que apresentou a maior riqueza tanto de ordens como de famílias foi o córrego Jurema, seguido pelo córrego Biguaçu, e por último pelo córrego Japira.

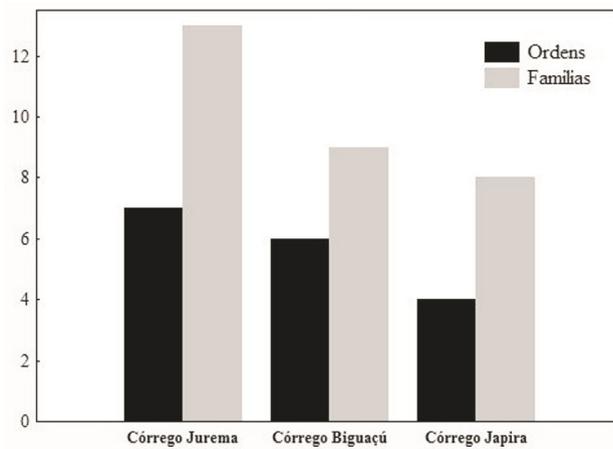


Figura 3. Riqueza espacial das Ordens e Famílias encontradas nos córregos Jurema, Biguaçu e Japira

Nos índices ecológicos em análise espacial, pode-se notar maiores valores de Diversidade, tanto de Shanon-Wiener como de Simpson, e Equitabilidade Shanon-Wiener no córrego Jurema, e os baixos valores destes índices ficaram expostos no córrego Japira. No entanto, no índice de Dominância de Simpson o maior valor foi encontrado no córrego Japira e o menor no córrego Jurema (Figura 4).

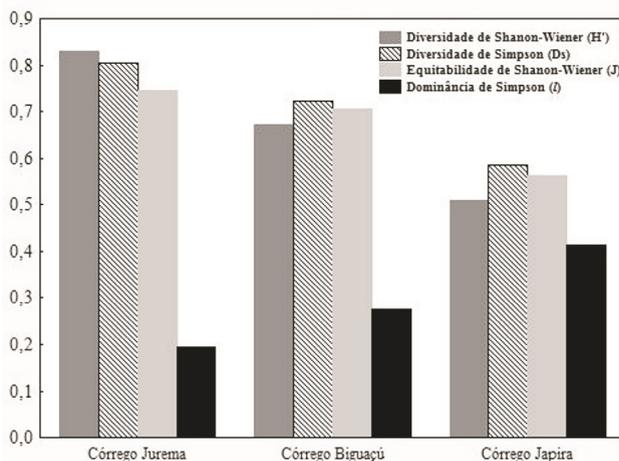


Figura 4. Índices ecológicos da assembleia de macroinvertebrados encontrados nos córregos Jurema, Biguaçu e Japira.

Em relação à similaridade entre as comunidades de macroinvertebrados, o córrego Japira foi o ambiente que apresentou a comunidade com mais disparidade em relação aos outros córregos, que se demonstraram mais semelhantes em suas comunidades (Figura 5).

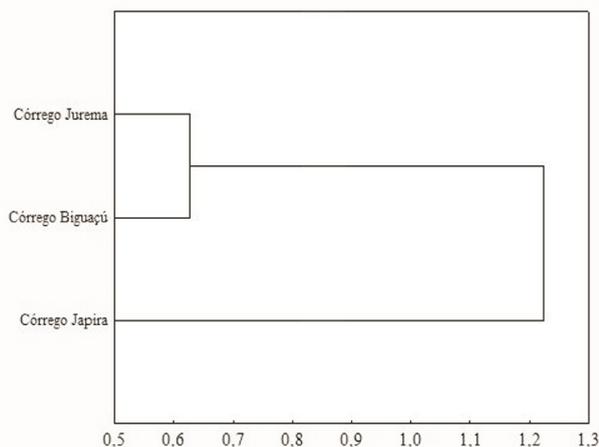


Figura 5. Dendrograma de similaridade de Pearson entre as comunidades de macroinvertebrados nos córregos Jurema, Biguaçu e Japira.

4 DISCUSSÃO

Nos resultados, em todos os córregos nota-se uma correlação evidente entre os parâmetros ecológicos e a qualidade ambiental, principalmente no córrego Japira, corroborando com nossa hipótese inicial. Isto porque, à medida que a qualidade ambiental decresce, os parâmetros ecológicos (diversidade e equitabilidade) acompanham essa tendência, com exceção do índice de dominância que tende a ser inversamente proporcional a essa tendência. Estes fatores encontrados podem ser utilizados para constatar a qualidade estrutural de uma comunidade (LUIZ et al., 2005) e são fortes indicadores da qualidade ambiental (YOSHIDA; ROLLA, 2012).

No entanto, esta relação qualidade ambiental e comunidade de macroinvertebrados, constatada em nossos resultados, corrobora com a ideia de Galdean et al. (2000), que propuseram que a qualidade do ambiente está

intimamente ligada aos fatores externos (mata ciliar, resíduos, solo, fluxo d'água). Estes fatores afetam todos os processos biológicos de uma comunidade aquática gerando consequências diretas, tanto positivas quanto negativas, na biodiversidade e na disponibilidade de nichos ecológicos.

Além disso, os padrões referentes à baixa riqueza, alta dominância e ao status de Impactado encontrados no córrego Japira, são consequências geradas pelos impactos antrópicos neste ambiente, como a degradação e má conservação do córrego e seu entorno. Tal fato é confirmado por Jesus e Cavalheiro (2004), que comentaram que em ambientes com estas características, que sofrem impactos negativos constantemente, apresentando, portanto, redução na riqueza e aumento dos níveis de dominância.

Ainda, a redução da mata ciliar em consequência da urbanização, de acordo com Ward (1992), afeta negativamente a presença e a distribuição dos macroinvertebrados, visto que este fator pode diminuir a complexidade ecológica do ambiente, promovendo efeitos negativos nas necessidades biológicas básicas destes organismos.

Acrescentamos ainda que, organismos como Chironomidae, Hydrophilidae e Gerridae, que possuem status de tolerantes e de bioindicadores de locais degradados (MARQUES et al., 1999), foram encontrados em alguns dos nossos ambientes amostrados com alta ocorrência, apontando que nestes locais os impactos negativos já estão instalados.

Outra situação que deve ser observada, é a comparação entre a quantidade de indivíduos encontrados nos resultados e os dados disponíveis em outros trabalhos já publicados, como exemplo Yoshida e Rolla (2012), Bieger et al. (2010), dentre outros. Esta comparação torna-se às vezes incompatível, pois os trabalhos acima citados são de corpos aquáticos de ordens elevadas com características de médio e baixo curso. O presente trabalho trata de comunidades de cabeceiras em riachos de primeira ordem e neste contexto, de acordo com Vannote et al. (1980), a biodiversidade e abundância de organismos nestes ambientes tende a ser menor do que de outras ordens, pois possuem características ambientais diferentes, que são refletidas na composição de sua comunidade.

Dessa forma, os resultados encontrados mostraram que a qualidade

ambiental e a estrutura ecológica da comunidade de macroinvertebrados, como riqueza e diversidade de espécies, estão relacionadas principalmente com o nível de conservação e diversidade de habitats de cada ambiente. Estes fatos nos mostram que medidas de recuperação nos ambientes apontados como impactados, como é o caso do córrego Japira, devem ser tomadas como restauração dos trechos de mata ciliar e programas de educação ambiental para a população que vive em seu entorno. Estas ações junto com projetos de preservação dos córregos, teoricamente conservados (córregos Jurema e Biguaçu), devem estar presentes nos planos gerenciadores do município, para que não sejam submetidos ao mesmo regime de impacto sofrido pelo córrego Japira.

5 AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao apoio da Fundação Araucária e CNPq; ao Laboratório Zoobentos do Nupélia; ao Prof. Ms. Flavio Ragonha e à Profa. Dra. Alice Michio Takeda, pelo auxílio na identificação do material; à Coleção Ictiológica do Núcleo de Pesquisa em Limnologia, Ictiologia e Aquicultura (Nupélia); e à Universidade Estadual de Maringá, pela estrutura e material disponibilizado para as coletas e o apoio. Souza, F. agradece ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Comparada.

REFERÊNCIAS

BIEGER, L. et al. Are the streams of the Sinos River basin of good water quality? Aquatic macroinvertebrates may answer the question. **Brazilian Journal of Biology**, v. 70, n. 4, p. 1207-1215, 2010.

CALLISTO, M.; 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, n. 2, p. 259-256, 2001.

CALLISTO, M. et al. Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de

habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ). **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 14, n. 1, p. 91-98, 2002.

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

GALDEAN, N. et al. Lotic ecosystems of Serra do Cipó, southeast Brazil: water quality and a tentative classifications based on the benthic macroinvertebrate community. **Journal on Aquatic Ecosystem Health and Management**, v. 3, n. 4, p. 545-552, 2000.

GUTIERREZ, M. V. A. et al. **Ecologia de águas continentais: práticas de Limnologia**. Múrcia: Universidade Múrcia, 1994.

HAUER, R.; RESH, V. H. Benthic macroinvertebrates. In: HAUER; LAMBERTI (Ed.). **Stream Ecology**. San Diego, Califórnia: Academic Press, 1996.

JESUS, N.; CAVALHEIRO, F. Aspectos antrópicos, legais e conservacionistas na Serra do Japi, SP. In: SANTOS, J. E. (Org.). **Faces da polissemia da paisagem: ecologia, planejamento e percepção**. São Carlos, SP: Rima, 2004. v.2.

KELLY, M. G.; WHITTON, B. A. 1998. Biological monitoring of eutrophication in Rivers. **Hydrobiologia**, v. 384, n. 3, p. 55–67, 1998.

LOPES, A. et al. Influência do habitat na estrutura da comunidade de macroinvertebrados aquáticos associados às raízes de *Eichhornia crassipes* na região do Lago Catalão, Amazonas, Brasil. **Acta Amazônica**, v. 41, n. 4, p. 493-502, 2011.

LUIZ, E. A. et al. As assembléias de peixes de reservatórios hidrelétricos do estado do Paraná e bacias limítrofes. In: RODRIGUES, L. et al. **Biocenos em reservatórios padrões espaciais e temporais**. São Carlos: Rima, 2005.

MARQUES, M. M. G. S. M.; BARBOSA, F. A. R.; CALLISTO, M. Distribution and abundance of Chironomidae (Diptera, Insecta) in an impacted watershed in south-east Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 59, n. 4, p. 553-561, 1999.

MARTINS, J. C.; COSTA, J. C. **Os macroinvertebrados no ensino de biologia**. [s.l.]: CENFORMAZ - Centro de Formação da Associação de Escolas do mar do Zezere, 2009.

MC ALLISTER, D. E.; HAMILTON, A. L.; HARVEY, B. Global freshwater biodiversity: striving for the integrity of freshwater ecosystems. **Sea Wind**, v. 11, n. 3, p. 1-142, 1997.

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

MUSTOW, S. E. Biological monitoring of rivers in Thailand: use and adaptation of the BMWP score. **Hydrobiologia**, v. 479, n. 3, p. 191-229, 2002.

RODRIGUES, W. C. **DivEs: diversidade de espécies**. Versão 2.0. Software e Guia do Usuário, 2005. Disponível em: <<http://www.ebras.bio.br/dives>>. Acesso em: 22 abr. 2009.

SHEPP, D. L.; CUMMINS, J. D. Restoration in an urban watershed: Anacostia River of Maryland and the district of Columbia. In: WILLIAMS, J. E.; WOOD, C. A.; DOMBECK, M. P. (Ed.). **Watershed restoration: principles and practices**. Bethesda: American Fisheries Society, 1997.

STATSOFT. Inc, 2005. Statistica (data analysis software system), version 7.1.

TATE, C. M.; HEINY, J. S. The ordination of benthic invertebrate communities in the South Platte River Basin in relation to environmental factors. **Freshwater Biology**, v. 33, n. 1, p. 439-454, 1995.

USSEGLIO-POLATERA, P. et al. Biomonitoring through biological traits of benthic macroinvertebrates: how to use species trait databases? **Hydrobiologia**, v. 422/423, n. 1, p. 153-162, 2000.

VANNOTE, R. L. et al. The River Continuum Concept. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 37, n. 1, p. 130-137, 1980.

WARD, J. V. **Aquatic Insect Ecology I: biology and habitat**. John Wiley & Sons Inc., p. 450, 1992.

YOSHIDA, C. E.; ROLLA, A. P. P. R. Ecological attributes of the benthic community and indices of water quality in urban, rural and preserved environments. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 24, n. 3, p. 235-243, 2012.

Recebido em: 06 de março de 2013

Aceito em: 11 de setembro de 2013