



Utilização da estrutura de comunidades de macroinvertebrados bentônicos como indicador de qualidade da água em rios no sul do Brasil

doi:10.4136/ambi-agua.2015

Received: 27 Sep. 2016; Accepted: 06 Feb. 2017

**Flávia Bernardo Chagas* ; Camila Fatima Rutkoski;
Gregori Betiato Bieniek; Gean Delise Leal Pasquali Vargas;
Paulo Afonso Hartmann; Marília Teresinha Hartmann**

Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), Erechim, RS, Brasil
Setor de Laboratórios

*Autor correspondente: e-mail: flavia_bio@uffs.edu.br,
camilarutkoski@hotmail.com, gbetiatobieniek@yahoo.com.br,
geandelise@uffs.edu.br, hartmann.paulo@uffs.edu.br,
marilia.hartmann@uffs.edu.br

RESUMO

Macroinvertebrados bentônicos são afetados pela alteração dos sistemas aquáticos, que diminuem ou aumentam sua população. O conhecimento sobre macroinvertebrados bentônicos pode ser utilizado para conhecer a qualidade da água de lagos e rios, pois estes organismos respondem às variações nas condições ambientais. O objetivo deste estudo foi utilizar a estrutura de comunidades de macroinvertebrados como indicador de qualidade ambiental em dois rios de abastecimento público no município de Erechim, Estado do Rio Grande do Sul. As coletas foram realizadas mensalmente de novembro de 2014 até abril de 2015, utilizando-se amostrador tipo *Surber*. Para a avaliação das condições ambientais foi aplicado um protocolo de avaliação rápida (PAR). Foram identificados 4.096 macroinvertebrados, distribuídos em 41 táxons de Annelida, Nematoda, Crustacea, Aracnida e Insecta. Os dois rios apresentaram trechos com alteração antrópica nas margens e os ambientes mais alterados foram associados com a maior abundância do grupo trófico coletor-catador. Integrar o método de avaliação da diversidade de habitats com análises da comunidade bentônica pode ser um método eficiente para obtenção de parâmetros mais completos da qualidade da água e da degradação dos sistemas aquáticos.

Palavras-chave: ambientes aquáticos, estrutura trófica, protocolo de avaliação rápida.

Use of benthic macroinvertebrate community as a water quality indicator in streams in Southern Brazil

ABSTRACT

Benthic macroinvertebrates are affected by changes in aquatic systems that can influence their population size and community structure. Because of this, knowledge about benthic macroinvertebrates fauna can be used as a water quality indicator in lakes and streams, since many of them are sensitive to environmental disturbances. This study sought to evaluate the

use of the benthic macroinvertebrate community as a water quality indicator in two streams in Southern Brazil. The streams were sampled monthly from November 2014 to April 2015. The macroinvertebrate collections were made with a Surber sampler. Environment heterogeneity was evaluated using the protocol for rapid assessment of habitat diversity (RAP). A total of 4096 benthic macroinvertebrates was recorded, distributed among 41 taxa of the Annelida, Nematoda, Crustacea, Arachnida and Insecta. The two rivers showed antropic influence on their banks, and the more affected sites were associated with a higher abundance of the collectors-gatherers. The taxon diversity was determined by the environmental heterogeneity and the trophic structure of the community seems to be influenced by the presence of organic matter and nutrients. The use of the RAP integrated with knowledge of the benthic macroinvertebrates communities can be an efficient tool to evaluate water quality and the parameters of degradation in aquatic systems.

Keywords: aquatic environments, rapid assessment protocol, trophic structure.

1. INTRODUÇÃO

Macroinvertebrados bentônicos compreendem invertebrados com tamanho de 2 a 5 mm, que habitam ou passam pelo menos parte do ciclo de vida nos substratos de fundo de corpos de águas continentais (Mugnai et al., 2010). Os principais grupos de invertebrados bentônicos são insetos, anelídeos, moluscos e crustáceos (Tundisi e Matsumura-Tundisi, 2008). A distribuição destes macroinvertebrados é influenciada por diversos fatores ambientais (Barbola et al., 2011) e alimentação (Merritt e Cummins, 1996; Mugnai et al., 2010). Estas informações são usadas para entender fatores que influenciam a estrutura da comunidade de rios (König et al., 2008; Giuliatti e Carvalho, 2009; Hepp e Santos, 2009; Hepp et al., 2010).

Os organismos bentônicos são diretamente afetados pela alteração na composição natural dos sistemas aquáticos, que diminuem ou aumentam sua população (Marques e Barbosa, 2001; Hepp e Restello, 2007). A composição qualitativa de fauna bentônica é um bom indicador das condições ambientais de rios e lagos, por exemplo, na composição de Chironomidae, porque estes resistem a baixas concentrações de oxigênio dissolvido, fato que já foi observado em rios próximos aos deste estudo (König et al., 2008). Espécies de macroinvertebrados bentônicos dos grupos Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera podem ser indicadoras de ambientes de baixo impacto antrópico (Dohet et al., 2002; Hepp e Restello, 2007).

A divisão dos grupos funcionais de alimentação foi descrita por Merritt e Cummins (1996). O emprego de grupos tróficos funcionais e o conhecimento de como os organismos colonizam os habitats compõem uma ferramenta útil para a conservação dos recursos hídricos, pois pode ser usado como base para políticas e propostas de conservação e manutenção dos recursos naturais de uma determinada área (Callisto et al., 2001; König et al., 2008; Batista et al., 2010). Ao longo da extensão de um rio é possível verificar diferenças na estrutura das comunidades bentônicas resultantes das alterações dos fatores físicos e da disponibilidade de nutrientes (Vannote et al., 1980; Hepp et al., 2010).

Os macroinvertebrados aquáticos são importantes no fluxo de energia de um corpo hídrico, pois constituem a maior fonte de alimento para outros organismos, como peixes e outros insetos (Rosenberg e Resh, 1993). Além disso, fazem parte da ciclagem de nutrientes, e tornam possível o transporte de matéria orgânica pelo rio, podendo esta ser utilizada por organismos filtradores, coletores e também pelos predadores (Vannote et al., 1980).

Nesse contexto, o objetivo deste estudo foi utilizar a estrutura de comunidades de macroinvertebrados como indicador de qualidade ambiental em dois rios de abastecimento público no município de Erechim, Estado do Rio Grande do Sul.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área de estudo

O estudo foi realizado em dois rios utilizados para abastecimento público no município de Erechim, no norte do Estado do Rio Grande do Sul. Os Rios Leãozinho e Ligeirinho são a principal fonte de abastecimento de água para o município (barragem da Companhia Riograndense de Saneamento - CORSAN). Os Rios Leãozinho e Ligeirinho são tributários do arroio Tigre e pertencem a Área de Proteção Ambiental (APA) dos Rios Tigre e Leãozinho, localizada entre as coordenadas geográficas 27°39'38,3" a 27°42'48,6" S e 52°14'15" a 52°17'23" W.

2.2. Coleta de dados

As coletas foram realizadas mensalmente no período de novembro de 2014 a abril de 2015. Foram selecionados oito locais nos Rios Leãozinho e Ligeirinho, sendo quatro em cada rio. Selecionamos pontos com características equivalentes nos dois rios: próximo a nascente – ponto 1, (Rio Leãozinho: 27°39'58" S/ 052°16'35" W; Rio Ligeirinho: 27°42'3" S/ 052°16'53" W); meio do rio (considerado entre a nascente analisada e a entrada do reservatório de abastecimento) - ponto 2 (Rio Leãozinho: 27°40'18" S/ 052°15'55" W; Rio Ligeirinho: 27°41'55" S/ 052°16'12" W) e ponto 3 (Rio Leãozinho: 27°40'15" S/ 052°14'54" W; Rio Ligeirinho: 27°41'48" S/ 052°15'50" W), e próximo a entrada do reservatório para abastecimento - ponto 4 (Rio Leãozinho: 27°40'18" S/ 52°14'59" W; Rio Ligeirinho: 27°40'58" S/ 052°14'41" W). Em cada ponto foram realizadas três amostragens seguidas, no mesmo dia, uma vez por mês, totalizando 144 amostragens no período do estudo.

Para a avaliação das condições ambientais foi aplicado o Protocolo de Avaliação Rápida (PAR) da diversidade de habitats para trechos de bacias hidrográficas (ver Callisto et al. 2002). Este protocolo avalia um conjunto de parâmetros atribuindo pontuação com base na observação das condições do hábitat. O valor final do protocolo de avaliação é obtido a partir do somatório dos valores atribuídos a cada parâmetro independentemente. O protocolo indica condições de habitat e ambientais dos pontos analisados, determinando locais “impactados” (pontos: 0 a 40), “alterados” (pontos: 41 a 60) e “naturais” (pontos: acima de 61).

A coleta dos macroinvertebrados bentônicos foi realizada com um amostrador do tipo *Surber* (malha de 250 μ m e área de 0,1 m²). Os indivíduos foram acondicionados em frascos etiquetados contendo álcool 70%. Os organismos foram triados sob estereomicroscópio de aumento de até 45 vezes. Os macroinvertebrados bentônicos foram identificados sempre que possível ao nível taxonômico de família, utilizando-se o Manual de Identificação de Macroinvertebrados Aquáticos do Estado do Rio de Janeiro (Mugnai et al., 2010).

Os macroinvertebrados foram classificados em cinco categorias tróficas (ver Merritt e Cummins, 1996): (1) coletores-catadores - alimentam-se de pequenas partículas de matéria orgânica por coleta nos depósitos de sedimento; (2) coletores-filtradores – capturam, por filtração, pequenas partículas de matéria orgânica em suspensão na coluna d'água; (3) fragmentadores – alimentam-se de folhas ou tecido de planta vascular vivo ou escavam madeira; (4) predadores - engolem a presa inteira ou ingerem os fluidos do tecido corporal; (5) raspadores - adaptados a raspar superfícies duras, alimentam-se de algas, bactérias, fungos e matéria orgânica morta adsorvidos aos substratos.

2.3. Análises

Foram estimados os valores de abundância, riqueza taxonômica, frequência de indivíduos nas amostras (considerados frequentes quando presentes em 50% ou mais das amostras (Dajoz, 2005) e calculadas a abundância total, índice de diversidade de Shannon-Wiener; índice de

equitabilidade de Pielou e dominância Berger-Parker, por ponto amostral. Foi calculada também a abundância relativa de Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera (EPT), pois estes grupos apresentam gêneros mais sensíveis às perturbações ambientais. Para avaliar se as diferenças foram significativas foi utilizado o teste não paramétrico de Mann-Whitney. Os resultados dos índices de estrutura bentônica foram correlacionados entre si e com os resultados do protocolo de avaliação rápida por meio de correlações múltiplas, utilizando o coeficiente de Pearson. As análises estatísticas foram processadas por meio do programa Statistica versão 8.0 e os cálculos dos índices biológicos com o programa DIVES.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram registrados 4.096 organismos bentônicos, pertencentes a 41 táxons de Annelida, Nematoda, Crustacea, Aracnida e Insecta, sendo este último o grupo mais representativo (Tabela 1). As ordens mais abundantes foram Trichoptera (Rio Leãozinho n = 760; Rio Ligeirinho n = 800), Diptera (Rio Leãozinho n = 738; Rio Ligeirinho n = 287) e Ephemeroptera (Rio Leãozinho n = 451; Rio Ligeirinho n = 384). As famílias mais abundantes foram Chironomidae (21%) da ordem Diptera e Hydropsichidae (15%) da ordem Trichoptera. A bacia do Rio Leãozinho apresentou maior abundância com 2244 organismos coletados, distribuídos em 37 táxons (Tabela 1).

Tabela 1. Macroinvertebrados bentônicos e sua classificação trófica. Rios Leãozinho e Ligeirinho, município de Erechim, Norte do Estado do Rio Grande do Sul.

Táxons	Rio Leãozinho	Rio Ligeirinho	Classificação trófica
Annelida			
Oligochaeta	21	3	Coletor-catador
Nematoda	2	0	Coletor-catador
Arthropoda			
Crustacea			
Aeglidae	30	18	Coletor-catador
Hyaellidae	0	1	Coletor-catador
Talitridae	15	160	Coletor-catador
Aracnida			
Acarina	4	2	Predador
Insecta			
Coleoptera			
Dytiscidae	6	3	Predador
Elmidae	125	94	Raspador
Hydrophilidae	1	1	Coletor-catador
Psephenidae	9	8	Raspador
Ptylodactilidae	1	0	Fragmentador
Diptera			
Blephariceridae	0	2	Raspador
Ceratopogonidae	8	2	Predador
Continua...			

Continuação...			
Chironomidae	675	226	Coletor-catador
Culicidae	1	1	Coletor-catador
Simuliidae	54	56	Coletor-filtrador
Ephemeroptera			
Baetidae	96	136	Coletor-catador
Caenidae	32	32	Coletor-catador
Leptohyphidae	136	85	Coletor-catador
Leptophlebiidae	186	130	Raspador
Oligoneuriidae	1	1	Coletor-catador
Hemiptera			
Gerridae	1	0	Predador
Helotrephidae	2	0	Predador
Naucoridae	8	0	Predador
Veliidae	0	1	Predador
Lepidoptera			
Pyralidae	1	0	Fragmentador
Odonata			
Aeshnidae	3	1	Predador
Calopterygidae	4	1	Predador
Gomphidae	1	0	Predador
Libellulidae	6	16	Predador
Megapodagrionidae	23	3	Predador
Plecoptera			
Gripopterygidae	30	66	Fragmentador
Perlidae	2	3	Predador
Trichoptera			
Anomalopsychidae	4	1	Raspador
Glossosomatidae	0	22	Raspador
Hydrobiosidae	273	311	Predador
Hydroptilidae	4	3	Raspador
Hydropsychidae	273	339	Coletor-filtrador
Leptoceridae	36	37	Predador
Odontoceridae	141	76	Fragmentador
Philopotamidae	18	0	Coletor-catador
Xyphocentronidae	11	11	Coletor-catador
Abundância total	2.244	1.852	4.096

No Rio Leãozinho 10 táxons foram frequentes, sendo eles Chironomidae (95%), Leptophlebiidae (95%), Hydropsychidae (91%), Hydrobiosidae (79%), Elmidae (87%), Baetidae (83%), Leptohyphidae (70%), Simuliidae (66%), Megapodagrionidae (58%) e

Odontoceridae (54%). No Rio Ligeirinho nove táxons foram frequentes: Hydropsychidae (87%), Chironomidae (83%), Hydrobiosidae (70%), Baetidae (62%), Elmidae (66%), Leptophlebiidae (66%), Gripopterygidae (58%), Simuliidae (54%) e Leptohiphidae (54%).

Macroinvertebrados coletores-catadores (como os Chironomidae e os Baetidae) estão entre os mais frequentes nos Rios Leãozinho e Ligeirinho (Tabela 2). Chironomidae normalmente é numericamente dominante em ambientes dulciaquícolas nas diferentes regiões climáticas (Suriano e Fonseca-Gessmer, 2004). Altas densidades destes gêneros podem evidenciar elevado teor de matéria orgânica no ambiente, o que os tornam eficientes indicadores de degradação ambiental (König et al., 2008; Hepp et al., 2010; Barbola et al., 2011). Devido a presença de grande quantidade de grupos tolerantes a poluição, como Chironomidae, outro estudo realizado na mesma região considerou a qualidade da água dos rios como insatisfatória (König et al., 2008).

Os predadores tiveram a segunda maior presença e riqueza de táxons nos Rios Leãozinho e Ligeirinho, devido ao predomínio da família Hydrobiosidae. Segundo Giuliatti e Carvalho (2009), os predadores alimentam-se de pedaços ou de presas inteiras de todos os grupos funcionais, não refletindo diretamente a influência do alimento de origem externa no ecossistema lótico.

Tabela 2. Proporção (%) das categorias trófica dos macroinvertebrados nos pontos amostrais e totais nos Rios Leãozinho e Ligeirinho, município de Erechim, Norte do Estado do Rio Grande do Sul.

	Rio Leãozinho					Rio Ligeirinho				
	P1	P2	P3	P4	Total	P1	P2	P3	P4	Total
Fragmentadores	3	8	8	11	8	2	10	11	9	9
Raspadores	32	19	8	11	14	7	9	17	32	14
Coletores-filtradores	18	8	18	11	15	12	28	22	25	21
Coletores-catadores	30	53	48	47	46	57	27	32	26	36
Predadores	17	12	18	15	17	22	26	18	8	20

As pontuações das condições ambientais pelo Protocolo de Avaliação Rápida (PAR) foram de 60 a 68 pontos no Rio Leãozinho, e de 49 a 72 pontos no Rio Ligeirinho (Tabela 3). Os pontos 1 e 3 do Rio Leãozinho e o ponto 4 do Rio Ligeirinho foram classificados como natural no PAR. No entanto, foram observadas alterações ambientais nas margens dos rios, como redução da mata ciliar, culturas agrícolas, prática de pecuária, acúmulo de lixo e proximidade ao perímetro urbano. Essas alterações já tinham sido citadas para rios próximos, como a retirada da vegetação ciliar e a implementação de culturas ao longo das margens (König et al., 2008). Foram encontrados 1.243 exemplares dos grupos EPT no Rio Leãozinho e 1.253 exemplares no Rio Ligeirinho, correspondendo respectivamente a 55% e 67% do total de indivíduos dos rios. A ordem Trichoptera foi a mais abundante, tanto para o número de indivíduos quanto para táxons (Rio Leãozinho n= 9; Rio Ligeirinho n= 9). O ponto 3 do Rio Leãozinho e ponto 3 do Rio Ligeirinho apresentaram maior porcentagem de macroinvertebrados das ordens EPT (19% e 26% do total de indivíduos coletados; Tabela 3). Os pontos classificados como naturais pelo PAR não representam os pontos com maiores valores de EPT (Tabela 3).

Os Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera (EPT), compõem um rico conjunto de táxons que ocorrem em córregos de baixa e média ordem. Vários fatores podem influenciar a distribuição de EPT, entre eles, os tipos de substratos (Silveira et al., 2006), a heterogeneidade de habitats, além da velocidade de correnteza e a disponibilidade de recursos tróficos (Crisci-Bispo et al., 2007; Hepp e Santos, 2009). Nos Rios Leãozinho e Ligeirinho foi observada maior abundância de macroinvertebrados das ordens EPT em trechos com

corredeiras com a largura igual à do rio (ponto 3 dos Rios Leãozinho e Ligeirinho) e com substrato pedregoso no leito dos rios (de acordo com itens analisados no PAR; detalhes do protocolo em Callisto et al. 2002).

Tabela 3. Valores de EPT (%), Diversidade (H'), Equitabilidade, Dominância, Riqueza absoluta e pontuação e classificação pelo Protocolo de Avaliação Rápida (PAR), nos pontos amostrais dos Rios Leãozinho e Ligeirinho, município de Erechim, Norte do Estado do Rio Grande do Sul. N = Natural; A = Alterado; (pontuação PAR).

	Rio Leãozinho				Rio Ligeirinho			
	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4
EPT	7%	13%	19%	15%	11%	21%	26%	8%
Diversidade (H')	1,009	1,113	0,917	0,967	0,904	0,986	1,025	1,055
Equitabilidade	0,789	0,769	0,674	0,732	0,684	0,724	0,788	0,825
Dominância	0,172	0,249	0,359	0,340	0,320	0,259	0,189	0,151
Riqueza	19	28	23	21	21	23	20	19
PAR	N (68)	A (60)	N (65)	A (60)	A (49)	A (57)	A (60)	N (72)

O grupo coletor catador dominou as amostras (Tabela 2). Essa categoria se alimenta de matéria orgânica, o que mostra a grande importância da matéria orgânica como recurso alimentar na dieta dos macroinvertebrados analisados (Giuliatti e Carvalho, 2009). Esse grupo não teve forte correlação com os resultados do PAR (-0,57), mas é possível verificar que os pontos que tiveram maior pontuação no PAR (P1 do Rio Leãozinho e P4 do Rio Ligeirinho) apresentaram as menores porcentagens de catadores-coletores, significando que nos ambientes naturais a representatividade desse grupo diminuiu. O contrário também ocorreu pois o ponto com menor pontuação no PAR (49) foi exatamente o local com maior porcentagem do grupo coletor catador (57%). É possível inferir que neste estudo os coletores catadores tiveram maior afinidade com áreas alteradas, embora somente maiores estudos poderiam confirmar esse fato.

A porcentagem de coletores-filtradores foi negativamente correlacionada com coletores catadores nos pontos amostrados (-0,87). Isso significa que foram encontrados mais coletores filtradores em locais que tinham menor número de coletores catadores. Os outros grupos não tiveram correlação significativa entre si.

O grupo raspador foi o único que apresentou correlação clara com os resultados do PAR (0,77). Dos três pontos classificados como natural pelo PAR, dois (ponto 1 do Rio Leãozinho e 4 do Rio Ligeirinho) apresentaram maior proporção de raspadores (ambos 32%; Tabelas 2 e 3). Os raspadores, como Leptophlebiidae e Elmidae, tiveram abundância reduzida nos demais pontos amostrais, indicando baixa quantidade do *litter* cedido pela vegetação ripária (pobre), que é a principal fonte de alimento para esses dois táxons (Batista et al., 2010). A maior proporção nos pontos considerados naturais e baixa proporção nos considerados alterados parecerem indicar que os raspadores servem como fortes indicadores da qualidade ambiental nos corpos hídricos estudados.

O ponto 2 do Rio Leãozinho apresentou o maior índice de diversidade $H' = 1,113$. A maior equitabilidade foi observada no ponto 1 do Rio Leãozinho (0,789) e no ponto 4 do Rio Ligeirinho (0,825). A maior dominância de espécies foi obtida no ponto 3 do Rio Leãozinho (0,359) e no ponto 1 do Rio Ligeirinho (0,320). O Rio Leãozinho apresentou maior riqueza de táxons no ponto 2 (28 táxons), os menores resultados foram registrados no ponto 1 do Rio Leãozinho (19 táxons) e ponto 4 do Rio Ligeirinho (19 táxons; Tabela 3). Os valores de

abundância não apresentaram diferenças significativas ($p = 0,06$; $U = 200$) entre os rios. A riqueza taxonômica dos organismos entre os rios apresentou diferença significativa ($p = 0,02$, $U = 179$).

Variáveis biológicas como diversidade e equitabilidade podem ser utilizadas como parâmetro de qualidade das águas, e neste sentido, valores elevados de riqueza, diversidade e equitabilidade indicam boa qualidade de água (Hepp e Restello, 2007). No presente estudo, os valores destes parâmetros podem ser considerados altos (Tabela 3), indicando qualidade de água boa. Percebe-se também que os dois rios são semelhantes nestas variáveis, pois ao comparar os rios por resultados dos índices de estrutura da comunidade bentônica, não houve diferença significativa entre diversidade, equitabilidade, dominância e riqueza ($p > 0,05$). A quantificação do PAR também concordou com os índices de estrutura bentônica, pois não teve diferença significativa entre eles. ($p > 0,05$). A equitabilidade apresentou correlação de Pearson positiva com a diversidade ($r = 0,81$) e negativa com a dominância ($r = -0,92$) com $p < 0,05$. A dominância entre os táxons se correlacionou positivamente com a abundância total ($r = 0,75$).

Os resultados obtidos por meio da equitabilidade podem ser explicados através da correlação positiva com a diversidade e negativa com a dominância. Assim, pontos com maiores resultados de diversidade e menores resultados de dominância tendem a apresentar grupos igualmente abundantes. Considerando a dominância entre táxons, pode-se inferir que o ponto 3 do Rio Leãozinho e o ponto 1 do Rio Ligeirinho, onde foi registrada a menor equitabilidade e a maior abundância de macroinvertebrados, também apresentaram maior dominância. Resultados menores de equidade na distribuição da comunidade se devem a dominância de Chironomidae, Hydrobiosidae e Hydropsychidae ao se comparar com a abundância dos demais táxons. O índice de diversidade também foi menor nestes pontos.

Pela análise do PAR foi possível perceber que os Rios Leãozinho e Ligeirinho apresentaram trechos com alteração antrópica nas margens dos rios, como ausência de mata ciliar, culturas agrícolas, prática de pecuária, acúmulo de lixo e proximidade ao perímetro urbano, inclusive na nascente dos rios. Essa perturbação urbana é comum nos rios da região (Biasi et al., 2010), o que torna o fato preocupante.

4. CONCLUSÃO

Seria esperado que os rios amostrados tivessem nascentes com condições ambientais de alta diversidade de macroinvertebrados e grupos tróficos ligados a este ambiente. No entanto, a condição ambiental mostrada pelo PAR mostrou uma nascente natural e outra alterada, e ao longo do rio essa condição foi se alternando, provavelmente de acordo com o uso da terra no entorno. A diversidade em si dos macroinvertebrados encontrados não teve relação com a qualidade ambiental, mas sim com as diferentes características dos grupos funcionais encontrados, como mostrou a abundância de diferentes grupos com locais mais ou menos alterados.

A avaliação pelo protocolo proposto por Callisto et al. (2002) permitiu relacionar ambientes alterados com a maior abundância do grupo trófico coletor-catador. Da mesma forma, pontos com maior qualidade foram associados com maior proporção de raspadores.

Os resultados dos índices de estrutura da comunidade bentônica mostraram diminuição na qualidade ambiental dos rios, dada à representatividade de famílias dominantes e tolerantes a poluição moderada. Os grupos de Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera foram representativos nos trechos dos Rios Leãozinho e Ligeirinho relacionados a ambientes com correnteza e substrato rochoso. A estrutura trófica da comunidade de macroinvertebrados parece sofrer influência da disponibilidade de matéria orgânica e de nutrientes.

O uso do protocolo de avaliação rápida como o protocolo desenvolvido por Callisto et al. (2002) é uma importante ferramenta no desenvolvimento de programas de monitoramento

ecológico e na restauração de ambientes lóticos. Os resultados obtidos por meio do protocolo de avaliação rápida podem ser reforçados e/ou ajustados em função de informações sobre estrutura das comunidades de macroinvertebrados bentônicos. Integrar o método de avaliação da diversidade de habitats com análises da comunidade bentônica pode ser utilizado para obtenção de parâmetros mais completos da estrutura e qualidade de corpos hídricos, especialmente naqueles utilizados para abastecimento público, pois necessitam de uma boa qualidade de água para que o tratamento convencional de água seja efetivo. Neste sentido estudos como este são importantes para compreender melhor como monitorar a qualidade de água nos rios, sem recorrer sempre aos parâmetros físicos químicos.

5. REFERÊNCIAS

- BARBOLA, I. F.; MORAES, M. F. P. G.; ANAZAWA, T. M.; NASCIMENTO, E. A.; SEPKA, E. R.; POLEGATTO, C. M. et al. Avaliação da comunidade de macroinvertebrados aquáticos como ferramenta para o monitoramento de um reservatório na bacia do Rio Pitangui, Paraná, Brasil. **Iheringia**, Série Zoologia, v. 101, n. 2, p. 15-23, 2011. <http://producao.usp.br/handle/BDPI/6782>
- BATISTA, H. U.; BARBOLA, I. F.; KLOTH, A. E. G.; MILLÉO, J. Estrutura e composição da fauna de macroinvertebrados como forma de avaliação da qualidade da água do rio Verde, em Ponta Grossa, Paraná, Brasil. **Terr@Plural**, v. 4, n. 2, p. 241-256, 2010.
- BIASI, C.; KÖNIG, R.; MENDES, V.; TONIN, A. M.; SENSOLO, D.; SOBCZAK, J. R. C. et al. Biomonitoramento das águas pelo uso de macroinvertebrados bentônicos: oito anos de estudos em riachos da região Alto Uruguai. **Perspectiva**, v. 34, n. 125, p. 67 – 77, 2010.
- CALLISTO, M.; FERREIRA, W. R.; MORENO, P.; GOULART, M.; PETRUCIO, M. Aplicação de um protocolo de avaliação rápida diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ). **Acta Limnologica Brasileira**, v. 14, n. 1, p. 91-98, 2002.
- CALLISTO, M.; MORETTI, M.; GOULART, M. Macroinvertebrados Bentônicos como Ferramenta para Avaliar a Saúde de Rios. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 6, n. 1, p. 71-82, 2001.
- 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. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-81752007000200007>
- DAJOZ, R. **Princípios de Ecologia**. 7. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005.
- DOHET, A.; DOLISY, D.; HOFFMANN, L.; DUFRÊNE, M. Identification of bioindicator species among Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera in a survey of streams belonging to the rhithral classification in the Grand Duchy of Luxembourg. **Verhandlungen des Internationalen Verein Limnologie**, v. 28, p. 381-386, 2002. <http://hdl.handle.net/2268/202432>
- HEPP, L. U.; MILESI, S. V.; BIASI, C.; RESTELLO, R. M. Effects agricultural and urban impacts on macroinvertebrates assemblages in streams (Rio Grande do Sul, Brazil). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 27, n.1, p.106-113, 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/S1984-46702010000100016>

- HEPP, L.U.; RESTELLO, R.M. Macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores da qualidade das águas do Alto Uruguai Gaúcho. In. ZAKRZEVSI, S.B.B. (Org.). Conservação e uso sustentável da água: múltiplos olhares. Erechim: Edifapes, 2007. p.75-85.
- HEPP, L. U.; SANTOS, S. Benthic communities of streams related to different land uses in a hydrographic basin in southern Brazil. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 157, p. 305-318, 2009.
- GIULIATTI, T. L.; CARVALHO, E. M. Distribuição das assembleias de macroinvertebrados bentônicos em dois trechos do córrego Laranja Doce, Dourados/MS. **Interbio**, v. 3, n. 1, p. 4-14, 2009.
- KÖNIG, R.; SUZIN, C. R. H.; RESTELLO, R. M.; HEPP, L. U. Qualidade das águas de rios da região norte do Rio Grande do Sul (Brasil) através de variáveis, físicas, químicas e biológicas. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, v. 3, n. 1, p. 84-93, 2008
- MARQUES, M. M.; BARBOSA, F. Biological quality of waters from an impacted tropical watershed (middle Rio Doce basin, southeast Brazil), using benthic macroinvertebrate communities as an indicator. **Hydrobiologia**, v. 457, p. 69-76, 2001.
- MERRITT, R. W.; CUMMINS, K. W. **An introduction to the aquatic insects of North America**. 3. ed. Dubuque: Kendall/Hunt, 1996.
- 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 Editora, 2010.
- ROSENBERG, D. M.; RESH, V. H. Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates. **Journal of the North American Benthological Society**, v. 12, n. 2, p. 220-222, 1993.
- SILVEIRA, M. P.; BUSS, D. F.; NESSIMIAN, J. L.; BAPTISTA, D. F. Spatial and temporal distribution of benthic macroinvertebrates in a Southeastern Brazilian river. **Brazilian Journal Biology**, v. 66, p. 623-632, 2006. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-69842006000400006>
- SURIANO, M. T.; FONSECA-GESSMER, A. A. Chironomidae (Diptera) Larvae in streams of Parque Estadual de Campos do Jordão, São Paulo state, Brazil. **Acta Limnológica Brasileira**, v. 16, n. 2, p. 129-136, 2004.
- TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. Biodiversidade no neotrópico: valores ecológicos, econômicos e sociais. **Brazilian Journal of Biology**, v. 68, n. 4, supl. 0, p. 913-915, 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-69842008000500002>
- VANNOTE, R. L.; MINSHALL, G. W.; CUMMINS, K. W.; SEDELL, J. R.; CUSHING, C. E. The river continuum concept. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 37, p. 130-137, 1980.