

DIVERSIDADE DE MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS NA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE AMBIENTAL DE UMA MICROBACIA NO SUL DO BRASIL

Diversity of the Benthic macroinvertebrates on the evaluation of environmental quality of a microbasin in southern Brazil

COPATTI, C. E.
SCHIRMER, F. G.
MACHADO, J. V. V.

Recebimento: 17/02/2010 – Aceite: 28/04/2010

RESUMO: Este trabalho tem como objetivo verificar a qualidade da água da microbacia do rio Cambará (Cruz Alta/RS) através do estudo da diversidade da comunidade bentônica. O biomonitoramento da comunidade bentônica foi realizado com o intuito de averiguar o grau de alteração das características ecológicas decorrentes de atividades de agricultura e ausência de mata ripária. Foram selecionados um trecho do rio Cambará (trecho 1) e um trecho de um afluente (trecho 2), ambos em locais de corredeira e substrato pedregoso. As coletas foram realizadas com um coletor tipo Surber, de malha 250 μm e 0,1 m^2 , sendo uma coleta para cada trecho em cada estação do ano: primavera/2007, verão/2008, outono/2008 e inverno/2008. Foi coletado um total de 1333 indivíduos, distribuídos em 36 *taxa*. As ordens mais representativas foram Trichoptera (38,5%) e Diptera (21,8%). A diversidade H' , calculada para primavera, verão, outono e inverno, respectivamente: no trecho 1, foi 0,86; 0,87; 0,96 e 1,07 e, no trecho 2, 0,46; 0,58 e 0,95 e 0,61. Os parâmetros físico-químicos indicaram boa qualidade da água. Adotou-se o índice biológico BMWP' que sinalizou qualidade que oscilou entre aceitável e boa, para o rio Cambará, e entre duvidosa e boa, para o seu afluente. Conclui-se que o afluente é mais severamente afetado, do que o rio Cambará, por impactos ambientais provenientes das atividades agrícolas, os quais limitaram o número de organismos e *taxa* presentes.

Palavras-chave: Biomonitoramento. BMWP'. Atividades agrícolas. Trichoptera. Diptera.

ABSTRACT: The term benthic macroinvertebrates refers to freshwater animals whose size that can be seen without a microscope. They are the variety that best answers to the variations of water quality. This work aimed to verify the water quality in the microbasin of the river Cambará by studying the diversity of the benthic community at CEPPA (Center for Environmental Study, Research and Preservation) – UNICRUZ, in Cruz Alta/RS. Points of collection were selected from lotic environment, of stoned substrate in a segment of Cambará river (point 1), 5.1-8.5m wide and in a segment of an effluent (point 2), 1.3-1.7m wide. The collections were accomplished with a collector type of surber, 250 μm and 0.1 m^2 mesh, where one collect to each point occurred in each season of the year: spring/2007, summer/2008, autumn/2008 and winter/2008. After the total analysis of the collections, a total of 1333 individuals, distributed in 36 Taxa were found. The most representative Taxa were Trichoptera (38.5%) and Diptera (21.8%). The diversity H' calculated to spring, summer, autumn and winter, respectively, in point 1 was of 0.86; 0.87, 0.96 and 1.07 and in the point 2 of 0.46; 0.58, 0.95 and 0.61. The physico-chemical parameters indicated a good water quality. The biological indices BMWP' indicated that the quality of the water varied from acceptable to good for Cambará river and from doubtful to good for its affluent. It was concluded that the effluent is more severely affected than the river Cambará due to the environmental impact of the agriculture activities, which limited the number of organism and Taxa present.

Keywords: Lotic ambient, Biological indices BMWP'. Dimension. Trichoptera. Diptera.

Introdução

As sociedades dependem dos recursos hídricos, não apenas para satisfação de suas necessidades domésticas, agrícolas e industriais, mas para que se propiciem condições de saúde e bem-estar. De acordo com Bernhard et al. (2005), a importância dos rios para abastecimento, como fonte de alimento e recreação, é claramente reconhecida, apesar de haver um aumento da evidência de que a degradação dos ecossistemas aquáticos atingiu níveis elevados de degradação. O que se verifica, atualmente, é a continuidade dessa degradação em um viés ainda mais acelerado, através de aumento do aporte de esgoto e lixo doméstico no leito dos rios, uso da água em culturas agrícolas, desperdício e contaminação, além de remoção da mata ripária.

Tratando-se do meio aquático, Monserrat et al. (2007) enfatizam que, para o estabelecimento da condição homeostática, é necessário que seja realizado monitoramento dessas áreas, o que possibilitaria a tomada de ações corretivas. Entretanto, o monitoramento e a avaliação do risco dos ambientes impactados não podem ser baseados, exclusivamente, em análises químicas de amostras ambientais, pois tais análises não são apropriadas na indicação e predição dos efeitos deletérios, causados por contaminantes na biota (BARSIENTE et al., 2006). Dessa forma, sugere-se o estudo da comunidade de macroinvertebrados bentônicos, a qual é um importante componente do sedimento de rios e lagos, sendo fundamental para a dinâmica de nutrientes, transformação de matéria e fluxo de energia (CALLISTO e ESTEVES, 1995) e participante das relações ecológicas existentes.

A distribuição, a ocorrência e a abundância da macrofauna bentônica dependem muito das características ambientais predominantes, principalmente quanto corrente, substrato, disponibilidade de alimento, abrigo contra predadores e homeostase do meio (MERRITT e CUMMINS, 1996). Hepp e Restello (2007) comentam que a comunidade bentônica pode apresentar relações positivas ou negativas com variáveis físicas e químicas. As variações de sua diversidade podem ser relacionadas com a frequência das perturbações ou distúrbios no ambiente. Em ambientes com perturbações constantes não é atingido o desenvolvimento completo da comunidade, sendo poucas as espécies tolerantes a esses distúrbios (CASTRO e HUBER, 1997).

O rio Cambará tem sua nascente dentro da área urbana do município de Cruz Alta/RS, o qual não possui uma rede de esgotos suficiente para atender a toda a sua população e, com isso, o esgoto de muitas residências, sem qualquer forma de tratamento, é lançado nas nascentes do rio. Além desses fatores, o rio Cambará percorre longo trecho na área rural do Município, onde recebe dejetos de agrotóxicos das lavouras, os quais quase se incorporam ao leito do rio, uma vez que a mata ripária ou é inexistente ou é insuficiente para reter todos os resíduos despejados. Tais circunstâncias são preocupantes, pois afetam a capacidade de resiliência do meio. Segundo Baptista (2008), a capacidade de resiliência de um ecossistema é o resultado das interações da biota e de seu ambiente que mantêm seu equilíbrio dinâmico porque a biota se organizará conforme as circunstâncias ambientais permitirem, sendo o conceito de estado ecológico da qualidade da água uma diretriz orientadora da nova estrutura de compreensão ecológica da saúde ambiental, justificando ensaios de biomonitoramento.

De acordo com Buss et al. (2008), o biomonitoramento fornece informações sobre os

efeitos de estressores no sistema biológico, podendo-se, eventualmente, inferir sobre a qualidade e quantidade do distúrbio e têm importância fundamental na avaliação da efetividade das medidas de controle, ao avaliarem se houve ou não a recuperação desejada. Para isso, de acordo com Melo e Hepp (2008), é fundamental um bom planejamento na busca da otimização dos programas de biomonitoramento, bem como no alcance de resultados confiáveis. Assim sendo, através do biomonitoramento ecológico, o trabalho tem como objetivo identificar alterações na estrutura da comunidade bentônica em decorrência de ações antrópicas impactantes, como lançamento de efluentes e agrotóxicos, desmatamento e processos erosivos, ocorrentes, principalmente, no entorno da área de estudo.

Material e métodos

O estudo foi realizado em dois cursos-d'água pertencentes à microbacia do rio Cambará. O trecho 1 (28°33'29.21"S, 53°36'35.65" e 396,54 m de altitude) está localizado no rio Cambará, e o trecho 2 (28°33'46.49"S, 53°36'38.37" e 398,67 m de altitude) em um de seus afluentes, ambos localizados na área do CEPPA-UNICRUZ (Centro de Estudos, Pesquisa e Preservação Ambiental da Universidade de Cruz Alta) em Cruz Alta/RS. A temperatura e a pluviosidade média anual da área é de 20° C (variação de 18 a 22° C) e 1.300 mm, respectivamente. O clima, segundo classificação de Köppen, é do tipo Cfa. O solo da região é composto principalmente, de basalto, sendo o restante do solo desenvolvido do arenito de Botucatu ou mistura deste com basalto.

Ambos os locais de coleta apresentam mata ripária escassa ou inexistente, sendo o problema agravado, principalmente, no 2° trecho onde tal vegetação dificilmente supera 5 m de largura para ambas as margens. No 1°

trecho, a largura média é um pouco superior, alcançando 10 m para a margem direita e 5 m para a margem esquerda. A vegetação tem como espécie dominante a Taquara (*Merostachys multiramea* Hack.), que serve como indicativo de impacto ambiental do local. Além desta, ocorrem também: Vacum (*Allophylus guaraniticus* Cambess.), Chalach (*Allophylus edulis* (St. Hil) Radlk.), Sete-Capotes (*Campomanesia guazumifolia* (Cambess.) O. Berg), Guabiroba (*Campomanesia xanthocarpos* O. Berg), Guajuvira (*Cordia americana* (L.) Gottschling & J. E. Mill.), Camboatá-vermelho (*Cupania vernalis* Cambess.), Pitangueira (*Eugenia uniflora* L.), Açoita-cavalo (*Luehea divaricata* Mart.), Camboatá-branco (*Matayba elaeagnoides* Radlk.), Canela-lageana (*Ocotea pulchella* Mart.), Angico-vermelho (*Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan), Sarandi (*Pouteria salicifolia* (Spreng.) Radlk.), Branquillo-leiteiro (*Sebastiania brasiliensis* Spreng.), Branquillo (*Sebastiania commersoniana* (Baill.) L.B. Smith & R.J. Downs), Fumobravo (*Solanum mauritianum* Scop.), Maria-mole (*Styrax leprosus* Hook et Arnott), Jerivá (*Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman), Sarandi-amarelo (*Terminalia australis* Cambess.) e Mamica-de-cadela (*Zanthoxylum rhoifolium* Lam.).

A distância entre as nascentes do rio Cambará e os trechos em que ocorreram as coletas é de, aproximadamente, 8,5 km e entre os trechos de coleta e o fim da área urbana de Cruz Alta é de, aproximadamente, 7,0 km, sendo que, a partir desse ponto, o mesmo não serve mais de corpo receptor para novas descargas de esgotos. O afluente (2º trecho) não tem nenhuma região receptora de esgotos domésticos.

O trecho 1 é de 2ª ordem, denominado rio Cambará. A largura varia de 5,1 a 8,5 m, e a profundidade de 20 a 40 cm. O trecho 2 é de 1ª ordem em que a largura varia de 1,4 a 1,8 m e a profundidade de 15 a 30 cm, não pos-

suindo uma denominação conhecida. Ambos os locais de coleta possuem fundo predominantemente pedregoso, sendo que, em cada um, foi determinado um trecho de 10 m de comprimento para a retirada de sedimentos. Os trechos de coleta distanciam-se, entre si, cerca de 1 km. Na Figura 1, os mesmos são visualizados, bem como a região de nascentes do rio Cambará.

As coletas foram realizadas com o auxílio de um Surber, de malha 250 mm, e dimensões de 33 x 33 cm (área aproximada de 0,1 m²). O mesmo foi colocado contra a correnteza, e o esforço amostral incluiu o tempo necessário para o esgotamento da procura na área amostrada, com limpeza das rochas e revolvimento do fundo de forma manual. Para cada trecho, foram retiradas 10 amostras aleatórias (10 repetições/trecho), abrangendo regiões de margem e centro. As coletas foram sazonais, tendo início em outubro de 2007 e findando em julho de 2008. As temperaturas médias para as estações foram 20,0; 22,5; 19,5; e 18,0° C, respectivamente, para primavera, verão, outono e inverno.

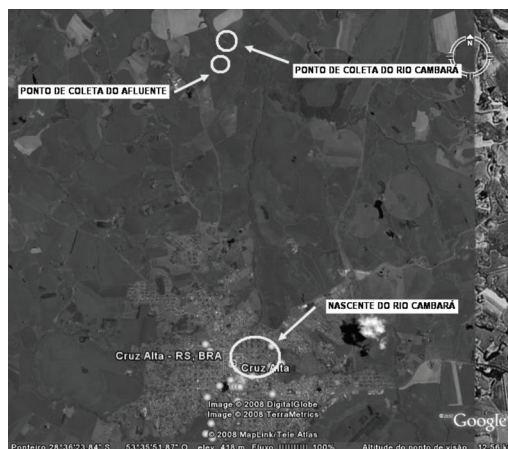


Figura 1 – Localização das nascentes do rio Cambará e dos trechos de coleta. Cruz Alta/RS. Fonte: Google Earth, 2009.

As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos no campo e, imediatamente, levados ao laboratório de Entomologia da Unicruz, onde correu a fixação em álcool

70% (cerca de 30 min após a coleta). No mesmo Laboratório procedeu-se à triagem e identificação das *taxa*. A identificação ocorreu até o menor nível taxonômico possível, geralmente de família, através de conhecimento pessoal e chaves de identificação (COSTA et al., 2006; MERRITT e CUMMINS, 1996). No momento, o material encontra-se depositado na forma de coleção didática no referido Laboratório.

Além da coleta dos organismos, procedeu-se a uma análise da qualidade da água: pH, oxigênio, amônia, alcalinidade e dureza. Para análise do Oxigênio, foi utilizado oxímetro Quimis. As demais variáveis físico-químicas da água foram feitas pelo “Kit da Alfatecmo-química” (Florianópolis). Além disso, foi verificada, também, a velocidade da correnteza. Para medir a velocidade da correnteza, uma bola de “ping-pong” percorreu um intervalo de 5 m (duas repetições), registrando sua velocidade através da fórmula: $v = d / t$, onde: v – velocidade em m/s; d – distância em m; e t – tempo em s.

A análise da diversidade abordou riqueza total (S), índice de Shannon-Wiener Log Base 10 (H'), equitabilidade de Pielou (J') e a dominância do principal Táxon (k), sendo, esta última, definida pelo percentual de ocorrência do táxon mais abundante em relação aos demais. Para a determinação dos referidos índices, foi utilizado o programa Biodiversity Professional (McALEECE, 1997). Além disso, também se determinou a riqueza para as *taxa* Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera (EPT), os quais são designados por Rosenberg e Resh (1993) como muito sensíveis às interferências ambientais.

Também foi aplicado o índice biológico BMWP' (Biological Monitoring Work Party System) para auxiliar na identificação da qualidade da água, de acordo com IAP (2007), bem como o protocolo simplificado proposto por Callisto et al. (2002).

A comparação das médias das Taxa existentes nos pontos amostrados seguiu o Teste de Tukey, e a homogeneidade da amostra foi comprovada pelo teste de Levene, com auxílio do programa Statistica 6.0 (STATSOFT, 1997). O nível mínimo de significância foi de 95% ($p < 0,05$).

Resultados e discussão

Ao todo, foram coletados 1333 organismos, distribuídos em 36 *taxa*. Destes, 31 pertencem à Classe Insecta, e os demais, à Classe Crustacea (2), Filo Mollusca (2) e Filo Annelida (1). O número de indivíduos de cada táxon, para cada trecho, durante as estações de coleta e o respectivo grupo funcional é apresentado na Tabela 1.

A ordem Trichoptera foi a mais representativa deste estudo, com 415 exemplares (31,13%), distribuída em 10 famílias. Destas, as mais abundantes foram: Rhyacophilidae (184), Hydrobiosidae (101) e Hydropsychidae (94). A segunda ordem mais evidenciada foi Diptera, com 297 exemplares (22,28%), sendo 270 da família Chironomidae, o que revela alta dominância dessa família em relação à sua ordem.

De todas as famílias catalogadas, apenas três (Chironomidae, Perlidae e Aeglididae) foram verificadas, em todas as estações do ano, em ambos os trechos.

Cinco grupos funcionais foram encontrados em nosso estudo: predador (14 *taxa* e 516 indivíduos), coletor (8 *taxa* e 187 indivíduos); raspador (7 *taxa* e 221 indivíduos); fragmentador (4 *taxa* e 116 indivíduos); filtrador (2 *taxa* e 23 indivíduos) e filtrador-coletor (1 táxon e 270 indivíduos). A presença desses grupos funcionais parece representar a existência de diversidade de nichos tróficos, onde diferentes organismos exploram diferentes recursos e habitats, disponíveis em seu ambiente, reduzindo os efeitos da competição.

Tabela 1 – Abundância total e grupo funcional dos macroinvertebrados bentônicos por período e trecho de coleta. Cruz Alta, 2008. P = Primavera; V = Verão; O = Outono; I = Inverno.

TAXA	Grupo funcional	Cambará				Afluente				
		P	V	O	I	P	V	O	I	
MOLLUSCA										
Pulmonata										
Hidrobiidae	Unionoida	Raspador	1	-	12	44	-	-	-	-
		Hyriidae	Predador	-	-	-	1	-	-	-
ANNELIDA										
OLIGOCHAETA		Filtrador	1	2	-	7	-	-	1	-
ARTHROPODA										
CRUSTACEA										
Decapoda										
Aeglidae		Fragmentador	1	6	34	29	7	8	14	3
Parastacidae		Fragmentador	4	-	-	-	-	-	-	-
INSECTA										
Plecoptera										
Perlidae		Predador	4	6	51	54	3	1	12	5
Gripopterygidae		Predador	-	-	-	-	-	-	-	8
Megaloptera										
Corydalidae		Predador	2	1	4	4	-	-	2	1
Odonata										
Gomphidae		Predador	3	1	21	1	-	-	3	-
Perilestidae		Predador	-	-	7	-	-	-	-	-
Calopterygidae		Predador	-	-	-	-	-	-	1	-
Hemiptera										
Hebridae		Predador	5	1	-	-	-	-	-	-
Velidae		Predador	-	4	2	-	12	-	-	2
Coleoptera										
Dryopidae		Raspador	-	1	51	24	1	-	-	5
Psephenidae		Raspador	-	-	25	7	-	-	2	4
Gyrinidae		Predador	-	-	-	-	1	-	-	-
Ephemeroptera										
Baetidae		Raspador	2	-	11	17	-	1	-	-
Leptophlebiidae		Coletor	1	3	5	7	-	-	1	-
Tricorythidae		Coletor	-	10	22	22	-	-	-	-
Caenidae		Coletor	-	1	-	-	-	-	-	-
Diptera										
Chaobiridae		Predador	1	1	1	-	3	-	1	-
Simuliidae		Coletor	3	2	-	7	-	-	-	-
Chironomidae		Filtrador/Coletor	40	21	25	12	80	2	21	69
Tipulidae		Coletor	1	-	5	1	-	-	-	-
Empididae		Predador	-	-	-	-	-	-	1	-
Trichoptera										
Philopotamidae		Filtrador	8	1	-	-	1	2	-	-
Odontoceridae		Fragmentador	8	-	-	-	1	-	-	-
Hydrobiosidae		Predador	-	9	36	13	1	22	6	14
Hydropsychidae		Coletor	-	76	-	18	-	-	-	-
Glossosomatidae		Raspador	-	4	-	1	-	-	1	1
Rhyacophilidae		Predador	-	4	173	2	-	-	5	-
Hydroptilidae		Raspador	-	3	-	-	-	-	-	-
Helicopsychidae		Raspador	-	1	-	-	-	-	2	-
Psychomyiidae		Coletor	-	-	-	-	-	1	-	-
Sericostomatidae		Fragmentador	-	-	-	-	-	-	1	-
Lepidoptera										
Pyralidae		Coletor	-	-	-	-	-	1	-	-

O grupo funcional, com maior número de *taxa*, foi o de predadores, seguido de coletores e raspadores, demonstrando que as redes tróficas, envolvendo organismos bentônicos, também podem ser bem complexas, bem como a ocorrência de alta riqueza de presas, necessárias para manter o alto número de *taxa* de organismos predadores. A menor ocorrência de fragmentadores está relacionada com o fato de os trechos deste estudo situarem-se em locais com escassa mata ripária e, conseqüentemente, baixa oferta de recursos vegetais alóctones. De acordo com Whiles e Wallace (1997), macroinvertebrados fragmentadores alimentam-se diretamente da matéria orgânica grossa e são fundamentais para a conversão da mesma em matéria orgânica fina, a qual serve de alimento para macroinvertebrados coletores e filtradores.

Considerando-se Chironomidae como pertencente a dois nichos tróficos, pode-se inferir que todos os nichos foram representados pelo menos por um táxon em cada estação do ano e em cada ambiente. A maior abundância de Chironomidae foi na primavera (120), seguida do inverno (81), outono (46) e verão (23), respectivamente. Da mesma forma, as duas *taxa* de filtradores também foram mais abundantes na primavera (10) e inverno (7), em comparação com verão (5) e outono (1); porém, coletores foram mais representativos no verão (94), tendo inclusive mais indivíduos nessa estação do que na soma das demais: inverno (55), outono (33) e primavera (5). Porém, considerando-se a relação desses dois nichos tróficos com fragmentadores, denota-se que, pelo fato de fragmentares terem sido mais abundantes no outono (49) e inverno, (32) em relação com primavera (21) e verão (14), a influência inicial desse nicho foi para com filtradores que já aumentaram em quantidade nas estações seguintes e, somente depois, para com coletores, cujo retardo de tempo de resposta foi maior.

Além disso, também averiguou-se que raspadores foram mais abundantes nas estações mais frias do ano, outono (104) e inverno (103), em comparação com verão (9) e primavera (3). Já predadores predominaram no outono (257), quando apresentaram maior abundância de indivíduos que nas demais estações: verão (42), inverno (33) e primavera (26).

De acordo com a teoria do “rio contínuo”, de Vannote et al. (1980), as variáveis físicas de um rio natural apresentam gradiente contínuo de montante para jusante, com as comunidades biológicas se ajustando, através da substituição de espécies, no sentido de usar com maior eficiência a energia. Ainda segundo os mesmos autores, é esperado que trechos de pequena ordem, como é o caso dos presentes neste estudo, apresentem muitos grupos funcionais. Além disso, relata-se também que foi aplicado o protocolo simplificado de avaliação de locais de coleta de Callisto et al. (2002), o qual avaliou como natural o rio Cambará, e alterado, seu afluente.

Galdean et al. (2000) esclarecem que o estudo da diversidade de habitats oferece oportunidade para a devida avaliação dos níveis de impactos antrópicos e trechos de bacias hidrográficas, constituindo-se em importante ferramenta em programas de monitoramento ambiental. Para melhor estimativa dos parâmetros relacionados à biodiversidade, na Tabela 2 são apresentados valores de diversidade de Shannon-Wiener (H'), equitabilidade de Pielou (J'), número de *taxa* EPT (Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera), riqueza total (S), número de indivíduos (n) e dominância (k) para cada período e trecho de coleta.

Não ocorreram diferenças significativas para as métricas avaliadas, independente de se compararem períodos ou trechos de coleta. No outono, ocorreu a maior abundância de organismos, para ambos os trechos. Já para a

riqueza total observada, no verão, se fizeram notar a maior e a menor ocorrências por trecho de coleta para o rio Cambará (21) e para o afluente (8), respectivamente. Chironomidae foi o táxon dominante na primavera, para ambos os locais de coleta, e também durante o inverno e outono no afluente, o qual, diferentemente, teve como táxon dominante, no verão, Hydrobiosidae. Já o rio Cambará teve como táxon dominante, no verão, outono e inverno, respectivamente: Hydropsychidae, Rhyacophilidae e Hidrobiidae.

As ordens Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera recebem maior destaque em estudos de biomonitoramento, devido a sua sensibilidade à poluição (CRISCI-BISPO et al., 2007). Neste estudo foram coletados 662 exemplares dessas ordens (49,66% do total de indivíduos). A ordem Trichoptera foi a mais abundante, tanto para número de indivíduos (415) quanto para taxa (10). A ordem Plecoptera registrou duas taxa e 144 exemplares, enquanto que da ordem Ephemeroptera foram coletados 103 exemplares distribuídos em 4 taxa. 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., 2001). Tais ordens vêm sendo utilizadas em estudos de monitoramento biológico como indicadores de boa qualidade de água, pois sua frequência nesses locais tem sido maior do que em ambientes impactados (BISPO et al., 2006; HEPP e RESTELLO, 2007; CRISCI-BISPO et al., 2007).

Neste estudo, observou-se uma predominância de EPT no rio Cambará, em comparação a seu afluente, durante verão e inverno, o que pode demonstrar que esses são períodos mais críticos para esses organismos em ambientes de menor dimensão e mais sensíveis a impactos antrópicos, visto que, justamente

nessas épocas do ano, ocorrem grandes pressões agrícolas, através de culturas de verão e inverno.

Tabela 2 – Diversidade de Shannon-Wiener (H'), Equitabilidade de Pielou (J'), Número de taxa EPT; Riqueza observada (S), Número de Indivíduos (n) e Dominância (k) por período e trecho de coleta. Cruz Alta/RS, 2008.

Estimadores	Cambará		Afluente
	Primavera		
H'	0,86		0,46
J'	0,71		0,46
EPT	5		4
S	16		10
n	85		110
k (%)	47,06		72,73
	Verão		
H'	0,87		0,58
J'	0,66		0,64
EPT	11		6
S	21		8
n	158		38
k (%)	48,10		57,90
	Outono		
H'	0,96		0,95
J'	0,78		0,79
EPT	6		7
S	17		16
n	485		74
k (%)	35,67		28,38
	Inverno		
H'	1,07		0,61
J'	0,84		0,61
EPT	8		4
S	19		10
n	271		112
k (%)	19,93		61,61

Ephemeroptera apresenta maior frequência em riachos de águas limpas e constitui um grupo dominante entre as comunidades de invertebrados bentônicos (GOULART e CALLISTO, 2005). Esse grupo também possui grande diversidade em substratos pedregosos, pois é composto por organismos raspadores, filtradores (EDMUNDS e WALTZ, 1996) e coletores.

A ordem Trichoptera vive em águas limpas e bem oxigenadas, com baixa quantidade de nutrientes, podendo ser indicadora de ambientes oligotróficos (CALLISTO et al., 2001), embora estudos recentes tenham demonstrado a presença de algumas famílias de Trichoptera em áreas de atividades agrícolas, como é o caso do trabalho de Arias et al. (2007), em que representantes de Lepidoptera ocorreram em alta densidade nos extensos bancos de algas que se desenvolveram em locais com influência da entrada de fertilizantes, ou em trabalho de König et al. (2008), onde Hydropsychidae ocorreu em alta abundância, mesmo em ambientes sob estresse de resíduos agrícolas.

Conforme Harper e Stewart (1996) e Romero (2001), a ordem Plecoptera é altamente associada a águas límpidas, sendo encontrada mais facilmente em ambientes lóticos, com águas turbulentas, rápidas e frias, consequentemente, altamente oxigenadas. Acerca dessa afirmação, pode-se relacionar o significativo aumento dos indivíduos coletados, neste trabalho, no outono (63) e inverno (59) em relação à primavera (7) e ao verão (7). Além disso, pode ser considerada a mais sensível à influência humana, pois apresenta maior vulnerabilidade a impactos em relação às demais ordens de insetos aquáticos (KYRIAKEAS e WATZIN, 2006). A sua ocorrência e distribuição são influenciadas pela temperatura da água (HARPER e STEWART, 1996), disponibilidade de oxigênio dissolvido (BISPO e CRISCI-BISPO, 2006), velocidade de correnteza (SILVEIRA et al., 2006), tipo de substrato e vegetação ribeirinha (BISPO et al., 2002).

No rio Cambará, a diversidade H' foi maior no inverno (1,07), quando comparado ao outono (0,96), à primavera (0,86) e ao verão (0,87). Para o afluente, a diversidade foi superior para o outono (0,95), em comparação com as demais estações (primavera, 0,46; verão, 0,58 e; inverno, 0,61). Verifica-se que a

diversidade apresentou seus maiores índices justamente nas estações de temperaturas mais brandas: inverno e outono.

Vários fatores podem estar interagindo em favor de uma maior diversidade no outono e no inverno: menor pressão de predação da ictiofauna, a qual é mais ativa justamente na primavera e no verão; melhores níveis de oxigenação da água, mantidos por temperaturas mais baixas (COPATTI et al., 2009); e redução da pressão da agricultura, onde se verifica apenas a presença de culturas agrícolas de cobertura de solo, que não necessitam de uma enorme carga de subsídios energéticos (fertilizantes, agrotóxicos, maquinaria, etc) em comparação com as culturas anuais presentes na primavera e no verão.

Em três estações do ano (primavera, verão e inverno), nota-se uma maior diferença no valor da diversidade em favor do rio Cambará. Isso deve ter sido influenciado por dois fatores: menor extensão da mata ripária que protege o afluente e menor largura e profundidade deste, o que sugere uma menor oferta de recursos alimentares, direcionando para uma reduzida capacidade em sustentar uma maior diversidade de organismos bentônicos. De acordo com Callisto et al. (2001) e Hepp e Santos (2009), os atributos da vegetação ripária, que dependem do uso da terra na bacia hidrográfica, exercem influência sobre os padrões de distribuição da comunidade bentônica. Trevisan et al. (2009) enfocam que certos tipos de atividades, como as agrícolas, além dos resíduos químicos lançados na água, podem gerar a eliminação da mata ripária. Esta ação favoreceria o assoreamento das margens e o aporte de sedimento para o leito dos rios. Como consequência, pode ocorrer uma diminuição da disponibilidade de micro-habitat do ambiente, o que resultaria no comprometimento da abundância e distribuição dos organismos.

Além disso, Hepp e Santos (2009) afirmam que uma grande gama de poluição ad-

vém das áreas urbanas, afetando severamente a comunidade bentônica. Entretanto, em nosso trabalho, para os trechos analisados, o tipo de uso da terra que interfere em tal comunidade é a agrícola, visto que a poluição urbana (despejo de esgotos sem tratamento), aparentemente, sofre um processo de autodepuração desde a sua epigênese (nascentes) até os trechos de estudo, visto que a mesma percorre cerca de 7 km (medido em linha reta, sem considerar o acréscimo de percurso fornecido por seus meandros) desde o seu ponto final de captação de resíduos urbanos, o que parece ser o suficiente para a ocorrência de processos de decomposição bióticos (fungos e bactérias, p.e.) e abióticos (correntes, ventos, degradação fótica, p.e.). De acordo com Collier e Winterbourn (2000), tal capacidade de adaptação é uma das características-chave de manutenção da saúde dos ecossistemas.

Valores, em nosso trabalho, para diversidade H' , acima de 0,86, foram considerados indicadores de baixa poluição na água, uma vez que outros dados apresentados, nesse trabalho, como índice EPT, riqueza total, equitabilidade J' (Tabela 2); índice BMWP (Tabela 3) e; parâmetros físico-químicos da água (Tabela 4) também apontam para uma qualidade satisfatória da água, para os mesmos trechos, nos mesmos períodos de coleta.

Na Tabela 3, visualiza-se a pontuação obtida pelo índice BMWP' por estação e trecho de coleta.

Tabela 3 – Pontuação dos trechos de coleta pelo índice BMWP' (Biological Monitoring Working Party) em Cruz Alta/RS, 2008. P = Primavera; V = Verão; O = Outono; I = Inverno. O = Ótima; B = Boa; A = Aceitável; D = Duvidosa; C = Crítica; MC = Muito Crítica.

Trecho	Cambará				Afluente			
	P	V	O	I	P	V	O	I
Pontuação	86	119	96	108	55	51	103	58
Qualidade	A	B	A	B	D	D	B	D

Através da análise da qualidade da água, pelo índice biológico BMWP', o rio Cambará foi qualificado ora como de boa qualidade (inverno e verão), ora como de qualidade aceitável (primavera e outono), e o seu afluente foi diagnosticado como de qualidade boa, apenas durante o inverno, e duvidosa nas demais estações do ano. A diferença é decorrente de ter-se encontrado mais *taxa* no rio Cambará do que em seu afluente. Entre as *taxa* encontradas no rio Cambará, merecem destaque Parastacidae, Perlidae, Odontoceridae e Helicopsychidae, que receberam a maior pontuação. No afluente, as *taxa* encontradas que recebem a pontuação máxima, foram: Perlidae, Odontoceridae, Helicopsychidae e Sericostomatidae.

Para König et al. (2008), em seu estudo sobre a qualidade das águas dos rios da Bacia do rio Campo, na região norte do Rio Grande do Sul, a classificação variou de crítico a muito crítico. Tal Bacia sofre forte atividade agrícola mecanizada, resultando em elevada retirada da cobertura vegetal, principalmente na região ribeirinha, sendo, esses processos, similares ao que ocorre no rio Cambará e seu afluente.

A abundância da macrofauna bentônica, além da distribuição e da ocorrência, depende muito das características ambientais, sendo o grau de especialização dessa fauna, na ocupação de diferentes microhabitats, bastante conhecido, tornando alguns ambientes especialmente ricos em espécies (MERRIET e CUMMIS, 1984). Em nosso estudo, o índice BMWP' aponta o rio Cambará como pouco impactado; porém, seu afluente merece mais atenção. Tal dado pode servir de alerta ao fato de que cursos fluviais menores, com menor riqueza bentônica, podem ser mais facilmente afetados por impactos alóctones (especialmente antrópicos) e, assim, carecem de estudos e programas de preservação ambiental, que indiquem claramente seu real estado de saúde ambiental. A menor dimensão do afluente e da extensão de sua mata

ripária, bem como a sua menor carga hídrica demonstraram que este é mais severamente afetado, do que o rio Cambará por impactos ambientais provenientes das atividades agrícolas, os quais limitaram o número de organismos e *taxa* presentes.

Outro aspecto utilizado, para avaliar a qualidade hídrica dos ambientes foi através das variáveis físico-químicas que podem ser visualizadas na Tabela IV. O monitoramento de variáveis físico-químicas traz algumas vantagens na avaliação de impactos ambientais em ecossistemas aquáticos, como: identificação imediata de modificações nas propriedades físicas e químicas da água; detecção precisa de variável modificada, e determinação dessas concentrações alteradas. Entretanto, esse sistema apresenta algumas desvantagens, no que condiz à descontinuidade (temporal e espacial) das amostragens (WHITFIELD, 2001).

Tabela 4 - Médias (\pm erro padrão) dos parâmetros físico-químicos analisados por trecho de coleta. Cruz Alta/RS, 2008.

Parâmetros	Cambará	Afluente
Amônia (mg/L NH ₃)	0,25 \pm 0,14	0,25 \pm 0,14
pH	8,0 \pm 0,50	6,5 \pm 0,29
Alcalinidade (mg/L CaCO ₃)	35 \pm 0,00	30 \pm 0,00
Dureza (mg/L CaCO ₃)	45 \pm 0,00	30 \pm 0,00
Oxigênio Dissolvido (mg/L O ₂)	9,96 \pm 0,59	9,84 \pm 0,78
Velocidade da correnteza (m/s)	0,54 \pm 0,09	0,21 \pm 0,03

Os valores encontrados nesse estudo, para os parâmetros físico-químicos, demonstram estar dentro de níveis adequados para

ambientes hídricos pouco impactados. As concentrações médias de oxigênio dissolvido, encontrado em ambos os trechos de coleta, estão acima da concentração mínima exigida pela Resolução nº 357/2005 do CONAMA, para águas de classe 1 (Brasil, 2005). Essa resolução também estabelece os valores entre 6,0 a 9,0 para o pH de águas de classe 2; portanto, os valores para o pH, encontrado em nosso estudo para o rio Cambará (8,0) e para o seu afluente (6,5), estão dentro dos valores exigidos pela Resolução nº 357/2005 do CONAMA.

É imperioso que se forneçam respostas sobre a ecologia da comunidade de macroinvertebrados bentônicos relacionadas às questões de qualidade de água, através do biomonitoramento e manejo dos ecossistemas estudados. O rio Cambará, de forma geral, apresentou uma qualidade satisfatória, evidenciando uma capacidade de degradação de poluentes advindos de atividades antrópicas (despejo de lixo doméstico, esgoto e atividades agrícolas), sendo mais preocupantes os resíduos de atividades agrícolas; porém, é bem possível que, se o ritmo de poluição perdurar, ou pior, se intensificar, tal capacidade seja prejudicada, afetando a diversidade não só de macroinvertebrados bentônicos, mas de toda a biota, uma vez que os organismos se inter-relacionam através de teias tróficas, e qualquer nível trófico perturbado desencadearia respostas estressoras para o restante da estrutura trófica.

AUTORES

Carlos Eduardo Copatti - Professor. Dr. Em Zootecnia, UFSM. Centro de Ciências da Saúde - Universidade de Cruz Alta. E-mail: carloseduardocopatti@yahoo.com.br

Frederico Grohe Schirmer - Formado em Ciências Biológicas - Licenciatura pela UNICRUZ. Graduando em Estatística - UFSM.

Jobber Vanderlei de Vargas Machado - Formado em Ciências Biológicas - Licenciatura pela UNICRUZ. Mestrando em Biodiversidade Animal - UFSM.

REFERÊNCIAS

- ARIAS, A.R.L. et al. Utilização de bioindicadores na avaliação de impacto e no monitoramento da contaminação de rios e córregos por agrotóxicos. **Ciência saúde coletiva**. v.12, p.61-72, 2007.
- BARSIENE, J. et al. Biomarker responses in flounder (*Platichthys flesus*) and mussel (*Mytilus edulis*) in the Klaipeda-Būtinge area (Baltic Sea). **Marine Pollution Bulletin**. v.53, p.422-436, 2006.
- BERNHARDT, E.S. et al. Synthesizing U.S. River restoration efforts. **Science**. v.308, p.636-637, 2005.
- BISPO, P.C. et al. Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera Assemblages from Riffles in Mountain Streams of Central Brazil: Environmental Factors Influencing the Distribution and Abundance of Immatures. **Brazilian Journal of Biology**. v.66, p.611-622, 2006.
- BISPO, P.C.; CRISCI-BISPO, V.L. Plecoptera. In: COSTA, S.; IDE, S.; SIMONKA, C.E. (orgs). **Insetos Imaturos. Metamorfose e Identificação**. Ribeirão Preto: Ed. Holos, 2006, p.67-70,
- BRASIL. Resolução nº 357 de 17 de março de 2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Diário Oficial da União**. Seção 1, nº 53, 18 de março de 2005, p.58-63.
- BUSS, D.F.; OLIVEIRA, R.B.; BAPTISTA, D.F. Monitoramento biológico de ecossistemas aquáticos continentais. **Oecologia Brasiliensis**. v.12, p.339-345, 2008.
- BAPTISTA, D.F. Uso de macroinvertebrados em procedimentos de Biomonitoramento em ecossistemas aquáticos. **Oecologia Brasiliensis**. v.12, p.425-441, 2008.
- CALLISTO, M.; ESTEVES, F.A. Distribuição da comunidade de macroinvertebrados bentônicos em um lago amazônico impactado por rejeito de bauxita. Lago Batata (Para, Brasil). **Oecologia Brasiliensis**. v.1, p.335-348, 1995.
- 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, 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 Limnológica Brasiliensis**. v.14, p.91-98, 2002.
- CASTRO, P.; HUBER, M.E. **Marine Biology**. Wm. C. Brown Publishers, EUA, 2ª ed., 1997. 450p.
- COLLIER, K.J.; WINTRBOURN, M.J. New Zealand stream invertebrates: ecology and implications for management. In: THOMPSON, R.M.; COLIN, R. (Eds.). **New Zealand's Stream Invertebrates Communities: An International Perspectives**. New Zealand Limnological Society, Christchurch, 4a ed., 2000. p.53-57.
- COPATTI, C.E.; ZANINI, L.G.; MACHADO, A. Ictiofauna da microbacia do Rio Jaguari, Juaguari/RS, Brasil. **Biota Neotropica**. v.9, p.179-186, 2009.
- COSTA, C.; IDE, S.; SIMONKA, C.E. **Insetos Imaturos - Metamorfose e Identificação**. Ribeirão Preto: Holos, 2006. 249p.
- 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, p.312-318, 2007.
- 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, 1996, p.126-163.

- GOULART, M.D.; CALLISTO, M. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. **Revista FAPAM**. v.2, p.78-85, 2003.
- HARPER, P.P.; STEWART, K.W. Plecoptera. In: MERRITT R.W; CUMMINS K.W. (Orgs.). **An introduction to the aquatic insects of North America**. Dubuque: Kendal/Hunt, USA, 1996, p.217-267.
- HEPP, L.U.; RESTELLO, R.M. Macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores da qualidade das águas do Alto Uruguai Gaúcho. In. ZAKRZEWSKI, 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. **Environ. Monit. Assess.** v.157, p.305-318, 2009.
- IAP – Instituto Ambiental do Paraná. Avaliação da qualidade da água através dos macroinvertebrados bentônicos – índice BMWP. **Circular Técnica**, 2007, 26p.
- KONIG, R. et al. Qualidade das águas de riacho da região norte do Rio Grande do Sul (Brasil) através de variáveis físicas, químicas e biológicas. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**. v.3, p.84-93, 2008.
- KYRIAKEAS, S.A.; WATZIN, M.C. Effects of adjacent agricultural activities and watershed characteristics on stream macroinvertebrates communities. **Journal of American Water Resources Association**, v.42, p.425-441, 2006.
- McALEECE, N. **Biodiversity Professional**. Software, 1997.
- MELO, A.S.; HEPP, L.U. Ferramentas estatísticas para análises de dados provenientes de biomonitoramento. **Oecologia Brasiliensis**, v.12, p.463-486, 2008.
- MERRITT, R.W.; CUMMINS, R.W. **An Introduction to the Aquatic Insects of North America**. Dubuque: Kendall/hunt, 722p, 1996.
- MONSERRAT, J.M. et al. Pollution biomarkers in estuarine animals: critical review and new perspectives. **Comparative Biochemistry and Physiology part C: Toxicology and Pharmacology**. v.146, p.221-34, 2007.
- ROMERO, V.F. Plecoptera. In.: FERNANDEZ, H.R.; DOMINGUES, E. (Eds.). **Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos Sudamericanos**. Tucumán: UNT, 2001, p.93-118.
- ROSENBERG, D.M.; RESH, V.H. Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates. Chapman & Hall, London, 1993. 485p.
- SILVEIRA, M.P. et al. Spatial and temporal distribution of benthic macroinvertebrates in southeastern Brazilian river. **Brazilian Journal of Biology**. v.66, p.623-632, 2006.
- STATSOFT. **Statistica**. Software, 1997.
- TREVISAN, A.; HEPP, L.U.; SANTOS, S. Abundância e distribuição de Aeglidae (Crustacea: Anomura) em função do uso da terra na bacia hidrográfica do Rio Jacutinga, Rio Grande do Sul, Brasil. **Rev. Bras. Zooloia**. v.26, p.419-426, 2009.
- VANNOTE, R.L. et al. The river continuum concept. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**. v.37, p.130-137, 1980.
- WHILES, M.R.; WALLACE, J.B. Leaf litter breakdown and macroinvertebrate communities in headwater streams draining pine and hardwood catchments. **Hydrobiologia**. v.353, p.107-109, 1997.
- WHITFIELD, J. Vital signs. **Nature**. v.411, p.989-990, 2001.

