

# BIOMONITORAMENTO DAS ÁGUAS PELO USO DE MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS: OITO ANOS DE ESTUDOS EM RIACHOS DA REGIÃO DO ALTO URUGUAI (RS)

Waters biomonitoring using Benthic Macroinvertebrates: eight years of studies in streams of the Alto Uruguai Region (RS)

BIASI, C.; KÖNIG, R.  
MENDES, V.; TONIN, A. M.  
SENSOLO, D.; SOBCZAK, J. R. S.  
CARDOSO, R.; MILESI, S. V.  
RESTELLO, R. M.; HEPP, L. U.

Recebimento: 10/03/2010 – Aceite: 13/04/2010

**RESUMO:** A integridade dos recursos hídricos é muito importante para a estruturação da biota aquática. Dessa forma, distúrbios antropogênicos nesses ambientes podem ocasionar alterações na composição e estrutura da fauna, provocando perda da biodiversidade aquática. O presente trabalho apresenta dados referentes à riqueza e diversidade de macroinvertebrados bentônicos, existentes em riachos da Região Alto Uruguai, após oito anos de estudos, buscando avaliar as condições ambientais dos corpos hídricos regionais. Os organismos foram coletados, entre os anos de 2002 e 2009, em riachos de oito municípios. Foram coletados 211.344 organismos bentônicos e identificados 62 *taxa*. Chironomidae, Baetidae e Hydropsychidae estiveram presentes em todos os municípios. A riqueza rarefeita foi maior em Erechim, Ponte Preta e Faxinalzinho. A composição da fauna mostrou-se distinta entre todos os municípios estudados. O estudo revela que as condições ambientais dos municípios, principalmente no que diz respeito à presença de vegetação natural, possuem grande influência na determinação da estrutura e composição da comunidade de macroinvertebrados bentônicos. Além disso, fatores espaciais (distribuição geográfica) podem estar exercendo influência sobre a diversidade regional.

**Palavras-chave:** Biodiversidade. Qualidade da água. Integridade ambiental.

**ABSTRACT:** The integrity of the water resources is very important for the aquatic fauna structure. In such a way, anthropogenic disturbances in these environments can cause alterations in the fauna composition and structure, provoking loss of aquatic biodiversity. The present study shows data about richness and diversity of benthic macroinvertebrates in streams of Alto Uruguai Region after eight years of studies, searching to evaluate the environmental conditions of the regional water bodies. The organisms were collected from 2002 to 2009 in streams located in eight cities. A total of 211,344 benthic organisms were collected and 62 *taxa* were identified. Chironomidae, Baetidae and Hydropsychidae were found in all cities. The rarefied richness was highest in the towns of Erechim, Ponte Preta and Faxinalzinho. The fauna composition revealed to be distinct among all the cities studied. The study showed that the cities' environmental conditions, mainly about the presence of natural vegetation, have a great influence in the determination of the structure and composition of the benthic macroinvertebrates community. Moreover, spatial factors (geographic distribution) can have influence on the regional diversity

**Key words:** Biodiversity. Water quality. Environmental integrity.

## Introdução

O crescimento das cidades, nas últimas décadas, tem sido responsável pelo aumento da pressão das atividades antrópicas sobre os recursos naturais. Em todo o Planeta, praticamente não existe um ecossistema que não tenha sofrido influência direta e/ou indireta do homem como, por exemplo, contaminação dos recursos hídricos, desmatamentos, contaminação de lençóis freáticos e introdução de espécies exóticas (GOULART e CALLISTO 2003). De acordo com Milesi et al. (2009), a integridade de ecossistemas aquáticos é muito importante para a estruturação da comunidade. Distúrbios nesses ambientes podem ocasionar alterações na composição e estrutura da fauna, provocando perda da integridade biológica (KLEINE e TRIVINHO-STRIXINO, 2005; SMITH e LAMP, 2008).

A comunidade aquática é bastante diversa e apresenta organismos adaptados a

diferentes condições ambientais. Dentre esses, os macroinvertebrados bentônicos têm adquirido caráter essencial nos trabalhos de avaliação de impactos sobre os ecossistemas aquáticos (SILVEIRA e QUEIROZ, 2006), fornecendo informações importantes para o biomonitoramento e a recuperação desses ambientes (ROSEMBERG e RESH, 1993; BISPO et al., 2004; BISPO e OLIVEIRA, 2007; ANDRADE et al., 2008). De acordo com CRISCI-BISPO et al. (2007), a qualidade do ambiente, bem como a presença de vegetação ripária e a disponibilidade de recursos são fatores importantes para a colonização da biota aquática. A entrada de material vegetal na coluna-d'água, aliada à presença de macrófitas e demais substratos, proporciona heterogeneidade ao local, fornecendo mesohabitats ideais para a ocorrência dos organismos bentônicos (BUCKUP et al., 2007).

A utilização dos macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores de qualidade das águas da Região Alto Uruguai – RS, tem

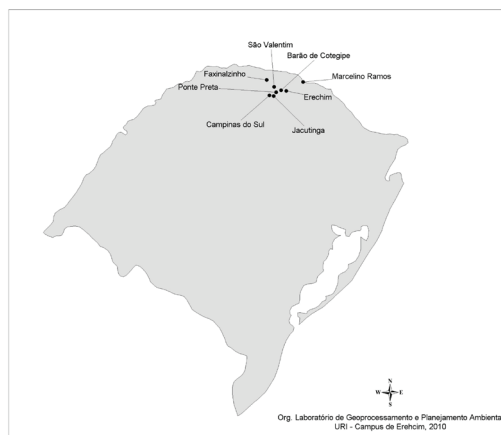
sido utilizada como uma ferramenta eficaz e de baixo custo para a avaliação da qualidade ambiental da Região (HEPP e RESTELLO, 2007). Os resultados obtidos por Hepp e Santos (2005, 2009), Biasi et al. (2008), König et al. (2008), Milesi et al. (2008, 2009) e Hepp et al. (2010) demonstraram que a fauna bentônica, existente nos corpos hídricos regionais, é diversa e apresenta grande capacidade de bioindicação de impactos existentes nas bacias hidrográficas da Região em estudo. Diante disso, o presente trabalho apresenta dados referentes à diversidade de macroinvertebrados bentônicos existente em riachos da Região Alto Uruguai do Rio Grande do Sul, após oito anos de estudos. O presente estudo objetiva: i) avaliar características na ocorrência e distribuição dos taxa de macroinvertebrados nos riachos de diferentes municípios da Região e ii) avaliar as condições de qualidade ambiental (usos da terra) desses Municípios, relacionando a riqueza de taxa de macroinvertebrados com as alterações antropogênicas existentes.

## Material e métodos

### Área de estudo

A Região Alto Uruguai do RS está situada ao norte do Estado, aproximadamente, entre os meridianos 49°30' e 54° Oeste, e

os paralelos 26°30' e 28°30' Sul, possuindo área equivalente a 26.062 km<sup>2</sup>. Essa Região possui uma altitude que varia de 400 a 800 m. O clima da Região é classificado como subtropical do tipo temperado, com regimes pluviométricos regulares e com estações bem definidas. As precipitações anuais variam de 1.750 a 2.000 mm, em qualquer ponto da Região, sendo que raramente ultrapassam esse valor (BUTZKE, 1997). Os organismos utilizados nesse trabalho são provenientes de coletas realizadas nos municípios de Erechim (22 riachos), Campinas do Sul (4), Barão de Cotegipe (4), Jacutinga (13), Faxinalzinho (5), São Valentim (7), Marcelino Ramos (6) e Ponte Preta (3). A Figura 1 apresenta a localização desses Municípios no Rio Grande do



**Figura 1** - Localização dos Municípios estudados na Região do Alto Uruguai (Rio Grande do Sul, Brasil).

**Tabela 1** - Características da paisagem dos Municípios estudados. Adaptado de Decian et al. (2009).

Município	Área municipal (km <sup>2</sup> )	Área de vegetação (km <sup>2</sup> )	km de drenagem	Área urbanizada (km <sup>2</sup> )	Área com agricultura (km <sup>2</sup> )	Densidade de drenagem (m/km <sup>2</sup> )
Barão de Cotegipe	260,17	65,79	403,97	4,68	52,32	1553
Campinas do Sul	262,9	15,85	557,41	1,70	64,10	2120
Erechim	429,8	100,57	645,45	35,99	69,53	1502
Faxinalzinho	143,75	27,34	238,02	8,79	24,15	1656
Jacutinga	178,98	16,32	344,22	9,31	41,67	1923
Marcelino Ramos	230,26	58,40	330,63	3,84	10,58	1436
Ponte Preta	100,47	15,02	172,34	7,54	31,10	1715
São Valentim	156,07	38,54	270,97	7,41	20,27	1736

Sul, e a Tabela 1 apresenta características da paisagem referentes à estrutura paisagística dos mesmos.

## Macroinvertebrados bentônicos

Os organismos foram coletados, entre os anos de 2002 e 2009, com um amostrador tipo Surber (malha de 250  $\mu\text{m}$  e área de 0,1  $\text{m}^2$ ). As amostras foram acondicionadas em campo com formol 5% e conduzidas ao Laboratório de Biomonitoramento, onde foram triadas em peneiras de diferentes malhas (2; 1; 0,5 e 0,25 mm) para remoção dos organismos. Após, os macroinvertebrados bentônicos foram identificados até menor nível taxonômico possível, com chaves especializadas de Merritt e Cummins (1996), Fernandez e Domingues (2001) e Costa et al. (2006).

## Análise dos dados

Neste trabalho, utilizamos matrizes de dados organizadas de maneira a desconsiderar os efeitos sazonais sobre a fauna bentônica. De acordo com Hepp e Santos (2009) na Região Alto Uruguai-RS, por apresentar chuvas bem distribuídas ao longo do ano, os efeitos pluviométricos não afetam significativamente as comunidades bentônicas.

A riqueza de taxa foi determinada a partir do cálculo de curvas de rarefação (GOTELLI e COLWELL, 2001) para eliminar o efeito do esforço e sucesso de coleta diferente entre os Municípios. Para esta análise, foi considerada a menor densidade de organismos coletada nos riachos de cada Município e realizadas 1000 aleatorizações para definição do valor de riqueza rarefeita para cada riacho. A riqueza rarefeita dos Municípios foi comparada por uma análise de variância e com teste Tukey *a posteriori*.

Uma análise de agrupamento foi realizada para avaliar a similaridade entre os riachos a partir de uma matriz de presença e ausência de organismos em todos os riachos. O método de agrupamento utilizado foi por agrupamento completo, e o coeficiente de Jaccard foi utilizado como medida de similaridade. A composição da fauna bentônica, entre os Municípios, foi analisada por meio de uma análise multivariada de variância (1000 iterações) a partir da matriz de similaridade anteriormente descrita (Jaccard). Para realização das análises, foram utilizados os softwares Bio Diversity Pro (McALECEE et al., 1997), ambiente estatístico R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2009) e o aplicativo MULTIV Versão Beta (PILLAR, 1997).

## Resultados

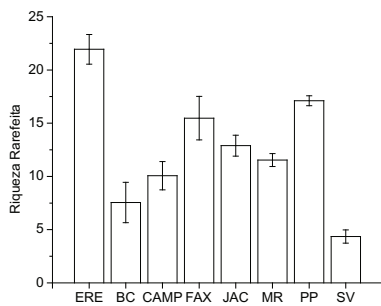
Durante os oito anos, foram coletados 211.344 organismos bentônicos e identificados 62 taxa nos oito Municípios (Tabela 2). De maneira geral, a fauna incluiu Mollusca, Anellida, Platyhelminthes, Arthropoda e a classe Insecta. Esta última foi a mais abundante, representada por 10 ordens e 53 famílias. Dentre todos os taxa identificados, somente as famílias Chironomidae (Diptera), Baetidae (Ephemeroptera) e Hydropsychidae (Trichoptera) estiveram presentes em todos os Municípios.

A riqueza taxonômica, observada nos Municípios, foi de 48 taxa em Erechim, 38 em Faxinalzinho, 31 em Jacutinga, 30 em Marcelino Ramos, 27 em Campinas do Sul, 23 em Ponte Preta, 20 em São Valentim e 19 em Barão de Cotegipe. A riqueza rarefeita foi significativamente diferente entre os Municípios ( $F_{7,56}=15,1$ ;  $p<0,0001$ ), sendo maior para os municípios de Erechim (21,9), Ponte Preta (17,1) e Faxinalzinho (15,5) (Figura 2). Pelo teste de Tukey, os Municípios que apresentaram diferenças entre todos foram Erechim e São Valentim (Tabela 3).

**Tabela 2** – Presença (\*) e ausência ( ) dos taxa macroinvertebrados bentônicos coletados nos oito Municípios estudados, no período de 2002-2009. Erechim (ERE), Barão de Cotegipe (BC), Campinas do Sul (CAMP), Faxinalzinho (FAX), Jacutinga (JAC), Marcelino Ramos (MR), Ponte Preta (PP), São Valentim (SV).

Taxa	ERE	BC	CAMP	FAX	JAC	MR	PP	SV
<b>Annelida</b>								
Oligochaeta	*		*	*	*	*		*
Hirudinida	*	*		*	*			
<b>Mollusca</b>								
Bivalvia	*		*	*	*			*
Gastropoda	*	*		*	*	*		*
<b>Arachnida</b>								
Acari	*		*	*		*		
Aranae	*		*	*				
<b>Crustacea</b>								
Aeglidae	*	*			*	*		*
Hyaella	*		*					
Platyhelminthes	*							*
<b>Insecta</b>								
<b>Coleoptera</b>								
Corculionidae	*							
Dryopidae			*					
Elmidae	*	*		*	*	*	*	*
Halplidae			*			*		
Hydrophilidae	*		*	*	*	*		*
Psephenidae	*				*	*	*	*
Collembola	*			*	*			
<b>Diptera</b>								
Blephariceridae			*					
Ceratopogonidae	*	*		*		*		
Chaoboridae	*		*					
Chironomidae	*	*	*	*	*	*	*	*
Culicidae	*					*		
Dixidae		*	*	*				*
Dolichopodidae	*						*	
Empididae	*	*	*		*	*	*	
Muscidae				*				
Psychodidae	*	*	*					*
Simuliidae	*		*	*	*	*	*	*
Stratyomidae				*				
Tabanidae	*				*			
Tipulidae	*				*	*	*	
<b>Ephemeroptera</b>								
Baetidae	*	*	*	*	*	*	*	*
Caenidae	*	*		*	*	*	*	*
Leptohyphidae	*		*	*	*			
Leptophlebiidae	*			*	*	*	*	*
<b>Hemiptera</b>								
Aphididae						*		
Corixidae	*		*					
Gerridae	*	*						
Hydrometridae						*		
Lygaeidae			*			*		
Macroveliidae		*		*		*		
Naucoridae	*		*				*	
Veliidae	*			*				
Lepidoptera	*	*		*		*		
<b>Megaloptera</b>								
Corydalidae	*			*	*		*	*

Taxa	ERE	BC	CAMP	FAX	JAC	MR	PP	SV
Odonata								
Aeshnidae							*	
Calopterygidae	*		*	*	*			
Coenagrionidae	*	*		*	*	*	*	*
Cordulidae	*			*	*		*	
Gomphidae	*		*		*	*		
Lestidae	*	*			*			
Libellulidae	*				*		*	
Plecoptera								
Gryopterygidae	*			*		*	*	
Perlidae	*	*		*	*	*	*	*
Trichoptera								
Calamoceratidae			*	*				
Glossosomatidae			*	*		*		
Hydrobiosidae	*			*	*		*	
Hydropsychidae	*	*	*	*	*	*	*	*
Hydroptilidae	*	*		*	*		*	
Leptoceridae				*	*			
Odontoceridae	*		*	*				
Philopotamidae	*			*	*	*	*	*
Polycentropodidae	*		*	*		*	*	



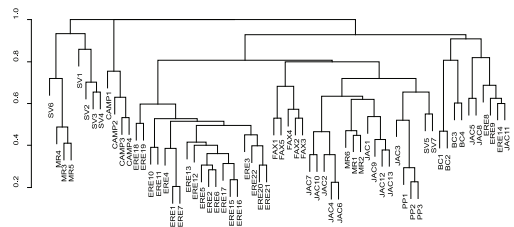
**Figura 2** - Riqueza rarefeita (média±erro-padrão) de macroinvertebrados bentônicos nos oito Municípios do Alto Uruguai no período de 2002 a 2009. Erechim (ERE), Barão de Cotegipe (BC), Campinas do Sul (CAMP), Faxinalzinho (FAX), Jacutinga (JAC), Marcelino Ramos (MR), Ponte Preta (PP), São Valentim (SV).

**Tabela 3** - Soma de Quadrados obtida pelo Teste Tukey da riqueza rarefeita entre os municípios estudados, no período de 2002 a 2009. Erechim (ERE), Barão de Cotegipe (BC), Campinas do Sul (CAMP), Faxinalzinho (FAX), Jacutinga (JAC), Marcelino Ramos (MR), Ponte Preta (PP), São Valentim (SV). \* p<0,01

	BC	CAMP	FAX	JAC	MR	PP	SV
ERE	7,992*	6,596*	3,941	7,810*	6,821*	2,368	12,236*
BC		2,512	7,919	5,338	3,983	9,558	3,196
CAMP			5,406	2,826	1,470	7,045	5,708
FAX				2,580	3,935	1,639	11,115*
JAC					1,355	4,219	8,535*
MR						5,575	7,179
PP							12,754*

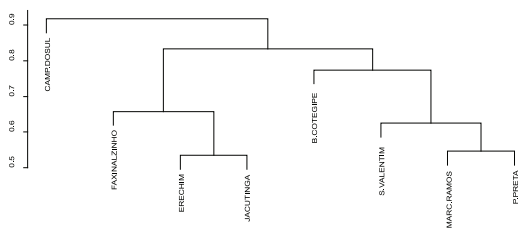
**Tabela 4** – Valores da Soma de Quadrados na comparação da composição de macroinvertebrados bentônicos dos Municípios estudados pela análise de variância multivariada (MANOVA). Erechim (ERE), Barão de Cotegipe (BC), Campinas do Sul (CAMP), Faxinalzinho (FAX), Jacutinga (JAC), Marcelino Ramos (MR), Ponte Preta (PP), São Valentim (SV). \* p<0,05; \*\* p<0,01

	BC	CAMP	FAX	JAC	MR	PP	SV
ERE	2,107**	2,797**	1,544**	2,551**	2,076**	1,992**	2,759**
BC		1,820*	1,473**	2,056**	1,459**	1,719*	1,438**
CAMP			1,529**	2,725**	1,953**	2,150*	1,953**
FAX				1,689**	1,315**	1,684*	1,552**
JAC					1,545**	1,728**	1,907**
MR						1,340*	0,981**
PP							1,637**



**Figura 3** - Dendrograma de similaridade entre os riachos estudados, realizado a partir da matriz de dados biológicos, utilizando-se o método de agrupamento completo e o coeficiente de similaridade de Jaccard. Erechim (ERE), Barão de Cotegipe (BC), Campinas do Sul (CAMP), Faxinalzinho (FAX), Jacutinga (JAC), Marcelino Ramos (MR), Ponte Preta (PP), São Valentim (SV). Números: representam os riachos onde foram coletados os organismos.

A composição da fauna de macroinvertebrados entre Municípios foi diferente significativamente ( $SQ=13,8$ ;  $p=0,001$ ) (Tabela 4). A análise de classificação realizada utilizando-se como unidades amostrais os riachos estudados, demonstrou um forte padrão de similaridade entre os riachos dentro dos Municípios, corroborando os resultados da MANOVA (Figura 3). A análise de classificação organizada por Municípios destaca, basicamente, a formação de dois grupos similares quanto à riqueza taxonômica observada, separando os Municípios com maior riqueza (Erechim, Jacutinga e Faxinalzinho) dos de menor riqueza (Figura 4). Campinas do Sul apresentou maior dissimilaridade entre todos os Municípios.



**Figura 4** - Dendrograma de similaridade entre os Municípios estudados, realizado a partir da matriz de dados biológicos, utilizando-se o método de agrupamento completo e o coeficiente de similaridade de Jaccard.

## Discussão

Vários estudos citam a riqueza de macroinvertebrados como um dos componentes relacionados aos processos ecológicos ocorrentes nos ambientes aquáticos. Estes, normalmente, contemplam rios expostos a diferentes pressões ambientais, em uma escala local. No entanto, estudos mais abrangentes também fornecem dados relevantes, visto que a riqueza de espécies é um componente importante da diversidade regional e fundamental para modelos ecológicos e estratégias de conservação (GOTELLI e COLWELL, 2001). Além disso, a riqueza de *taxa* também

pode ser útil para o biomonitoramento, fornecendo bases para a verificação da integridade ambiental (BACEY e SPURLOCK, 2007).

Na bacia do médio rio Doce, em Minas Gerais, Moretti e Callisto (2005) observaram uma riqueza de 49 *taxa*. Ayres-Perez et al. (2006), estudando dez municípios da região central do Rio Grande do Sul, encontraram 51 *taxa* de macroinvertebrados, enquanto Milesi et al. (2009), em estudo desenvolvido na região norte do Rio Grande do Sul, verificaram uma riqueza de 58 *taxa*. No presente estudo, a riqueza regional encontrada pode ser considerada alta, embora ressalte algumas peculiaridades dos diferentes locais.

Dentre os *taxa* amostrados, a presença de Chironomidae, Baetidae e Hydropsychidae, em todos os Municípios, confirma a capacidade desses grupos em explorar diferentes ambientes. Chironomidae é normalmente o grupo mais abundante e rico dentre os encontrados em riachos. Seus representantes ocorrem em todos os tipos de habitats e em uma ampla faixa de condições ambientais, possuindo grande habilidade fisiológica para tolerar ambientes diversos (ARMITAGE et al., 1995). Baetidae é tido como um bom colonizador e apresenta crescimento rápido (CALLISTO et al., 2001), o que torna possível sua presença em corpos hídricos com diferentes usos da terra. Hydropsychidae também pode ser considerado de grande tolerância ambiental (BUSS et al., 2002) e ocorre na grande maioria dos estudos realizados com biomonitoramento, como os trabalhos de Biasi et al. (2008) e Hepp e Santos (2009).

A Região Alto Uruguai apresenta cerca de 77% da área ocupada por práticas agropecuárias e urbanas e apenas 20,7% com vegetação arbórea. Observa-se uma grande disparidade de índices de vegetação entre os Municípios dessa Região (DECIAN et al., 2009). Apesar disso, não se observa uma relação direta entre a quantidade de vegetação e a riqueza

rarefeita calculada no presente estudo. Cabe salientar Campinas do Sul que apresentou o menor percentual de vegetação e uma baixa riqueza. Barão de Cotegipe e São Valentim que também apresentaram uma fauna menos rica, possuem grande área com vegetação e baixa porcentagem de urbanização em relação aos demais Municípios, indicando que fatores pontuais aos riachos estudados podem ter influenciado a comunidade.

A riqueza taxonômica, observada em Faxinalzinho, pode estar ligada a uma grande área natural com ausência de perturbação antropogênica (DECIAN e BUDKE, 2009). No caso de Erechim, a maior riqueza observada pode ser creditada à porcentagem de vegetação do Município. Embora seja o maior território entre os Municípios estudados, é o que apresenta um dos maiores percentuais de área com vegetação (Tabela 1). O fato de ter sido amostrada maior quantidade de riachos (22) também pode ter contribuído para valores maiores de riqueza; porém, a utilização de métodos de interpolação (curvas de rarefação) pode diminuir esse efeito, possibilitando a comparação com os demais Municípios.

Mesmo cada Município apresentando pontos com diferentes características ambientais, quanto ao uso do solo e pressões antrópicas, pode-se perceber que a composição da fauna foi definida, principalmente, por características espaciais, com todos os Municípios apresentando diferença na composição da fauna de macroinvertebrados. Assim, rios pertencentes ao mesmo Município, na sua maioria, foram mais semelhantes entre si do que quando comparados a rios de

outros Municípios. Isso pode estar indicando um padrão de homogeneidade da paisagem entre os Municípios da Região.

No entanto, fica evidente o efeito de perturbações urbanas nos riachos da Região Alto Uruguai. Alguns riachos nos municípios de Erechim e Jacutinga possuem a comunidade bentônica severamente afetada pelo aporte de resíduos domésticos (HEPP e SANTOS, 2009; HEPP et al., 2010). Cursos-d'água urbanos muitas vezes apresentam elevada concentração de contaminantes e alterações na estabilidade do canal, o que pode reduzir a riqueza biológica (MEYER et al., 2005). Da mesma forma, paisagens agrícolas promovem inúmeras modificações nos ecossistemas aquáticos como, por exemplo, aporte de matéria orgânica, nutrientes e sedimentos, alterando a hidrologia dos ambientes aquáticos e interferindo na qualidade das águas e na biota (NIYOGI et al., 2007).

Em conclusão, esse trabalho demonstra o esforço que vem sendo realizado no biomonitoramento dos ecossistemas aquáticos da Região Alto Uruguai pelo uso da comunidade bentônica. O estudo revela que fatores espaciais podem ter uma grande influência na determinação da estrutura e composição da comunidade de macroinvertebrados bentônicos. No entanto, fatores ambientais estão sendo decisivos para a diversidade bentônica e, conseqüentemente, para a integridade ambiental dos corpos hídricos da Região. Fica evidente a importância de locais com manutenção da vegetação ribeirinha e na área de drenagem, como é o caso de Faxinalzinho, onde se encontram grandes áreas com vegetação nativa.



## AUTORES

Cristiane Biasi, Vanessa Mendes, Alan Mosele Tonin, Rafael Cardoso, Silvia Vendruscolo Milesi, Luiz Ubiratan Hepp - Laboratório de Biomonitoramento. Departamento de Ciências Biológicas. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – Campus de Erechim. E-mail: crisbiasi@yahoo.com.br

Debora Sensolo, Jessé Renan Scapini Sobczak, Rozane Maria Restello - Laboratório de Biomonitoramento. Departamento de Ciências Biológicas. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – Campus de Erechim. Programa de Pós-Graduação em Ecologia. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – Campus de Erechim.

Rodrigo König - Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Animal. Universidade Federal de Santa Maria. Centro de Ciências Naturais e Exatas. Cidade Universitária, Santa Maria, RS, Brasil. CEP 97105-900.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, H. T. A.; SANTIAGO, A. S.; MEDEIROS, J. F. Estrutura da Comunidade de Invertebrados Bentônicos com Enfoque nos Insetos Aquáticos do Rio Piranhas-Assu, Rio Grande do Norte, Nordeste do Brasil. **EntomoBrasilis**, v. 1, n. 3, p. 51-56, 2008. Disponível em: <<http://www.periodico.ebras.bio.br/ojs>> Acesso em: 12 mar. 2010.

ARMITAGE, P. D.; CRASTON, P. S.; PINDER, L. C. V. **The Chironomidae: biology and ecology of non-biting midges**. London: Chapman & Hall, 1995.

AYRES-PEREZ, L.; SOKOLOWICZ, C. C.; SANTOS, S. Diversity and abundance of the benthic macrofauna in lotic environments from the central region of Rio Grande do Sul State, Brazil. **Biota Neotropica**. v. 6, p. 1-11, 2006.

BACEY, J.; SPURLOCK, F. Biological assessment of urban and agricultural streams in the California Central Valley. **Environmental Monitoring and Assessment**. v. 130, n. 1-3, p. 483-493, 2007.

BIASI, C.; MILESI, S. V.; RESTELLO, R. M.; HEPP, L. U. Ocorrência e distribuição de insetos aquáticos (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera) em riachos de Erechim/RS. **Perspectiva**. v. 32, p. 171-180, 2008.

BISPO, P. C.; OLIVEIRA, L. G.; CRISCI-BISPO, V. L. e SOUSA, K. G. Environmental factors influencing distribution and abundance of Trichopteran larvae in central Brazilian mountain streams. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**. v. 39, n. 3, p. 233-237, 2004.

BISPO, P. C.; OLIVEIRA, L. G. Diversity and structure of Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera (Insecta) assemblages from riffles in mountain streams of Central Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**. v. 24, n. 2, p. 283-293, 2007.

BUCKUP, L.; BUENO A. A. P.; BOND-BUCKUP, G.; CASAGRANDE, M.; MAJOLO, F. The benthic macroinvertebrate fauna of highland streams in southern Brazil: composition, diversity and structure. **Revista Brasileira de Zoologia**. v. 24, n. 2, p. 294-301, 2007.

BUSS, D. F.; BAPTISTA, D. F.; SILVEIRA, M. P.; NESSIMIAN, J. L.; DORVILLÉ, L. F. M. Influence of water chemistry and environmental degradation on macroinvertebrate assemblages in a river basin in south-east Brazil. **Hydrobiologia**. v. 481, p. 125–136, 2002.

BUTZKE, A. **Fitossociologia da vegetação do Alto Uruguai: Seleção das espécies arbóreas para o reflorestamento dos municípios da Região**. 1997. Tese de Doutorado. Leon: Universidad de Leon, 1997.

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. 259-266, 2001.

COSTA, C.; IDE, S.; SIMONKA, C. E. **Insetos Imaturos. Metamorfose e Identificação**. Ribeirão Preto, SP: Holos, 2006.

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.

DECIAN, V.; BUDKE, J. C. Implantação, Manutenção e Gestão de Áreas Protegidas. Levantamento dos parâmetros Bióticos e Abióticos para avaliar o potencial de uma área Natural de Interesse da Prefeitura Municipal de Faxinalzinho, visando a implementação de Unidade de Conservação. **Relatório técnico final**. 157p., 2009.

DECIAN, V.; ZANIN, E. M.; HENKE, C.; QUADROS, F. R.; FERRARI, C. A. Uso da terra na região Alto Uruguai do Rio Grande do Sul e obtenção de banco de dados relacional de fragmentos de vegetação arbórea. **Perspectiva**, v. 33, n. 121, p. 165-176, 2009.

FERNANDEZ, H. R.; DOMINGUEZ, E. **Guia para determinación de los artrópodos bentônicos Sudamericanos**. Tucumán: UNT, 282p. 2001.

GOTELLI, N. J.; COLWELL, R. K. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. **Ecology Letters**. v. 4, p. 379-391, 2001.

GOULART, M.; CALLISTO, M. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. **Revista FAPAM**. v. 2, n. 2, p.153-164, 2003.

HEPP, L. U.; SANTOS, S. Estrutura trófica de invertebrados aquáticos no Rio Jacutinga. **Perspectiva**, v. 29, n. 105, p. 69-74, 2005.

HEPP, L. U.; RESTELLO, R. M. **Macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores da qualidade das águas do Alto Uruguai Gaúcho**. In: ZAKRZEWSKI, S. B. (Org.). Conservação e uso sustentável da água: múltiplos olhares. Erechim: EdFapes, 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.

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.

KLEYNE, P.; TRIVINHO-STRIXINO, S. Chironomidae and other aquatic macroinvertebrates of a first order stream: community response after habitat fragmentation. **Acta Limnológica Brasiliensis**. v. 17, n. 1, p. 81 – 90, 2005.

KÖNIG, R.; SUZIN, C. R. H.; RESTELLO, R. M.; HEPP, L. U. Qualidade das águas de riachos 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.
- McALECEE, N.; LAMBSHEAD, P. J. D.; PATERSON, G. L. J.; GAGE, J. G. **Biodiversity professional**. London: Beta-Version. The Natural History Museum and The Scottish Association for Marine Sciences, 1997.
- MERRITT, R. W.; CUMMINS, K. W. **An introduction to the aquatic insects of North America**. Dubuque, Kendal/Hunt, USA, p. 862, 1996.
- MEYER, J. L.; PAUL, M. J.; TAULBEE, W. K. Stream ecosystem function in urbanizing landscapes. **Journal of the North American Benthological Society**. v. 24, n. 3, p. 602-612, 2005.
- MILESI, S. V.; BIASI, C.; RESTELLO, R. M.; HEPP, L. U. Efeito de metais sobre a comunidade de macroinvertebrados bentônicos em riachos do Sul do Brasil. **Acta Scientiarum Biological Sciences**. v. 30, p. 283-289, 2008.
- MILESI, S. V.; BIASI, C.; RESTELLO, R. M.; HEPP, L. U. Distribution of benthic macro-invertebrates in Subtropical streams (Rio Grande do Sul, Brazil). **Acta Limnologica Brasiliensia**. v. 21, p. 419-429, 2009.
- MORETTI, M.S.; CALLISTO, M. Biomonitoring of benthic macroinvertebrates in the middle Doce River watershed. **Acta Limnologica Brasiliensia**. v. 17, n. 3, p. 267-281, 2005.
- NIYOGI, D. K.; KOREN, M.; ARBUCKLE, C. J.; TOWNSEND, C. R. Stream communities along a catchment land-use gradient: subsidy-stress responses to pastoral development. **Environmental Managment**. v. 39, p. 213-225, 2007.
- PILLAR, V. D. **MULTIV: Aplicativo para análise multivariada e teste de hipóteses**. Porto Alegre: Departamento de Ecologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001.
- R Development Core Team. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>. 2009.
- ROSENBERG, D. M.; RESH, V. H. Introduction to freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates. In: Rosenberg, D. M.; Resh, V. H. **Freshwater biomonitoring and bentic macroinvertebrates**. p. 1-9, 1993.
- SILVEIRA, M. P.; QUEIROZ, J. F. Uso de coletores com substrato artificial para monitoramento biológico de qualidade de água. **Embrapa Meio Ambiente**. Documento 39, p.1-5, 2006.
- SMITH, R. F.; LAMP, W. O. Comparison of insect communities between adjacent headwater and mainstem stream in urban and rural watersheds. **Journal of the North American Benthological Society**. v. 27, p.161-175, 2008.

