

UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS – UNISINOS
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA
DIVERSIDADE E MANEJO DE VIDA SILVESTRE
NÍVEL MESTRADO

Aline Beatriz Pacheco Carvalho

ESTRUTURA E DINÂMICA DA COMUNIDADE DE
MACROINVERTEBRADOS EM UMA BACIA HIDROGRÁFICA
DO SUL DO BRASIL

São Leopoldo, RS, Brasil.

2009

Aline Beatriz Pacheco Carvalho

**ESTRUTURA E DINÂMICA DA COMUNIDADE DE
MACROINVERTEBRADOS EM UMA BACIA HIDROGRÁFICA
DO SUL DO BRASIL**

Dissertação apresentada como requisito
parcial para a obtenção título de Mestre
pelo Programa de Pós-Graduação em
Biologia da Universidade do vale do Rio
dos Sinos

Orientador: Leonardo Maltchik Garcia

São Leopoldo, RS, Brasil.

2009

Ficha Catalográfica

C331e Carvalho, Aline Beatriz Pacheco
Estrutura e dinâmica da comunidade de macroinvertebrados em
uma bacia hidrográfica do Sul do Brasil. / por Aline Beatriz
Pacheco Carvalho. – 2009.
52 f. : il. ; 30cm.
Com: artigo “Estrutura e dinâmica da comunidade de
macroinvertebrados em uma bacia hidrográfica do sul do Brasil”.
Dissertação (mestrado) — Universidade do Vale do Rio dos
Sinos, Programa de Pós-Graduação em Biologia, 2009.
“Orientação: Prof. Dr. Leonardo Maltchik Garcia, Ciências da
Saúde”.
1. Macroinvertebrado – Biologia aquática. 2.
Macroinvertebrado – Área úmida. 3. Ecossistema aquático. I.
Título.

CDU 574.5:592

Catálogo na Publicação:
Bibliotecária Camila Rodrigues Quaresma - CRB 10/1790

*Dedico este trabalho
a todos aqueles que
de certa forma estiveram
envolvidos e contribuíram
para a realização do mesmo.*

*Em especial ao
Prof. Dr. Milton Strieder*

AGRADECIMENTOS

Em especial ao meu orientador *Dr. Leonardo Maltchik*,
por aceitar e conduzir este trabalho,
compartilhando experiências e
agregando conhecimentos à minha vida profissional;
... ao *Prof. Dr. Milton Strieder*
pelos ensinamentos, incentivo e amizade;
... a minha família pelo estímulo e presença constante na minha vida;
... aos amigos do Laboratório de Entomologia,
pelo apoio e amizade:
Leandro Bieger, Eloíse Bocchese Garcez, Angélica Fritz Franceschi,
Juliana Silveira Weber, Íris Machado Fróes,
Alexandra Toccheton Borsari, Débora Dias Steffen, Calinca e Anne
... a Cristina Stenert e a Ana Rolon
por toda a assistência e apoio prestados nas análises estatísticas;
... a todos os colegas que estiveram presentes durante a realização deste trabalho;
... ao Programa Santander Universidades Santander/Banespa,
pela concessão de uma bolsa integral de estudo;
... ao Projeto Petrobrás Ambiental,
pelo financiamento dos trabalhos a campo;

ÍNDICE

RESUMO	7
ABSTRACT	8
APRESENTAÇÃO	9
INTRODUÇÃO GERAL	
Ecossistemas lóticos	10
Influência dos parâmetros físico-químicos da água	12
Macroinvertebrados aquáticos	13
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	16

CAPÍTULO 1

Estrutura e dinâmica da comunidade de macroinvertebrados em uma bacia hidrográfica do sul do Brasil	22
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37

RESUMO

Os ecossistemas lóticos apresentam um gradiente de variáveis ecológicas que se modificam da nascente até a foz, influenciando diretamente a sucessão da biota aquática. Em regiões temperadas os rios diferem-se daqueles localizados em regiões tropicais. Nas regiões tropicais o pulso de inundação exerce uma forte influência nas comunidades de macroinvertebrados. A distribuição e composição da comunidade de macroinvertebrados respondem às variações de fatores bióticos e abióticos e ainda, estão relacionadas com as diferentes regiões e tipos de habitats disponíveis nos sistemas. Estudos relacionados à diversidade, estrutura e dinâmica de macroinvertebrados fornecem informações fundamentais para o conhecimento, acerca da biodiversidade e para programas de manejo e monitoramento dos recursos hídricos. Neste sentido o objetivo geral desta dissertação de mestrado foi conhecer a riqueza, a abundância, a composição e os grupos tróficos de macroinvertebrados, em nove arroios de pequena ordem em uma bacia hidrográfica do sul do Brasil e analisar a influência dos parâmetros físico-químicos da água e diversidade de habitats na riqueza e abundância desses organismos. As coletas foram realizadas no inverno de 2007 e verão de 2008, utilizando o amostrador “surber sampler”. Um total de 24.853 indivíduos de macroinvertebrados foi amostrado. Os indivíduos coletados pertenceram a 22 famílias de insetos, além de Collembola, quatro famílias de moluscos, três famílias de crustáceos e anelídeos das classes Oligochaeta e Hirudinea. Os resultados apresentaram uma descrição da distribuição dos macroinvertebrados em ambientes lóticos do Rio Grande do Sul, fornecendo informações ecológicas a respeito da influência dos parâmetros físico-químicos na variabilidade da riqueza, composição e estrutura da comunidade.

ABSTRACT

Lotic ecosystems have a range of ecological variables that change from source to mouth, having direct influence on succession of aquatic biota. In temperate regions rivers are different from those located in tropical regions. In tropical regions the flood pulse has a strong influence on communities of macroinvertebrates. Distribution and composition of the community of macroinvertebrates respond to variations in biotic and abiotic factors and are related to different regions and types of habitat available in the systems. Studies on diversity, structure and dynamics of macroinvertebrates provide essential information on the biodiversity and for programs of management and monitoring of water resources. In this sense, the general objective of this master's dissertation was to investigate the richness, abundance, composition and trophic groups of macroinvertebrates in nine small-sized streams in a hydrographic basin in southern Brazil and to analyze the influence of physical and chemical parameters of water and diversity of habitats in richness and abundance of such organisms. Collections were performed during the winter of 2007 and summer of 2008 using a surber sampler. A total of 24,853 macroinvertebrate specimens were collected. Collected specimens belonged to 22 families of insects, besides Collembola, four families of mollusks, three families of crustaceans and annelids of Oligochaeta and Hirudinea classes. Results show a description of the distribution of macroinvertebrates in lotic environments in Rio Grande do Sul, providing ecological information on the influence of physical and chemical parameters in variability of richness, composition and structure of the community.

APRESENTAÇÃO

A presente dissertação foi elaborada em forma de artigo, segundo as normas da Revista Brasileira de Zoologia (anexo 1). Os objetivos deste trabalho foram conhecer a riqueza, a abundância, a composição e os grupos tróficos de macroinvertebrados, em nove arroios de pequena ordem em uma bacia hidrográfica do sul do Brasil. Bem como analisar a influência dos parâmetros físico-químicos da água e diversidade de habitats na riqueza e abundância desses organismos.

Primeiramente, apresenta-se uma introdução sobre os ecossistemas lóticos e sobre a comunidade de macroinvertebrados, destacando aspectos relevantes destes ecossistemas e as principais características desta comunidade. O capítulo seguinte da dissertação encontra-se em formato de artigo e destaca os principais resultados deste estudo.

Desta maneira as considerações finais da dissertação estão fundamentadas nos resultados encontrados e discutidos no capítulo, que forneceram informações ecológicas importantes sobre a estrutura e dinâmica da comunidade de macroinvertebrados contribuindo assim, para o conhecimento sobre a biodiversidade destes organismos em ecossistemas lóticos.

INTRODUÇÃO GERAL

Ecosistemas lóticos

Os ecossistemas lóticos interagem diretamente com os ecossistemas terrestres (MARGALEF 1983), dos quais importam grande parte da energia que compõe e circula em sua teia trófica (ALLAN 1995). Os rios são sistemas abertos caracterizados por processos hidrológicos e geomorfológicos influenciados por mudanças climáticas e temporais. E ainda podem ser vistos em três dimensões espaciais (longitudinal, lateral, vertical) que refletem mudanças físicas, químicas e biológicas ao longo da sua extensão (PETTS 2000).

Um rio apresenta alternância de dois tipos de habitats: corredeiras e remansos. As corredeiras são caracterizadas por alta velocidade da água, substrato firme e livre de silte ou de outro material solto, geralmente ocupado por organismos especializados em manter-se aderidos ao substrato. Os remansos possuem águas mais profundas, velocidade da água reduzida, de forma que, a areia e o silte depositam-se no fundo (ODUM 1988) formando um substrato arenoso, propício para organismos cavadores e detritívoros (CARVALHO & NESSIMIAN 1998).

Os rios apresentam três regiões geomorfológicas: 1) Cabeceiras (cursos de ordem 1 a 3), região com baixa produção fotossintética devido a pouca incidência de luz, limitada pela vegetação ciliar e dependentes do fornecimento de matéria orgânica dos ecossistemas terrestres vizinhos (relação $P/R < 1$); 2) O curso médio (ordem 4 a 6), região com pouca relação com os ecossistemas terrestres onde a sua produtividade está associada à algas, macrófitas e material orgânico oriundo das correntes à montante ($P/R > 1$) e 3) Baixo curso (com ordem superior a 6), região que tende a receber grande carga de sedimentos de montante e por esta razão apresentam águas turvas que limitam a incidência de luz ($P/R < 1$), (VANNOTE *et al.* 1980).

Os modelos atuais que descrevem a estrutura e função dos ecossistemas lóticos foram, inicialmente, propostos baseados em estudos ecológicos realizados em regiões temperadas. Conforme a Teoria do Contínuo de Rios (“river continuum concept” – RCC), (VANNOTE *et al.* 1980), os rios apresentam um gradiente de variáveis ecológicas que se modificam da nascente até a foz. Tais modificações estão associadas à largura, o volume de água, a profundidade, a temperatura, a quantidade, o tipo de metabolismo quantificado pela razão produção/respiração. Em função do gradiente de características

físicas e químicas ocorre à sucessão das comunidades. Onde as mesmas, encontram-se organizadas em um eixo longitudinal, visando o melhor aproveitamento da matéria e energia transportada gradiente abaixo.

Os ecossistemas lóticos de regiões temperadas diferem-se, em estrutura e função, daqueles localizados em regiões tropicais que, segundo WANTZEN *et al.* (2006) são poucos estudados. Em regiões tropicais onde, os rios apresentam amplas planícies de áreas alagadas, o pulso de inundação (flood pulse concept), (JUNK *et al.* 1989), é o fator mais importante que controla os processos de produtividade e fluxo de energia em decorrência das trocas de matéria com as áreas laterais da planície de inundação. Este conceito sustentou que o pulso de inundação de um rio é um importante elemento na organização das comunidades aquáticas, exercendo forte influência nas comunidades de macroinvertebrados (CASTELLA *et al.* 1984, AMOROS *et al.* 1987, JUNK *et al.* 1989, VAN DEN BRINK *et al.* 1994, STENERT *et al.* 2003).

Em relação à ciclagem de nutrientes, a Teoria do Espiral de Nutrientes (“nutrient spiralling concept”), (ELWOOD *et al.* 1983, NEWBOLD *et al.* 1982) relata que em ecossistemas lóticos a ciclagem não ocorre em um determinado local, pois é interrompida pelo fluxo contínuo das águas. Neste sentido o conceito de espiral descreve a dinâmica de nutrientes onde ocorre transporte contínuo e unidirecional de nutrientes. Sendo assim à distância percorrida aumentaria com o acréscimo de fluxo de água e diminuiria com a redução na velocidade da corrente ou pela absorção de nutrientes pela biota aquática. Neste sentido, diversos trabalhos têm indicado a importância da biota aquática para o processo de ciclagem de nutrientes, destacando principalmente os microorganismos (ALLAN 1995) e os macroinvertebrados (MERRIT *et al.* 1984).

A distribuição e composição da comunidade de macroinvertebrados estão relacionadas com as diferentes regiões e tipos de habitats disponíveis nos sistemas lóticos. E ainda, respondem às variações sazonais de precipitação (NEGISHI *et al.* 2006), às influências de fatores bióticos (interações biológicas) e fatores físicos e químicos da água (PÉRES 1982, ESTEVES 1998, MARQUES *et al.* 1999, CARVALHO & UIEDA 2004.). Os estudos sobre distribuição espaço-temporal destes organismos podem ser realizados através de inventários em diferentes escalas, sendo de amplitude menor (habitats, microhabitats) até a maior (trechos de rios e regiões de bacias hidrográficas), (ALLAN 1995). Trabalhos relacionados à diversidade de macroinvertebrados em ambientes lóticos bem como a estrutura e a dinâmica destes organismos fornecem informações

biológicas e ecológicas fundamentais para o conhecimento, acerca da biodiversidade e para programas de manejo e monitoramento dos recursos hídricos (GOULART & CALLISTO 2007, MORETTI *et al.* 2007, GONÇALVES *et al.* 2007, TUPINAMBÁS *et al.* 2007, MORENO & CALLISTO 2006, COSTA *et al.* 2006; CALLISTO *et al.* 2005; CALLISTO & GONÇALVES 2005, CALLISTO *et al.* 2004, GALDEAN *et al.* 2001).

Influência dos fatores físico-químicos da água na composição dos macroinvertebrados

A distribuição e diversidade de macroinvertebrados são diretamente influenciadas pela estrutura do sedimento, quantidade de detritos orgânicos e indiretamente afetadas por modificações nas concentrações de nutrientes e mudanças na produtividade primária (WARD 1992). Estas modificações estão intimamente relacionadas às características físicas e químicas da coluna d'água. Em ecossistemas aquáticos, a velocidade da correnteza, temperatura, profundidade, concentração de oxigênio dissolvido, matéria orgânica, pH, gás sulfídrico, heterogeneidade ambiental, disponibilidade e qualidade de alimento, tipos de substrato (rochas, seixos, madeira, vegetação e etc) e sedimento (orgânico, arenoso, argiloso e etc), são fatores ambientais importantes na determinação da comunidade dos macroinvertebrados (ESTEVES 1998).

O sedimento de ecossistemas aquáticos é formado por uma grande variedade de materiais orgânicos e inorgânicos de origem autóctone e alóctone, sendo responsável pela disponibilidade de alimentos. No entanto, a presença do substrato é fundamental por fornecer habitats, microhabitats e proteção para a biota aquática. Sendo assim, tanto os sedimentos como os substratos exercem um papel importante na estruturação das comunidades de macroinvertebrados bentônicos (CALLISTO & ESTEVES 1996).

Alguns fatores como a velocidade da correnteza, influenciam de maneira direta, a formação e disponibilidade de substratos (CUMMINS & LAUFF 1969). A composição e distribuição dos sedimentos são fatores importantes na determinação dos padrões de distribuição de organismos e estrutura de macroinvertebrados (CALLISTO & ESTEVES 1996).

Os substratos de ambientes lóticos diferem entre os diferentes trechos dos rios e são importantes para os macroinvertebrados, pois servem de superfície, abrigo e alimento, no caso de substratos orgânicos (KIKUCHI & UIEDA 2005). Os insetos aquáticos mostram estreitas relações com os diferentes tipos de substratos que podem ser encontrados nos leitos dos rios (HYNES 1970). Neste sentido, os tipos de substratos têm sido utilizados

como preditores da abundância e da diversidade de macroinvertebrados (MINSHALL 1984), juntamente com a da diversidade de habitats que constitui uma importante ferramenta para análise de condições ambientais, devido a forte relação entre sua disponibilidade e a ocorrência macroinvertebrados (GALDEN *et al.* 2001).

Considerando estas afirmativas, diversos pesquisadores estão propondo estudos sobre as relações entre variáveis ambientais e diversidade de habitats e a influencia destes fatores com a estrutura da comunidade de macroinvertebrados em ambientes aquáticos (FIDELIS *et al.* 2008, MORENO & CALLISTO 2006, CALLISTO *et al.* 2001, 2002, GOULART *et al.* 2002, BAPTISTA *et al.* 2001, 1998).

Macroinvertebrados aquáticos

Os macroinvertebrados aquáticos constituem um grupo de invertebrados, geralmente retidos em malhas coletoras de 0,50 mm, que passam a vida ou parte dela em contato direto com a coluna d'água, raízes de plantas aquáticas, pedras, galhos, folhas e substrato de fundo nos ecossistemas aquáticos (PALMER *et al.* 1993, 1996; APHA, 1989, CALLISTO *et al.* 2002) De maneira geral, compreendem os filos Arthropoda (insetos e crustáceos), Mollusca (gastropodes e bivalves), Annelida (oligochaeta e hirudinea), Platyhelminthes (turbelários), Porifera e Cnidaria, sendo a classe dos insetos a mais representativa do filo Arthropoda (PEARSON *et al.* 1987, EATON 2003).

A comunidade de macroinvertebrados apresenta grande diversidade de espécies e são encontrados em quase todo o tipo de ambientes aquáticos tais como rios, lagos, lagoas e represas. Estão presentes em todos os níveis tróficos, possuindo uma atuação ecológica diversa e importante nos ecossistemas aquáticos (CALLISTO *et al.* 2002, EATON 2003, NÉRI *et al.* 2005). Atualmente, o grupo tem recebido maior destaque em pesquisas devido ao papel relevante que desempenham nos ecossistemas aquáticos tais como, a fragmentação de partículas orgânicas e o auxílio no processo de decomposição. Na maioria dos estudos os macroinvertebrados são classificados em maiores níveis taxonômicos, como ordem ou família, devido à ausência de bibliografia regional especializada para identificação (ROQUE 2003).

Macroinvertebrados e a relação com os ecossistemas aquáticos

A comunidade de macroinvertebrados é essencial para a dinâmica de nutrientes, para o fluxo de energia (CALLISTO & ESTEVES 1996) e desempenha um papel

fundamental na manutenção dos processos ecológicos de produção, consumo e decomposição de matéria orgânica nos ambientes aquáticos (CALLISTO & JÚNIOR 2002).

Os macroinvertebrados exercem importante função que contribuem para o funcionamento dos ecossistemas aquáticos: o processo de filtração, raspagem e fragmentação de partículas orgânicas e auxilia o processo de decomposição. Além de constituírem fonte de alimento para peixes, anfíbios, aves e outros animais são responsáveis por acelerar a ciclagem de nutrientes, através do biorrevolvimento, processo pelo qual o sedimento é remexido por alguns organismos liberando nutrientes para coluna d'água (ESTEVEZ 1998, BOULTON & JENKINS 1998). Devido ao fato de alguns organismos apresentarem respostas diferentes ao grau de contaminação dos ecossistemas aquáticos, os macroinvertebrados podem ser utilizados como indicadores de qualidade da água (ESTEVEZ 1998, MORENO & CALLISTO 2006).

As principais razões da escolha dos macroinvertebrados como bioindicadores são atribuídas principalmente aos diferentes níveis de tolerância que as diferentes espécies apresentam aos poluentes, aos ciclos de vida relativamente longos, a vida sedentária e a abundância destes organismos, além de serem encontrados com facilidade, independente da estação do ano, e o baixo custo da sua amostragem (BUSS 2001). Esses organismos (os macroinvertebrados) demonstram o estado de um corpo d'água, pois, a presença, ausência ou densidade de determinadas espécies indicam a prevalência de determinadas condições ambientais ao longo de determinado período (MORENO & CALLISTO 2006). Os gêneros *Baetis* (Ephemeroptera) e *Hydroptila* (Trichoptera) são muito sensíveis e tendem a desaparecer à medida que a qualidade da água é alterada devido à poluição. O contrário ocorre com as larvas do gênero *Chironomus* (Diptera) e representantes das classes Oligochaeta e Hirudinea, que são mais tolerantes, portanto, resistentes à poluição.

Grupos Funcionais

A análise trófica funcional da comunidade de macroinvertebrados aquáticos foi primeiramente descrita por CUMMINS (1973) e desde então tem sido modificada (CUMMINS & KLUG 1979, MERRITT & CUMMINS, 1984). Esta análise é baseada em mecanismos morfo-comportamentais (herbívoros, detritívoros ou carnívoros), onde um mesmo mecanismo pode proporcionar a ingestão de uma ampla variedade de recursos alimentares.

Em ecossistemas lóticos as principais categorias alimentares são: 1) matéria orgânica particulada grossa (MOPG), formada por fragmentos vegetais; 2) matéria orgânica particulada fina (MOPF), composta por nutrientes dissolvidos na água e detritos; 3) perifiton, formado por algas ou material orgânico e inorgânico e 4) presas, constituído por todos os organismos que servem de alimento aos predadores (MERRITT & CUMMINS 1984, CALLISTO & GONÇALVES JUNIOR 2005). Através dos mecanismos alimentares que determinam os recursos que serão processados os macroinvertebrados aquáticos podem ser classificados pelos seguintes grupos funcionais (MERRITT & CUMMINS 1984, ALLAN 1995):

- Fragmentadores (“Shredders”): alimentam-se de tecido vegetal, podendo ser herbívoros ou detritívoros. As famílias Curculionidae (Coleoptera) e Tipulidae (Diptera) são exemplos deste grupo trófico;

- Coletores (“Collectors”): alimentam-se de matéria orgânica particulada fina, podendo ser detritívoros ou filtradores. A família Simuliidae (Diptera), as classes Oligochaeta (Annelida) e Bivalvia (Mollusca) são exemplos deste grupo trófico;

- Raspadores (“Scrapers”): alimentam-se de perifíton aderido à superfície orgânica ou mineral, sendo a Classe Gastropoda (Mollusca) e a família Thaumaleidae (Diptera) representantes deste grupo trófico;

- Predadores (“Predators/Engulfers”): alimentam-se de outros invertebrados aquáticos ou de pequenos vertebrados (peixes e anfíbios), ingerindo (engolindo) a presa inteira ou aos pedaços. As ordens Odonata e Hemiptera são exemplos representativos deste grupo trófico.

- Parasitas: alimentam-se interna ou externamente no corpo de outros organismos vivos. Os representantes da classe Hirudinea são exemplos de parasitas.

Em algumas famílias de macroinvertebrados pode haver representantes de diferentes grupos tróficos, tais como as larvas da família Chironomidae (Diptera), que abrangem várias guildas alimentares, podendo ser coletores, raspadores, fragmentadores, predadores e consumindo assim, uma ampla variedade de recursos (algas, detritos, macrófitas, animais, etc) (TRIVINHO-STRIXINO & STRIXINO 1995, ROQUE *et al.* 2003), assim como, a família Leptoceridae (Trichoptera) que tem representantes de coletores, fragmentadores e predadores (MERRITT & CUMMINS 1984).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLAN, J. D. 1995. **Stream ecology. Structure and function of running waters.** London. Chapman & Hall. 388p.
- AMOROS, C.; A. L. ROUX; J. L. REYGROBELLET; J. P. BRAVARD & G. PAUTOU. 1987. A method for applied ecological studies of fluvial hydrosystems. **Regulated rivers: reserch and management 1**: 17-36.
- APHA, AWWA, WPCF. 1989. **Standard methods for the examination of water and wastewater.** 17th.
- BAPTISTA, D. E.; E.D. BUSS; L.F.M. DROVILLÉ & J.L. NESSIMIAN. 2001. Diversity and habitat preference of aquatic insects along the longitudinal gradient of the Macaé river basin, Rio de Janiero, Brazil. **Revista Brasileira de Biologia 61**(2): 249-258.
- BOULTON, A.J. & K.M. JENKINS. 1998. Flood regimes and invertebrate communities in floodplain wetlands. In W.D. Williams (Ed.) **Wetlands in a Dry Land: Understanding for Management.** Environment Australia, Canberra pp. 137-148.
- BUSS, D.F. 2001. Utilizando macroinvertebrados no desenvolvimento de um procedimento integrado de avaliação da qualidade da água de rios. **Dissertação de mestrado**, Rio de Janeiro: Programa de Pós-graduação em Ecologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- CALLISTO, M. & F. A. ESTEVES. 1996. Composição granulométrica do sedimento de um lago Amazônico impactado por rejeito de bauxita e um lago natural (Pará, Brasil). **Acta Limnologica Brasiliensia 8**:115-126.
- CALLISTO, M.; P. MORENO. & F.A.R. BARBOSA. 2001. Habitat diversity and benthic functional trophic groups at Serra do Cipó, southeast Brazil. **Revista Brasileira de Biologia 6**: 71-82
- CALLISTO, M.; P. MORENO & M.D.C. GOULART. 2002. Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ). **Acta Limnologica Brasiliensia 13**:91-98.
- CALLISTO, M. & J. F. G. JÚNIOR. 2002. A vida na águas das montanhas. **Ciência Hoje.** 31(182): 68-71.
- CALLISTO, M.; M. GOULART; A. O. MEDEIROS; P. MORENO & C.A. ROSA. 2004. Diversity assesment of benthic macroinvertebrates, yeasts, and microbiological indicators along a longitudinal gradient in Serra do Cipó, Brazil. **Brazilian Journal of Biology 64**(4): 743-755

- CALLISTO, M. & Jr. J. F. GONÇALVES. 2005. Bioindicadores bentônicos. Impactos ambientais em ecossistemas aquáticos continentais. *In*: ROLAND, F., CESÁR, D. e MARINHO, M. **Lições de Limnologia**. São Carlos: Rima. 371 – 379p (517p)
- CALLISTO, M.; M. GOULART; F. A. R. BARBOSA & O. ROCHA. 2005. Biodiversity assessment of benthic macroinvertebrates along reservoir cascade in the lower São Francisco River (northeastern Brazil). **Brazilian Journal of Biology** 65(2): 229-240
- CARVALHO, A.L. & J.L. NESSIMIAN. 1998. Odonata do Estado do Rio de Janeiro, Brasil: hábitos e hábitos das larvas. *In*: Nessimian, J.L.; Carvalho, A.L. (Eds.), Ecologia de insetos aquáticos. **Series Oecologia Brasiliensis vol.5**. PPGE-UFRJ, Rio de Janeiro, p.3-28.
- CARVALHO, E.M. & V.S. UIEDA. 2004. Colonização por macroinvertebrados bentônicos em substrato artificial e natural em um riacho da serra de Itatinga, São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia** 21(2): 287-293
- CASTELLA, E.; M. RICHARDOT-COULET. C. ROUX & P. RICHOUX. 1984. Macroinvertebrates as “describers” of morphological and hydrological types of aquatic ecosystems abandoned by the Rhône River. **Hydrobiologia** 119: 219-225.
- COSTA, da F.L.M.; A. OLIVEIRA & M. CALLISTO. 2006. Inventário da diversidade de macroinvertebrados bentônicos no reservatório da estação ambiental de Peti, MG, Brasil. **Neotropical Biology and Conservation** 1(1): 17-23
- CUMMINS, K. W. & G.H. LAUFF. 1969. The influence of substrate particle size on the microdistribution of stream macrobenthos. **Hydrobiologia** 34:145-181.
- CUMMINS, K.W. 1973. Trophic relations of aquatic insects. **Annu. Rev. Entomol.** 18: 183-206.
- CUMMINS, K.W. & M. J. KLUG. 1979. Feeding ecology on stream invertebrates. **An. Ver. Ecol. Syst** 10:147-172.
- EATON, D. P. 2003. Macroinvertebrados aquáticos como indicadores ambientais da qualidade de água, 43-67 *in* JR., L. C.; RUDRAN, R. & PADUA, C. V. (Organizadores) **Métodos de Estudo em Biologia da Conservação e Manejo da Vida Silvestre**. UFPR. Curitiba, Paraná, Brasil. 665p.
- ELWOOD, J. W.; J. D. NEWBOLD; R. V. O’NEILL & V. VAN WINKLE. 1983. **Resource spiralling an operation paradigm for analysing lotic system** 3-27p. *In*: FONTAINE, T. D. e BARTELL, S. M. Ann arbor Science Publishers, Ann Arbor.
- ESTEVES, F. A. 1998. **Fundamentos de limnologia**. Rio de Janeiro. Interciencia, 602p
- FIDELIS, L.; J.L. NESSIMIAN & N. HAMADA. 2008. Distribuição espacial de insetos aquáticos em igarapés de pequena ordem na Amazônia Central. **Acta Amazônica** 38(1): 127-134.

- GALDEAN, N.; M. CALLISTO & F.A.R BARBOSA. 2001. Biodiversity assesment of benthic macroivertebrates in altitudinal lotic ecosystems of serra do cipó (MG, Brazil). **Revista Brasileira de Biologia** 61(2): 239-248
- GONÇALVES, J.F.JR.; M.A.S. GRAÇA & M. CALLISTO. 2007. Litter decomposition in a Cerrado savannah stream is retarded by leaf toughness, low dissolved nutrientes and a low density of shredders. **Freshwater Biology** 52, 1440-1451
- GOULART, M. & M. CALLISTO. 2007. Mayfly Diversity in the Brazilian Tropical Headwaters of Serra do Cipó. **Brazilian Archives of Biology and Technology** 48(6):983-996
- GOULART, M.; A.L.de MELO & M. CALLISTO. 2002. Qual a relação entre as variáveis ambientais e a diversidade de heterópteros aquáticos em nascentes de altitude? **BIOS, Cadernos do departamento de Ciências Biológicas da PUC Minas**, 10(10):63-76.
- HYNES, H.B.N. 1970. **The ecology of running waters**. 3 ed. Canada Toronto Press, Canada.
- JUNK, W. J.; P. B. BAYLEY & R.E. SPARKS. 1989. The flood pulse concept in rivers – floodplain systems. Special Publication. **Canadian Fishery Aquatic Science** 106:110-127.
- KIKUCHI, R.M. & V.S. UIEDA. 2005. Composição e distribuição dos macroinvertebrados em diferentes substratos de fundo de um riacho no município de Itatinga, São Paulo, **Brasil. Entomol. Vect.** 12(2): 193-231.
- MARGALEF, R. 1983. **Limnologia**. Barcelona. Omega, 1010p
- MARQUES, M.G.S.M.; R.L. FERREIRA & F.A.R. BARBOSA. 1999. A comunidade de macroinvertebrados aquáticos e características limnológicas das Lagoas Carioca e da Barra, Parque Estadual do Rio Doce, MG. **Revista Brasileira de Biologia** 59(2):203-210.
- MERRIT, R. & K.W. CUMMINS. 1984. **An introduction to the aquatic insects of North america**. Iowa, Kendall/Hunt, 862p.
- MINSHALL G. W. 1984. Aquatic insect-substratum relationships, In: Resh, D. M. E Rosemberg, V. H. (Eds.) **The ecology of aquatic insect**. Praeger Scientific, Nova Iorque, NY, EUA. p. 358-400.
- MORENO, P. & M. CALLISTO. 2006. Benthic macroivertebrates in the watershed of an urban reservoir in southeastern Brazil. **Hydrobiologia** 560:311-321
- MORETTI, M.S.; J.F.Jr. GONÇALVES, M. LIGEIRO & M. CALLISTO. 2007. Invertebrates Colonization on Native Tree Leaves in a Neotropical Stream (Brazil). **Hydrobiologia** 92(2): 199-210

- NEGISHI, J.N. & J.S. RICHARDSON. 2006. An experimental test of the effects of food resources and hydraulic refuge on patch colonization by stream macroinvertebrates during spates. **Journal of Animal Ecology** **75**:118-129.
- NÉRI, D. B.; C. B. KOTZIAN & A. E. SIEGLOCH, 2005. Composição de Heteroptera aquáticos da U.H.E. Dona Francisca, RS, Brasil: fase de pré-enchimento. **Iheringia, Série Zoologia** **95**(4): 421-429
- NEWBOLD, J. D.; P.J. MULHOLLAND; J.W. ELWOOD & R. O'NEIL. 1982. Organic carbon spiralling in stream ecosystems. **Oikos** **38**: 266-272.
- ODUM, E. 1988. **Ecologia**. Rio de Janeiro. Ed. Guanabara Koogan. 436p
- PALMER, C.; J. O'KEEFFE & A. PALMER. 1993. Macroinvertebrate functional groups in the middle and lower reaches of the Buffalo River, eastern Cape, South Africa, II. Functional morphology and behaviour. **Freshwater Biology** **29**: 455-462.
- PALMER, M.A.; & D. L. STRAYER. 1996. Meiofauna, p. 329-390. *In*: HAUER, F.R. e LAMBERTI, G.A. (Ed.). **Methods in Stream Ecology**. Academic Press, 674p.
- PEARSON, W.; J. PEARSON; M. BUCHSBAUM & R. BUCHSBAUM. 1987. **Living Invertebrates**. Blackwell Scientific Publications Editora. Palo Alto, California e The Boxwood Press Ed. Pacific Grove, California. 848p.
- PERES, J.M. 1982. Structure and dynamics of assamblages in the benthal. **Marine Ecology** **5**: 119-185.
- PETTS, G.E. 2000. A perspective on the abiotic processes sustaining the ecological integrity of running waters. **Hidrobyologia** **422,423**: 15-17.
- ROQUE, F.O.; M. PEPINELLI; E.N. FRAGOSO; W.A. FERREIRA; P.R. BARILLARI; M.Y. YOSHINAGA; S. STRIXINO, TRIVINHO-STRIXINO; N.F. VERANI & M.I.S.LIMA. 2003. Ecologia de macroinvertebrados, peixes e vegetação ripária de um córrego de primeira ordem em região de Cerrado do Estado de São Paulo (São Carlos, SP), p. 313-338, *in* Henry, R. (ed.). **Ecótonos nas Interfaces dos Ecossistemas Aquáticos**. Rima Editora, São Carlos.
- STENERT, C.; E.M. SANTOS & L. MALTCHIK. 2003. Os efeitos do pulso de inundação na comunidade de macroinvertebrados em uma lagoa associada a uma planície de inundação do sul do Brasil. *In*: HENRY, R. **Ecótonos nas interfaces dos ecossistemas aquáticos**. São Carlos: RIMA. 47-60p. (349 p)
- TRIVINHO-STRIXINO, S. & G. STRIXINO. 1995. Larvas de Chironomidae (Diptera) do Estado de São Paulo – **Guia de identificação e diagnose dos gêneros**. PPG-ERN/UFSCAR, São Carlos.
- TUPINAMBÁS, T.H.; M. CALLISTO & G. SANTOS. 2007. Benthic macroinvertebrate assemblages structure in two hedwater stream, south-eastern Brazil. **Revista Brasileira de zoologia** **24**(4): 887-897.

- VAN DEN BRINK, F.W.B.; M.M. VAN KATWIJK & G.VAN DER VELDE. 1994. Impact of hydrology on phyto and zooplankton community composition in floodplain lakes along the Lower Rhine and Meuse. **J. Plank. Res.** **16**: 351-373.
- VANNOTE, R. L.; G. W. MINSHALL; K. CUMMINS, J.R. SEDELL. & C. E. CUSHING. 1980. The river continuum concept. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences** **37**: 130-137p
- WANTZEN, K.M.; A. RAMÍREZ & K.O. WINEMILLE. 2006. New vistas in Neotropical stream ecology – Preface.- J. N. **American Benthological Society** **25**(1): 61-65.

CAPÍTULO 1

Estrutura e dinâmica da comunidade de macroinvertebrados em arroios de uma bacia hidrográfica do sul do Brasil

Aline Carvalho; Leandro Bieger; Milton Strieder; Leonardo Maltchik

RESUMO

A distribuição e composição da comunidade de macroinvertebrados estão relacionadas com as variáveis ecológicas e os tipos de habitats disponíveis nos sistemas lóticos. Estudos sobre distribuição espaço-temporal desses organismos ainda são insuficientes nas regiões tropicais embora possuam grande importância, pois fornecem informações biológicas e ecológicas fundamentais para o conhecimento da biodiversidade em ecossistemas lóticos. O objetivo geral deste trabalho foi conhecer a riqueza, a abundância, a composição e os grupos tróficos de macroinvertebrados, em nove arroios de uma bacia hidrográfica do sul do Brasil. E analisar a influência dos parâmetros físico-químicos da água e diversidade de habitats na riqueza e abundância desses organismos. As coletas de macroinvertebrados foram realizadas no inverno de 2007 e verão de 2008, utilizando o amostrador “surber sampler”. Um total de 24.853 indivíduos de macroinvertebrados foi amostrado. Os indivíduos coletados pertencem a 22 famílias de insetos, além de Collembola, quatro famílias de moluscos, três famílias de crustáceos e anelídeos das classes Oligochaeta e Hirudinea. Os macroinvertebrados mais frequentes foram os insetos aquáticos (93%), seguido dos moluscos, anelídeos e crustáceos que representaram 7% das amostragens. A riqueza e abundância de macroinvertebrados variaram nos arroios das diferentes regiões da bacia hidrográfica. A riqueza de macroinvertebrados variou entre os trechos dos arroios. Não houve variação da abundância de macroinvertebrados entre os trechos dos arroios. Do total de famílias encontradas nas estações do ano, 10 foram classificadas como coletores (32%). Os parâmetros físico-químicos da água que influenciaram a riqueza, abundância e composição foram: condutividade, sólidos dissolvidos, temperatura, oxigênio dissolvido, turbidez, pH, habitat, velocidade e profundidade. Os resultados obtidos acrescentaram novas informações sobre a diversidade de macroinvertebrados em ambientes lóticos da região nordeste do Rio Grande do Sul. Fornecendo assim, subsídios para ações de preservação e restauração de ambientes aquáticos.

Palavras chave: macroinvertebrados, composição, distribuição, diversidade, riqueza, bacia hidrográfica do Rio dos Sinos .

Structure and dynamics of the community of macroinvertebrates in a hydrographic basin in southern Brazil

ABSTRACT

Distribution and composition of the community of macroinvertebrates are related to ecological regions and types of habitat available in lotic systems. Studies in space and temporal distribution of such organisms are still insufficient in tropical regions, although they are of great importance, since they provide essential biological and ecological information for the knowledge of biodiversity in lotic ecosystems. The general objective of this study was to investigate the richness, abundance, composition and trophic groups of macroinvertebrates in nine small-sized streams in a hydrographic basin in southern Brazil, and to analyze the influence of physical and chemical parameters of water and diversity of habitats in richness and abundance of such organisms. Macroinvertebrate collections were performed during the winter of 2007 and summer of 2008 using a surber sampler. A total of 24,853 macroinvertebrate specimens were collected. Collected specimens belong to 22 families of insects, besides Collembola, four families of mollusks, three families of crustaceans and annelids of Oligochaeta and Hirudinea classes. The most frequently found macroinvertebrates were water insects (93%), followed by mollusks, annelids and crustaceans, which accounted for 7% of the sampling. The richness and abundance of macroinvertebrates varied among regions of the hydrographic basin. Richness of macroinvertebrates varied among passages of the streams, but there was no variation in abundance of macroinvertebrates among passages of the streams. Of the families found in seasons of the year, 10 were classified as collectors (32%). The physical and chemical parameters of water that influenced richness, abundance and composition were conductivity, dissolved solids, temperature, dissolved oxygen, turbidity, pH, habitat, velocity and depth. Results added new information on the diversity of macroinvertebrates in lotic environments in the northeast region of Rio Grande do Sul. Therefore, they provide subsidies for preservation and restoration actions of water environments.

Keywords: composition, distribution, diversity, richness.

INTRODUÇÃO

Os padrões de riqueza e abundância de macroinvertebrados respondem às variações sazonais de precipitação (NEGISHI *et al.* 2006), às influências de fatores bióticos (interações biológicas) e fatores físicos e químicos da água (PÉRES 1982, ESTEVES 1998, MARQUES *et al.* 1999, CARVALHO & UIEDA, 2004). Estes padrões são determinados por diversas variáveis ambientais que atuam conjuntamente nos ecossistemas lóticos (WARD 1992).

Os rios apresentam um gradiente de variáveis que se modificam da nascente até a foz, tais como a largura, o volume de água, a profundidade, a temperatura, a quantidade e o tipo de produção/respiração. Essas variáveis influenciam diretamente na distribuição e composição dos macroinvertebrados (VANNOTE *et al.* 1980). No entanto, o pulso de inundação (JUNK *et al.* 1989), em regiões tropicais é o fator mais importante que controla os processos de produtividade e fluxo de energia, em decorrência das trocas de matéria com as áreas laterais da planície de inundação, exercendo forte influência na estrutura da comunidade de macroinvertebrados (CASTELLA *et al.* 1984, AMOROS *et al.* 1987, JUNK *et al.* 1989, VAN DEN BRINK *et al.* 1991, STENERT *et al.* 2003).

A heterogeneidade ambiental e os parâmetros físico-químicos da água, tais como, a temperatura, profundidade, concentração de oxigênio dissolvido, matéria orgânica, pH, velocidade da água tipos de substrato (rochas, seixos, madeira, vegetação e etc) e sedimento (orgânico, arenoso, argiloso e etc), também são fatores ambientais importantes na determinação da comunidade dos macroinvertebrados (HYNES 1970; ALLAN 1995, ESTEVES 1998). As variações na velocidade da água aumentam a diversidade desses organismos, influenciando na distribuição do alimento, remoção de nutrientes e disponibilidade de habitats (MERRITT & CUMMINS 1984, ALLAN 1995). Muitos aspectos relacionados à biologia e a ecologia dos macroinvertebrados devem ser

considerados e aprofundados, tais como, variações estacionais, distribuição espacial no gradiente longitudinal e latitudinal, ocupação de habitats e as variações de altitude ou entre bacias hidrográficas (HAWKINS & SEDELL 1981, BROWN & BRUSSOCK 1991, HUAMANTICO & NESSIMIAN 1999, BAPTISTA *et al.* 2001 & BUSS *et al.* 2002). As pesquisas sobre distribuição espaço-temporal destes organismos podem ser realizadas através de inventários em diferentes escalas, desde habitats, microhabitats até trechos de arroios e regiões de bacias hidrográficas (ALLAN, 1995). Esses estudos ainda são insuficientes nas regiões tropicais (WANTEZEN ET AL., 2006), mas possuem extrema importância, pois fornecem informações biológicas e ecológicas fundamentais para o conhecimento da biodiversidade em ecossistemas lóticos (GOULART & CALLISTO 2007, MORETTI *et al.* 2007, GONÇALVES *et al.* 2007, TUPINAMBÁS *et al.* 2007, MORENO & CALLISTO 2006; COSTA *et al.* 2006, CALLISTO *et al.* 2001, CALLISTO & GONÇALVES, 2005, CALLISTO *et al.* 2004, GALDEAN *et al.* 2001).

Neste sentido, este trabalho teve como objetivos: 1) Conhecer a riqueza, abundância, composição e grupos tróficos de macroinvertebrados em nove arroios de pequena ordem em uma bacia hidrográfica do sul do Brasil; 2) Comparar a riqueza, abundância e composição de macroinvertebrados entre as regiões superior, médio e inferior de uma bacia hidrográfica; 3) Comparar a riqueza, abundância e composição de macroinvertebrados entre os trechos superior, médio e inferior de nove arroios; 4) Comparar a riqueza, abundância e composição de macroinvertebrados entre dois períodos estacionais (inverno e verão); 5) Analisar a influência dos parâmetros físico-químicos e diversidade de habitats das águas superficiais, na composição de macroinvertebrados e verificar se essa influência varia entre os períodos de inverno e verão.

MATERIAL E MÉTODO

Área de estudo

A bacia hidrográfica do Rio dos Sinos tem suas nascentes localizadas na região meridional da Serra Geral no Rio Grande do Sul e apresenta um percurso aproximado de 190 km em sua extensão, desaguando no delta do Jacuí, no município de Canoas, a 5 m do nível do mar. O clima da região é subtropical úmido e a precipitação anual na bacia do rio dos Sinos varia entre 1.200 e 2.000 mm/ano. Sua abrangência inclui total ou parcialmente, 32 municípios e integra uma área territorial de 3.820 Km².

O percurso superior do rio dos Sinos apresenta boa qualidade de água ao contrário do curso inferior, onde a qualidade encontra-se comprometida devido à entrada de poluentes de esgoto, resíduos, domésticos e industriais, procedentes de uma área densamente habitada. Essa área apresenta a maior concentração industrial do Estado, com forte atividade no setor coureiro-calçadista e metal-mecânica que sustenta a economia. A água é utilizada como insumo ou corpo receptor dos efluentes líquidos e através destas atividades, aproximadamente 1.300 indústrias contribuem para alteração da qualidade e quantidade da malha hídrica disponível. Outra atividade característica da região é a agricultura, principalmente lavouras de arroz, que utilizam os mananciais hídricos para irrigação (COMITESINOS 2000).

O trabalho foi realizado em arroios localizados nas três regiões (superior, média e inferior) da bacia hidrográfica do Rio dos Sinos. Para cada uma das regiões foram amostrados três arroios com três pontos de avaliação, totalizando nove arroios, de segunda e terceira ordem, e resultando em 27 sítios de coletas (Figura 1). As coletas foram realizadas em seis municípios e a localização geográfica foi determinada através de um aparelho de Sistema de Posicionamento Global (“GPS”) (Tabela 1).

Amostragem

As coletas de macroinvertebrados foram realizadas em dois períodos estacionais, inverno (julho a setembro) de 2007 e verão (março a abril) de 2008, utilizando o amostrador “surber sampler” (30 cm x 30 cm) e malha coletora de 250 micrômetros. Em cada sítio de coleta foram aplicadas quatro medidas de surber, uma próxima da margem direita, uma na margem esquerda e duas no leito principal do arroio. As quatro medidas obtidas foram integralizadas para compor um ponto de coleta, embora tenham sido acondicionadas e processadas individualmente. Todo o substrato contido na malha do amostrador foi transferido para sacos plásticos identificados, contendo álcool etílico 70%. Depois de fechados, os sacos plásticos foram colocados em baldes de plástico (SILVEIRA *et al.* 2004) e encaminhado para o laboratório.

Em todos os pontos de amostragem foram realizadas medidas referentes a fatores físico-químicos da água, tais como: velocidade da água (com equipamento portátil Marsh-McBirney Flowmate-2000), temperatura, profundidade, oxigênio dissolvido, oxigênio saturado, condutividade, turbidez, pH, sólidos totais dissolvidos e potencial de oxirredução (com aparelho portátil Water Quality Data Display – Surveyor 4), e diferentes tipos de habitats. Para determinar os diferentes habitats analisou-se o substrato retido na malha coletora de cada surber, tais como a presença ou ausência de vegetação (e/ou folhiço) e o tipo de substrato (rochoso, com seixos ou arenoso), considerando também a velocidade da correnteza com intervalos de 1 a 3 (1 = 0 a 0,5 m/s; 2 = 0,5 a 1 m/s; 3 = 1 a 2 m/s) e a profundidade com intervalos de 1 a 3 (1 = 0 a 15 cm; 2 = 15 a 35 cm; 3 = 35 a 50 cm). O conjunto de todos os componentes (medidos e contidos em cada surber) foi categorizado com valores numéricos de um a quatro. Em cada ponto de amostragem, onde foram aplicadas quatro medidas de surber, o número máximo de habitats foi igual ou menor que quatro.

Em laboratório, as amostras foram peneiradas (malha 0,42 mm), para remoção de sedimento, restos vegetais e triagem preliminar dos macroinvertebrados. A identificação foi realizada em níveis taxonômicos diferentes (classe, ordem e família), com um microscópio estereoscópico (aumento de 08 a 50 vezes) e auxílio de bibliografia especializada (USINGER 1963, MERRITT & CUMMINS 1996, LOPRETTO & TELL 1995). Após a identificação os organismos foram alocados em tubetes de vidro com álcool etílico 70%. Todo o material procedente das coletas foi tombado na coleção científica do Laboratório de Entomologia da Universidade do Vale do Rio dos Sinos.

Análise de dados

A riqueza de macroinvertebrados foi representada pelo número de famílias encontradas em cada ponto de coleta. Para comparar a riqueza, abundância de macroinvertebrados entre as duas estações (inverno e verão) foi realizado o Teste t (Systat 11). As análises de Multi-Response Permutation Procedures (MRPP), seguida do Teste de Indicador de Espécies, foram realizadas para comparar a composição de macroinvertebrados entre os períodos estacionais, verão e inverno, através do Pacote Estatístico PC-ORD Version 4.2 (MCCUNE & MEFFORD, 1997). Análises de variância (ANOVA hierárquica e medidas repetidas, Systat 11) foram realizadas para comparar a riqueza e abundância entre as regiões (superior, médio e inferior) da bacia hidrográfica do Rio dos Sinos e os trechos (superior, médio e inferior) dos nove arroios, seguidas de testes “post-hoc” (Tukey). A análise da influência dos parâmetros físico-químicos das águas na composição de macroinvertebrados entre os dois períodos estacionais foi realizada através da Análise de Correspondência Canônica (CCA), Pacote Estatístico PC-ORD Version 4.2 (MCCUNE & MEFFORD, 1997). A influência dos parâmetros físico-químicos das águas na riqueza e abundância de macroinvertebrados foi verificada

através da Análise de Componentes Principais (PCA), Pacote Estatístico PC-ORD Version 4.2 (MCCUNE & MEFFORD, 1997) e do teste de Regressão Linear (Systat 11).

RESULTADOS

Um total de 24.853 indivíduos de macroinvertebrados (Tabela 2) foi amostrado no período de estudo nos nove arroios da bacia do Rio dos Sinos. Os organismos coletados pertencem a 22 famílias de insetos, além de Collembola, quatro famílias de moluscos, três famílias de crustáceos e anelídeos das classes Oligochaeta e Hirudinea.

Os macroinvertebrados mais frequentes foram os insetos aquáticos (93%) incluindo diferentes estágios do seu ciclo de vida (larvas, náíades, pupas e adultos), seguido dos moluscos, anelídeos e crustáceos que representaram 7% das amostragens (Figura 2). As famílias mais frequentes foram Chironomidae (80,5%), Simuliidae (8,9%), Baetidae (3,1%), Hydropsichyidae (2,9%) e Elmidae (1,4%) (Figura 3).

A riqueza de macroinvertebrados variou entre as regiões da bacia hidrográfica ($F_{2,18} = 2,465$; $P = 0,000$). A região com maior riqueza foi a superior e a menor riqueza foi encontrada na região média e inferior ($P = 0,001$). A abundância de macroinvertebrados variou entre as regiões da bacia hidrográfica, ($F_{2,18} = 3,868$; $P = 0,04$). A região com maior abundância foi a inferior e a menor abundância foi encontrada na região superior e média ($P = 0,002$).

Cerca de 45,4% dos táxons estiveram presentes nas três regiões da bacia hidrográfica (superior, média e inferior). Dentre os 29 táxons amostrados na região superior, apenas quatro famílias de insetos aquáticos, (Leptophlebiidae, Psephenidae, Hydrobiosidae e Blaephariceridae) ocorreram exclusivamente nesta região. Na região inferior foram registrados 24 táxons e apenas uma família de moluscos (Physidae) teve

sua ocorrência restrita para a mesma. Para a região média foram identificados 20 táxons e nenhuma família foi exclusiva da região.

A riqueza de macroinvertebrados variou, entre os trechos dos arroios ($F_{2,18} = 2,810$; $P = 0,04$). O trecho com maior riqueza foi o inferior na região superior da bacia hidrográfica. A menor riqueza foi encontrada nos trechos inferiores da região média da bacia hidrográfica ($P = 0,004$). A abundância de macroinvertebrados não variou entre os trechos dos arroios ($F_{2,18} = 2,370$; $P = 0,073$).

A riqueza ($t = 0,266$, $df = 16$, $p = 0,794$) e abundância ($t = -1,109$, $df = 16$, $p = 0,284$) de macroinvertebrados não variaram entre os períodos estacionais (inverno e verão). A riqueza ($F_{1,18} = 1,089$; $P = 0,392$) e abundância ($F_{1,18} = 0,575$; $P = 0,684$) não variaram entre as estações do ano nas regiões e trechos dos arroios.

Do total de famílias encontradas nas estações do ano, 10 foram classificadas como coletores (32%), sete como predadoras (22%), seis como raspadores (18%), duas como coletor-filtrador (7%), um como generalista (3%), uma como coletor-predador (3%), uma como coletor-detritívoros (3%), uma como detritívoro-herbívoros (3%), uma como generalista (3%), uma como herbívoro (3%), uma como fragmentador (3%) e uma como parasita (3%), Tabela 3.

Os arroios estudados apresentaram águas com temperaturas variando entre (7°C e 27°C), com menores valores nos trechos superiores dos arroios e da bacia hidrográfica. Os valores de oxigênio dissolvido variaram de ($0,54\text{ mg/L}$) para o trecho inferior do arroio Peão (trecho inferior da bacia) e ($11,34\text{ mg/L}$) para a nascente do arroio Sinos (trecho superior da bacia). O oxigênio saturado variou de ($6,6\%$) no trecho inferior do arroio Peão (trecho inferior da bacia) e ($110,2\%$) na nascente do arroio Guarda (trecho médio da bacia). Os valores de condutividade variaram de ($18,3\text{ mS/cm}$) na nascente do arroio Sinos (trecho superior da bacia) e (857 mS/cm) no trecho inferior

do arroio Kruze (trecho inferior da bacia). O pH variou de ácido (4,73) no trecho inferior do arroio Sinos (trecho superior da bacia) a básico (8,1) na nascente do arroio Guarda (trecho médio da bacia). Os valores da turbidez variaram de (4,2 mg/L de SiO₂) no trecho inferior do arroio Sinos (trecho superior da bacia) a (309 mg/L de SiO₂) na nascente do arroio Tucanos (trecho médio da bacia). Os sólidos dissolvidos de (0,04) no trecho inferior do arroio Guarí-Taimbé (trecho inferior da bacia) a (5,488) no trecho inferior do arroio Kruze (trecho inferior da bacia). O potencial de oxirredução (ORP) variou de (35 mV) no trecho inferior do arroio Peão (trecho inferior da bacia) a (579 mV) na nascente do arroio Sinos (trecho superior da bacia). A velocidade variou de (0,2 m/s) no trecho médio do arroio Tucanos (região média da bacia) a (3,36 m/s) no trecho superior do arroio Carvalho (trecho superior da bacia). A profundidade variou de (0,5 cm) nos trechos superiores dos arroios Tucanos e Funil (trecho médio da bacia) e (47 cm) no trecho superior do arroio Guarda (trecho médio da bacia). Os habitats variaram de 1 a 4 e a maior diversidade foi encontrada nos trechos inferiores dos arroio (trecho superior da bacia), trecho superior dos arroios (trecho médio da bacia) e trecho médio do arroio (trecho inferior da bacia). As variações dos parâmetros físicos e químicos da água entre as estações amostradas, bem como, os diferentes habitats, estão representadas nas tabelas 4 e 5. Os coeficientes de correlação de Pearson entre as variáveis estão sumarizados na Tabela 6. No inverno e verão, a condutividade e os sólidos dissolvidos influenciaram a abundância ($r= 0.705$ $P= 0.003$). No inverno a temperatura e condutividade influenciaram negativamente a riqueza ($r= 0.682$ $P= 0.044$) e o oxigênio dissolvido, turbidez e habitat influenciaram negativamente a abundância ($r= 0.670$ $P= 0.048$). No verão a condutividade e pH influenciaram a riqueza de macroinvertebrados ($r= 0.650$ $P=0.058$).

Os dois primeiros eixos da análise de ordenação canônica explicaram 15.2% (12.3% pelo primeiro e 2.9% pelo segundo) da variação total na composição de macroinvertebrados nos arroios amostrados. Das variáveis ambientais estudadas, as que melhor explicaram a variação da composição de macroinvertebrados, segundo a correlação com o eixo “1” da ordenação, foram: temperatura ($r = 0.302$), turbidez ($r = 0.395$) e sólidos dissolvidos ($r = -0.364$). As famílias de insetos aquáticos Leptophlebiidae, Calopterigidae, Simuliidae, as famílias de crustáceos (Trichodactylidae e Palaemonidae) e a família de molusco aquático (Corbiculidae) foram mais frequentes nos arroios da região superior e média da bacia hidrográfica onde a temperatura e turbidez foram menores. A família de inseto aquático (Chironomidae) foi mais abundante nos arroios da região média e inferior da bacia onde a concentração de sólidos dissolvidos na água foi maior. Nenhuma variável esteve relacionada ao eixo 2, Tabela 7.

Os dois primeiros eixos da análise de ordenação canônica explicaram 40% (23.9% pelo primeiro e 16.1% pelo segundo) da variação total na composição de macroinvertebrados nos arroios durante o inverno, (Tabela 8). As variáveis ambientais que melhor explicaram a variação da composição de macroinvertebrados, segundo a correlação com o eixo “1” da ordenação, foram: Oxigênio dissolvido ($r = 0.520$), turbidez ($r = 0.450$), velocidade ($r = 0.608$), sólidos dissolvidos ($r = -0.673$) e profundidade ($r = -0.460$). As famílias de insetos aquáticos Baetidae, Leptophlebiidae, Elmidae, Leptoceridae, Simuliidae, Ceratopogonidae e Blaesphariceridae foram mais abundantes nos arroios da região superior da bacia hidrográfica que apresentaram maior concentração de oxigênio dissolvido e velocidade da água. A família Chironomidae foi mais abundante nos arroios da região média e inferior da bacia onde a profundidade e a concentração de sólidos dissolvidos na água foi maior.

Os dois primeiros eixos da análise de ordenação canônica explicaram 30.5% (21.4% pelo primeiro e 9.1% pelo segundo) da variação total na composição de macroinvertebrados nos arroios na estação de verão (Tabela 9). As variáveis ambientais que melhor explicaram a variação da composição de macroinvertebrados, segundo a correlação com o eixo “1” da ordenação, foram: Oxigênio dissolvido ($r = 0.666$), velocidade ($r = 0.233$), sólidos dissolvidos ($r = -0.556$), profundidade ($r = -0.623$). A turbidez ($r = 0.319$) esteve correlacionada com o eixo 2. As famílias de insetos aquáticos Caenidae, Perlidae, Hydropsychidae, Elmidae e a família de crustáceo (Aeglidae) foram mais abundantes nos arroios da região superior e média da bacia hidrográfica que apresentaram maior quantidade de oxigênio dissolvido e velocidade da corrente. A família de molusco aquático (Physidae) foi mais abundante nos arroios da região média e inferior da bacia onde a profundidade e a concentração de sólidos dissolvidos na água foi maior. As famílias de moluscos aquáticos (Hydrobiidae e Corbiculidae) foram mais abundantes em arroios da região superior, média e inferior da bacia hidrográfica que apresentaram maior turbidez na água.

A composição dos macroinvertebrados não variou ($A=0,031$; $P=0,235$) entre os períodos estacionais (inverno e verão). O Teste Indicador de Espécies mostrou que a família (Gryopterigidae), a ordem (Collembola) de insetos aquáticos e a classe de anelídeo (Oligochaeta) estiveram mais associadas com a estação de inverno ($P<0,03$) e a família de crustáceo (Trichodactylidae) esteve associada com a estação de verão ($P<0,01$). A composição de macroinvertebrados variou ($A=0.17$; $P=0.05$) na estação de verão. O Teste Indicador de Espécies mostrou associação ($P<0,05$) entre duas famílias de insetos aquáticos (Leptophlebiidae e Elmidae) com os trechos médios e inferiores dos arroios e a região superior da bacia hidrográfica. A família de crustáceo, Palaemonidae mostrou-se associada ($P<0,005$) com os trechos médios dos arroios da região média da

bacia. A composição dos macroinvertebrados não variou ($A=0.009$; $P=0.3$) na estação de inverno. O Teste Indicador de Espécies mostrou uma associação ($P<0,05$) entre cinco famílias de insetos aquáticos, sendo Leptophlebiidae, Perlidae, Elmidae e Philopotamidae mais associados com os trechos médios dos arroios da região superior da bacia e Leptohyphidae com os trechos inferiores dos arroios da região superior da bacia. A classe Oligochaeta mostrou associação ($P<0,05$) com os trechos médios da região inferior da bacia.

DISCUSSÃO

A comunidade de macroinvertebrados da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos esteve representada por todos os grupos taxonômicos comumente citados na literatura. De acordo com HYNES (1970), os insetos aquáticos compõem a maior parte da fauna de águas correntes. Nos arroios estudados, os insetos que ocorreram com maior frequência foram: Chironomidae, Simuliidae, Baetidae, Hydropsychidae e Elmidae. Aspectos comportamentais e ecológicos já haviam sido discutidos anteriormente (SCULLION *et al.*, 1982) e podem justificar a predominância de Trichoptera (Hydropsychidae), Plecoptera e Diptera (principalmente Simuliidae), em ambientes de correnteza, justamente porque estes organismos apresentam, respectivamente, adaptações morfológicas direcionadas à utilização de oxigênio dissolvido e captura de alimentos relacionados aos ambientes com correnteza (MERRITT & CUMMINS 1984, STRIEDER 2002).

A maior riqueza e abundância de macroinvertebrados em áreas de correnteza são amplamente discutidas na literatura (ALLAN 1995, UIEDA & GAJARDO 1996). Duas hipóteses podem explicar este padrão: 1) ambientes com maior correnteza possuem maior riqueza devido a fatores como disponibilidade de oxigênio e alimento e 2) a

colonização mais rápida neste ambiente ocorre pelo processo de deriva, onde os organismos aquáticos se desprendem do substrato e se fixam em um novo correnteza abaixo (MERRIT E CUMMINS 1984).

Os resultados indicaram uma maior riqueza de macroinvertebrados na região superior da bacia hidrográfica que é caracterizada por um terreno mais acidentado e encachoeirado (COMITESINOS 2000), com maior velocidade da água, confirmando as informações discutidas anteriormente. Nesta região a vegetação ciliar encontra-se parcialmente preservada contribuindo para o acréscimo de folhiço depositado no fundo dos arroios, possibilitando assim, formação de hábitats e microhábitats, utilizados como abrigo ou alimento para os macroinvertebrados (VANNOTE *et al.* 1980; HIRABAYASHI & WOTTON 1998; PASSOS *et al.* 2003), aumentando assim a heterogeneidade de hábitats e ambiente. Segundo VINSON & HAWKINS (1998), a riqueza e diversidade está relacionada com a heterogeneidade e complexidade de hábitats. No entanto, a maior abundância foi encontrada na região inferior da bacia, provavelmente devido à alta dominância de Chironomidade. As larvas deste inseto ocorrem normalmente em alta densidade e diversidade, com ciclo de vida curto e biomassa total elevada, o que lhes confere um importante papel no fluxo energético (HIGUTI *et al.* 1993). A dominância de organismos coletores, principalmente Chironomidae, indica um enriquecimento de matéria orgânica no sedimento (DÉVAI 1990) principalmente nos arroios da região inferior da bacia hidrográfica, onde a qualidade da água encontra-se comprometida devido a presença de esgoto, resíduos domésticos e industriais, procedentes de uma área densamente habitada (COMITESINOS 2000).

Os resultados não evidenciaram nenhuma diferença significativa na abundância de macroinvertebrados quanto à variação temporal, assemelhando-se com os mesmos resultados encontrados por CRECI-BISPO *et al.* (2007) e contrariando os padrões

encontrados por ANDRADE *et al.* (2008) e BAPTISTA *et al.* (2001), que observaram uma maior abundância nos meses considerados de seca. Conforme BAPTISTA *et al.* (2001) as maiores abundâncias encontradas nos períodos de seca, podem estar relacionadas com a disponibilidade e estabilidade do habitat, pois são menos afetados pela correnteza e permitindo assim, um melhor período para colonização dos macroinvertebrados.

A predominância de organismos coletores e predadores é semelhante ao encontrado por BUENO *et al.* (2003) e Callisto *et al.* (2001) ao contrário do encontrado por ANDRADE *et al.* (2008) que verificou a maior presença de predadores seguidos de coletores.

Os fatores físico-químicos são importantes na estruturação das comunidades biológicas em ambientes aquáticos, determinando a ocorrência e distribuição dos organismos (KLEEREKOPER 1990). Dos diversos fatores abióticos de importância na estruturação da comunidade, a temperatura, a disponibilidade de habitats, oxigênio dissolvido, condutividade, pH, sólidos dissolvidos e turbidez influenciaram a riqueza e abundância dos macroinvertebrados nos períodos estacionais. As alterações físico-químicas da água vem sendo discutidas na literatura (ESTEVES 1998, KLEEREKOPER 1990) e conforme RIBEIRO & UIEDA (2005), o aumento da pluviosidade causa um aumento no volume, alterando assim, as condições físicas da água como o pH, condutividade e na quantidade de sedimento que altera a qualidade do habitat refletindo na estruturação da comunidade, corroborando o padrão encontrado.

Neste contexto, o presente trabalho contribuiu para novas informações sobre a fauna de macroinvertebrados em ambientes lóticos da região nordeste do Rio Grande do Sul. Fornecendo assim, subsídios sobre a biodiversidade e para ações de preservação e restauração de ambientes aquáticos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLAN, J. D. 1995. **Stream ecology. Structure and function of running waters.** London. Chapman & Hall. 388p.
- AMOROS, C.; A. L. ROUX; J. L. REYGROBELLET; J. P. BRAVARD & G. PAUTOU. 1987. A method for applied ecological studies of fluvial hydrosystems. **Regulated rivers: reserch and management 1**: 17-36.
- ANDRADE, H. T. de A.; A.S. SANTIAGO & J. F. MEDEIROS. 2008. Estrutura da comunidade de invertebrados bentônicos com enfoque nos insetos aquáticos do Rio Piranhas-Assu, Rio Grande do Norte, Nordeste do Brasil. **EntomoBrasilis 1**(3): 51-56. Disponível em: [www: http://www.periodico.ebras.bio.br/ojs](http://www.periodico.ebras.bio.br/ojs)> Acessado em 03 de dezembro de 2008.
- BAPTISTA, D. E.; E.D. BUSS; L.F.M. DROVILLÉ & J.L. NESSIMIAN. 2001. Diversity and habitat preference of aquatic insects along the longitudinal gradient of the Macaé river basin, Rio de Janiero, Brazil. **Revista Brasileira de Biologia 61**(2): 249-258.
- BROWN, A. V. & P. P. BRUSSOCK. 1991. Comparisons of benthic invertebrates between riffles and pools. **Hydrobiologia 220**: 99–108.
- BUENO, A.A.P.; G. BOND-BUCKUP & B.P.F. FERREIRA. 2003. Estrutura da comunidade de invertebrados bentonicos em dois cursos d'água do rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Biologia 20**: 115-125.
- BUSS, D.F. 2001. Utilizando macroinvertebrados no desenvolvimento de um procedimento integrado de avaliação da qualidade da água de rios. **Dissertação de mestrado**, Rio de Janeiro: Programa de Pós-graduação em Ecologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- CALLISTO, M.; P. MORENO. & F.A.R. BARBOSA. 2001. Habitat diversity and benthic functional trophic groups at Serra do Cipó, southeast Brazil. **Revista Brasileira de Biologia 6**: 71-82
- CALLISTO, M.; M. GOULART; A. O. MEDEIROS; P. MORENO & C.A. ROSA. 2004. Diversity assesment of benthic macroinvertebrates, yeasts, and microbiological indicators along a longitudinal gradient in Serra do Cipó, Brazil. **Brazilian Journal of Biology 64**(4): 743-755
- CALLISTO, M. & Jr., J. F. GONÇALVES. 2005. Bioindicadores bentônicos. Impactos ambientais em ecossistemas aquáticos continentais. *In*: ROLAND, F., CESAR, D. e MARINHO, M. **Lições de Limnologia**. São Carlos: Rima. 371 – 379p (517p)
- COMITESINOS. 2000. **Enquadramento das águas da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos**. São Leopoldo, Impresul, 16p

- CARVALHO, E.M. & V.S. UIEDA. 2004. Colonização por macroinvertebrados bentônicos em substrato artificial e natural em um riacho da serra de Itatinga, São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia** **21** (2): 287-293.
- CASTELLA, E.; M. RICHARDOT-COULET; C. ROUX & P. RICHOUX. 1984. Macroinvertebrates as “describers” of morphological and hydrological types of aquatic ecosystems abandoned by the Rhône River. **Hydrobiologia** **119**: 219-225.
- COSTA, da F.L.M.; A. OLIVEIRA & M. CALLISTO. 2006. Inventário da diversidade de macroinvertebrados bentônicos no reservatório da estação ambiental de Peti, MG, Brasil. **Neotropical Biology and Conservation** **1**(1): 17-23
- CRECI-BISPO, V.L.; P.C. BISPO & C.G. FROEBLICH. 2007. Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera assemblages in two Atlantic Rainforest streams, Southeastern Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia** **24**(2): 312-318.
- DÉVAI, G. A. 1990. Ecological background and importance of the change of chironomid fauna in shallow Lake Balaton. **Hydrobiologia** **321**: 17-28.
- ESTEVES, F. A. 1998. **Fundamentos de limnologia**. Rio de Janeiro. Interciencia, 602p
- GALDEAN, N.; M.CALLISTO & F.A.R. BARBOSA. 2001. Biodiversity assesment of benthic macroivertebrates in altitudinal lotic ecosystems of serra do cipó (MG, Brazil). **Revista Brasileira de Biologia** **61**(2): 239-248
- GONÇALVES, J.F.JR.; M.A.S. GRAÇA & M. CALLISTO. 2007. Litter decomposition in a Cerrado savannah stream is retarded by leaf toughness, low dissolved nutrientes and a low density of shredders. **Freshwater Biology** **52**, 1440-1451
- GOULART, M. e CALLISTO, M. 2007. Mayfly Diversity in the Brazilian Tropical Headwaters of Serra do Cipó. **Brazilian Archives of Biology and Technology** **48**(6):983-996
- HAWKINS, C.P. & j. R. SEDELL.1981. Longitudinal and seasonal changes in functional organization of macroinvertebrate communities in four Oregon streams. **Ecology** **62**: 387-397
- HUAMANTINCO, A.A. & J.L. NESSIMIAN. 1999. Estrutura e distribuição espacial da comunidade de larvas de Trichoptera (Insecta) em um tributário de primeira ordem do Rio Paquequer, Teresópolis, RJ. **Acta Limnologica Brasiliensia** **11** (2): 1-16
- HIGUTI, J.; A.M. TAKEDA & A.C. PAGGI. 1993. Distribuição espacial da comunidade das larvas de Chironomidae (Insecta, Diptera) do Rio Baía (MS-Brasil). **Revista Unimar, Maringá** **15**: 65-81.
- HIRABAYASHI, K. & R.S. WOTTON. 1998. Organic matter processing by chironomid larvae (Diptera: Chironomidae). **Hydrobiologia** **382**: 151-159.

- HYNES, H.B.N. 1970. **The ecology of running waters**. 3 ed. Canada Toronto Press, Canada.
- JUNK, W. J., BAYLEY, P. B. e SPARKS, R. E. 1989. **The flood pulse concept in rivers – floodplain systems**. Special Publicattion. Canidian Fishery Aquatic Science, 106:110-127.
- KLEEREKOPER, H. 1990. **Introdução ao estudo de limnologia**. Porto Alegre, DNPA, 2ºed., 329p.
- LOPRETTO, E. C. & G. TELL, 1995. **Ecosistemas de águas continentales**. Metodologia para su estudo. Ediciones Sur, La Plata. Tomo III, 1401p.
- MARQUES, M.G.S.M., FERREIRA,R.L. & F.A.R. BARBOSA, 1999. A comunidade de macroinvertebrados aquáticos e características limnológicas das Lagoas Carioca e da Barra, Parque Estadual do Rio Doce, MG. **Revista Brasileira de Biologia** 59(2):203-210.
- McCUNE, B. & M.J. MEFFORD. 1997. **PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data**. MjM Software Design, Oregon.
- MERRITT, R. e CUMMINS, K. W. 1984. **An introduction to the aquatic insects of North america**. Iowa, Kendall/Hunt Publishing Company, 862p.
- MERRITT, R.W. & K.W. CUMMINS. 1996. **An Introduction to the Aquatic Insects of North America**. 3ª ed. Iowa.Kendall/Hunt Publishing Company, 758p.
- MORENO, P.; & M. CALLISTO. 2006. Benthic macroinvertebrates in the watershed of an urban reservoir in southeastern Brazil. **Hydrobiologia** 60:311-321
- MORETTI, M.S.; J.F.Jr. GONÇALVES; M. LIGEIRO & M. CALLISTO. 2007. Invertebrates Colonization on Native Tree Leaves in a Neotropical Stream (Brazil). **Hydrobiologia** 92(2): 199-210
- NEGISHI, J.N. & J.S. RICHARDSON. 2006. An experimental test of the effects of food resources and hydraulic refuge on patch colonization by stream macroinvertebrates during spates. **Journal of Animal Ecology** 75:118-129.
- PASSOS, M.I.S.; J.L. NESSIMIAN & L.F.M. DORVILLÉ. 2003. Distribuição espaço-temporal da comunidade de Elmidae (Coleóptera) em um rio da Floresta da Tijuca. Rio de Janeiro, RJ. **Boletim do Museu Nacional** 509:1-9
- PERES, J.M. 1982. Structure and dynamics of assamblages in the benthal. **Marine Ecology** 5: 119-185.
- RIBEIRO, L. O.& V.S. UIEDA. 2005. Estrutura da comunidade de macroinvertebrados bentônicos de um riacho de serra em Itatinga, São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia** 22(3): 613-618.

- SCULLION, J.; C.A. PARISH, N. MORGAN & R.W. EDWARDS. 1982. Comparison of benthic macroinvertebrate fauna and substratum composition in riffles and pools in the impounded River Elan and the unregulated River Wye, mid-Wales. **Freshwater Biology** 12:579-595.
- SILVEIRA, M.P.; J.F. QUEIROZ & C.R. BOEIRA. 2004. Embrapa, comunicado técnico 19. Protocolo de coleta e preparação de amostras de macroinvertebrados bentônicos em riachos. Disponível em: [www: http://www.cnpma.embrapa.br/public/conta](http://www.cnpma.embrapa.br/public/conta)>. Acessado em 03 de agosto de 2008.
- STENERT, C.; E.M. SANTOS & L. MALTCHIK. 2003. Os efeitos do pulso de inundação na comunidade de macroinvertebrados em uma lagoa associada a uma planície de inundação do sul do Brasil. *In*: HENRY, R. **Ecótonos nas interfaces dos ecossistemas aquáticos**. São Carlos: RIMA. 47-60p. (349 p)
- STRIEDER, M.N. 2002. Diversidade e distribuição de Simuliidae (Díptera, Nematocera) no gradiente longitudinal da Bacia do Rio dos Sinos, no Rio Grande do Sul, Brasil. **Entomol. Vect.** 9(4): 527-540.
- TUPINAMBÁS, T.H.; M. CALLISTO. & G. SANTOS. 2007. Benthic macroinvertebrate assemblages structure in two headwater stream, south-eastern Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia** 24(4): 887-897.
- UIEDA, V.S. & I.C.S.M. GAJARDO. 1996. Macroinvertebrados perifíticos encontrados em poções e corredeiras de um riacho. **Naturalia** 21:31-47
- USINGER, R. L. 1963. **Aquatic insects of California with keys to North American genera and California species**. California University Press, Berkeley, 508p.
- VAN DEN BRINK, F.W.B.; M.M. VAN KATWIJK & G.VAN DER VELDE. 1994. Impact of hydrology on phyto and zooplankton community composition in floodplain lakes along the Lower Rhine and Meuse. **J. Plank. Res.** 16: 351-373.
- VANNOTE, R. L.; G. W. MINSHALL; K. CUMMINS, J.R. SEDELL. & C. E. CUSHING. 1980. The river continuum concept. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences** 37: 130-137p
- VINSON, M.R. & C. P. HAWKINS. 1998. Biodiversity of stream insects variation at local, basin and regional scales. **Annual Revista Entomologia** 43: 271-293.
- WANTZEN, K.M.; A. RAMÍREZ & K.O. WINEMILLE. 2006. New vistas in Neotropical stream ecology – Preface.- J. N. **American Benthological Society** 25(1): 61-65.

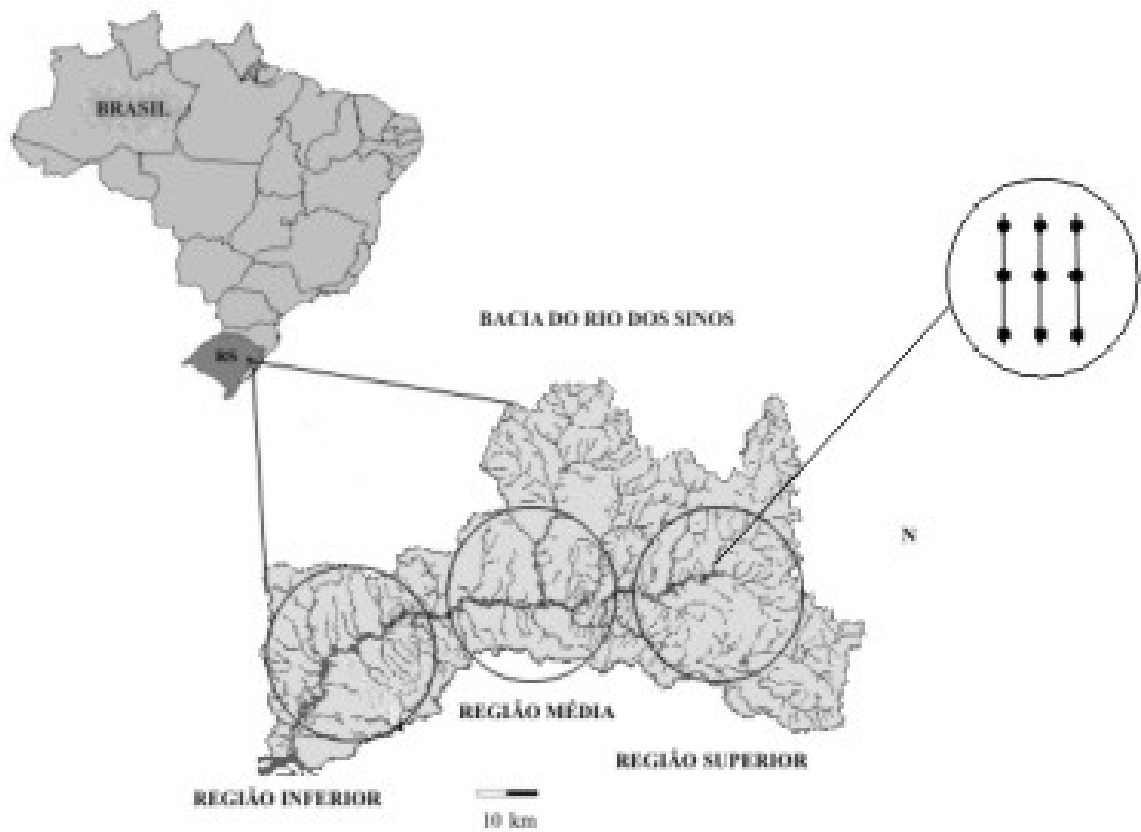


Figura 1. Mapa da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos incluindo as regiões e o delineamento amostral (três arroios com três pontos de coleta em cada região da bacia).



Figura 2. Macroinvertebrados mais freqüentes nos arroios da bacia do Rio dos Sinos: insetos aquáticos (93%) e moluscos, anelídeos e crustáceos que representaram 7% da amostragem

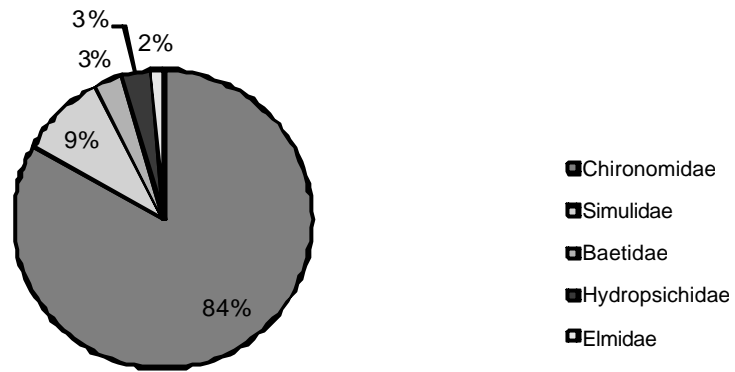


Figura 3. Famílias mais frequentes: Chironomidae (84%), Simuliidae (9%), Baetidae (3,1%), Hydropsychidae (2,9%) e Elmidae (1,4%)

Tabela 1. Municípios, arroios, localização geográfica, curso e ordem dos arroios, nos pontos de coleta da bacia hidrográfica do Rio dos Sinos

Municípios	Arroio	Localização Geográfica	Curso	Ordem
Caraá	Sinos	ponto 1: 29°42'24.33"S 50°17'28.36"O ponto 2: 29°43'32.43"S 50°16'57.40"O ponto 3: 29°45'44.49"S 50°19'41.54"O	Superior	3°
Caraá	Caraá	ponto 1: 29°50'27.00"S 50°18'17.25"O ponto 2: 29°50'30.62"S 50°21'13.48"O ponto 3: 29°47'48.34"S 50°24'48.30"O	Superior	3°
Santo Antônio da Patrulha	Carvalho	ponto 1: 29°50'15.59"S 50°26'30.82"O ponto 2: 29°49'0.42"S 50°27'22.40"O ponto 3: 29°47'45.08"S 50°28'31.67"O	Superior	2°
Taquara	Guarda	ponto 1: 29°45'4.18"S 50°44'52.60"O ponto 2: 29°43'4.09"S 50°48'10.41"O ponto 3: 29°41'54.88"S 50°48'52.65"O	Médio	3°
Taquara	Tucanos	ponto 1: 29°35'38.59"S 50°44'9.25"O ponto 2: 29°39'4.94"S 50°45'9.82"O ponto 3: 29°40'49.68"S 50°45'47.60"O	Médio	2°
Parobé	Funil	ponto 1: 29°36'15.00"S 50°50'44.21"O ponto 2: 29°38'0.07"S 50°51'19.33"O ponto 3: 29°39'28.59"S 50°51'31.28"O	Médio	2°
Novo Hamburgo	Guarí_Taimbé	ponto 1: 29°46'43.38"S 50°58'52.50"O ponto 2: 29°46'18.06"S 50°59'37.91"O ponto 3: 29°43'26.45"S 51°1'20.74"O	Inferior	3°
São Leopoldo	Kruze	ponto: 1 29°47'57.64"S 51°06'24.75"W ponto 2: 29°46'49.53"S 51°06'58.42"W ponto 3: 29°45'45.82"S 51°07'55.82"W	Inferior	2°
Novo Hamburgo divisa com São Leopoldo	Peão	ponto 1: 29°46'45.60"S 51°4'45.28"O ponto 2: 29°45'6.65"S 51°5'10.55"O ponto 3: 29°44'23.41"S 51°5'9.69"O	Inferior	2°

TABELA 2. Lista dos táxons com o número de indivíduos nos arroio da bacia hidrográfica do Rio dos Sinos nas duas estações amostradas, inverno e verão

TÁXONS	SINOS		CARAÁ		CARVALHO		ARROIOS FUNIL		GUARDA		TUCANOS		KRUZE		PEÃO		GUARÍ-TAIMBÉ		Total indivíduos
	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	
OLIGOCHAETA	1	0	1	0	3	0	1	0	0	0	1	0	1	1	140	0	67	0	216
HIRUDINEA	0	0	0	0	0	0	3	14	0	0	10	0	33	243	3	103	2	1	412
Hydrobiidae	1	4	3	8	26	50	4	1	205	241	6	73	0	0	0	0	0	0	622
Physidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	238	8	19	0	0	265
Planorbidae	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	5	1	0	1	0	0	0	1	9
Corbiculidae	0	0	0	0	0	3	0	0	2	5	3	3	0	0	0	0	5	2	23
Aeglidae	0	0	1	1	0	5	3	0	0	1	6	2	0	0	2	2	1	3	27
Palaemonidae	0	0	0	0	0	0	0	0	3	16	0	5	0	0	0	0	0	4	28
Trichodactylidae	0	0	0	4	3	1	0	3	0	2	0	3	0	0	0	1	0	3	20
Collembola	1	0	1	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	1	0	7
Baetidae	160	22	147	39	40	28	14	16	11	6	13	1	1	0	9	4	62	150	723
Caenidae	0	0	0	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	1	10
Leptohyphidae	21	0	7	3	5	21	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	58
Leptophlebiidae	27	6	11	0	6	46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	96
Calopterygidae	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	7	1	2	13
Libellulidae	0	0	1	1	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
Grypopterigidae	7	0	22	1	6	0	6	0	14	0	46	0	1	0	2	0	23	0	128
Perlidae	7	28	2	17	10	53	5	20	0	4	5	0	0	0	0	0	0	12	163
Elmidae	40	7	47	103	32	88	0	6	2	10	2	2	0	1	0	1	2	2	345
Gyrinidae	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	6
Psephenidae	0	3	0	1	1	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21
Calamoceratidae	3	0	1	2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	10
Glossosomatidae	0	0	0	1	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	14
Hydrobiosidae	0	4	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
Hydropsychidae	32	71	22	72	22	213	30	40	5	33	7	1	0	0	1	2	12	109	672
Leptoceridae	13	0	0	1	3	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	19
Philopotamidae	1	3	2	6	12	80	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	105
Pyralidae	0	0	2	5	1	16	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	6	1	33
Chironomidae	119	1	24	6	10	73	618	595	2	0	10	30	225	8990	1254	6679	7	63	18706
Simuliidae	402	40	247	81	141	14	41	485	15	0	19	219	4	212	22	3	54	66	2065
Ceratopogonidae	4	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	9
Blaephariceridae	3	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
Total indivíduos/Estação	842	203	542	364	322	727	725	1183	261	321	135	340	266	9689	1441	6824	247	421	24853

TABELA 3. Grupos Tróficos (GTF) da bacia hidrográfica do Rio dos Sinos; Arroios e Pontos de Coletas (APC) no período de julho a setembro de 2007 e março a abril de 2008.

	Classes	Ordens	Famílias	Grupos tróficos	Arroios e Pontos de coletas	
Phyllum Annelida	Oligochaeta	Tubificida		D-H	S1; F1; T1; K2; P2; GT1,2	
	Hirudinea			PA	S1; T1; F2,3; K1,2,3; P2,3; GT3	
Phyllum Mollusca	Gastropoda	Mesogastropoda	Hydrobiidae	R	S1,2; C1,2,3; CV3; F1,2; G1,2,3; T1,2	
		Basommatophora	Physidae	R	P8; K2,3; P2,3	
	Bivalvia	Veneroida	Planorbidae Corbiculidae	R C	CV1, T1,2,3, P3, K1, GT2 CV3; T2; GD1,2,3; T2; GT3	
Phyllum Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Aeglidae	P	C1; CV5; F2; T2; P1; GT1; GD1; P1,2; GT1,2	
			Trichodactylidae	C	CV3; C1; F1,2; GD1,2,3; T3; P1; GT1,2	
			Palaemonidae	C	GD1,2,3; T2; GT2	
Subphyllum Crustacea	Entognatha	Collembola		C	GD1, T1, GT1	
	Insecta	Ephemeroptera		C	S1,2,3; C1,2,3; CV1,2,3; F1,2; G1,2,3; T1,2; GT1,2,3; P1	
Phyllum Arthropoda	Subphyllum Uniramia	Odonata	Baetidae	C	GT1,2; C3; P1	
			Caenidae	C	S2,3; C2,3; CV1,2,3; G1	
			Leptohyphidae	C	S2,3; C2; CV2,3; G1	
			Leptophlebiidae	C	S1; CV2; F2; P1; GT1,2	
			Calopterygidae	P	C1,2; CV2; F1	
			Libellulidae	P	S2,3; C1,2,3; CV1,2; F1; G1,2,3; T1; K2; P1; GT1,2	
			Plecoptera	Grypopterigidae	P	S2,3; C2; CV2,3; F1,2; T1,2
				Perlidae	C-D	S1,2,3; AC1,2,3; CV1,2,3; G1,2,3; GT1
				Elmidae	P	GT1; C2,3
			Coleoptera	Gyrinidae	R	S2; C2; CV1,2,3
		Psephenidae		F	S3; C3; CV1	
		Calamoceratidae		R	C3; GT1; CV1,2,3	
		Trichoptera	Glossosomatidae	P	S1,3; C2	
			Hydrobiosidae	C-F	S1,2,3; C1,2; CV2,3; F1,2; G1; T1; P1; GT1,3	
			Hydropsychidae	G	S1,2; CV3; K1	
			Leptoceridae	C	S1; C2,3; CV1,2,3	
		Lepidoptera	Philopotamidae	H	C2,3; CV1,2; GT1; F1; GD1	
			Pyralidae	C	S1,2,3; C1,2,3; CV1,2,3; F1,2,3; G2,3; T1,2,3; K1,2,3; P1,2,3; GT1,2,3	
		Diptera	Chironomidae		C-F	S1,2,3; C1,2,3; CV1,2,3; F1, G1, T1,2; K1; P1,2; GT1,2
				Simuliidae	C-P	S1; C1; K3
Ceratopogonidae	R		S2			
Blaeophariceridae						

GTF): C= coletor; C-F= coletor-filtrador; C-P= coletor-predador; C-D= coletor-detritivoro; D-H= detritivoro-herbívoro; H= herbívoro; F= fragmentador; G= generalista; P=predador; PA= parasita; R= raspador; **APC):** S=Arroio Sinos; C=Arroio Caraá; CV=Arroio Carvalho; G=Arroio da Guarda; T=Arroio Tucanos; F=Arroio Funil; GT=Arroio Guari-Taimbé; P=Arroio Peão; K=Arroio Kruze

Tabela 4. Inverno: variação dos fatores físico-químicos (temperatura, oxigênio saturado, oxigênio dissolvido, condutividade, turbidez, Ph, sólidos dissolvidos e potencial redox) da água nos arroios da bacia hidrográfica do Rio dos Sinos e os respectivos pontos de coletas.

Arroios/pontos	temp	ox. sat.	ox. diss.	cond.	tur.	pH	sólid.	ORP	Prof.	Velocidade	Hábitat
Sinos 1	7,48	91,3	11,34	18,3	70	4,8	0,119	404	5,87	0,49	3
Sinos 2	10,78	94,2	10,77	23,4	148,6	5,28	0,5	375	22,5	0,68	2
Sinos 3	11,56	89	9,96	38,6	131,7	5,61	0,248	368	15,5	1,72	1
Caraá 1	12,63	86,5	9,52	49,4	142,6	5,56	0,494	348	12,7	0,52	3
Caraá 2	12,36	86,8	9,66	49	145	5,65	0,313	359	9,75	1,19	3
Caraá 3	12,38	89,1	10,3	53,3	173,3	5,73	0,341	355	7,95	1,18	1
Carvalho 1	14,4	88,1	9,37	79,6	134,9	6,43	0,509	297	9,5	3,36	3
Carvalho 2	15,8	96,6	9,91	73	146,1	6,25	0,468	334	20	0,61	3
Carvalho 3	16,4	97,2	9,84	77,9	155,1	6,24	0,5	327	32,75	0,75	4
Guarda 1	22,62	110,2	9,88	160,9	154,6	8,1	1,030	273	16,25	1,01	3
Guarda 2	21,5	87,7	8,02	123,4	78,6	6,72	0,79	291	38	0,29	3
Guarda 3	20,3	81,9	7,67	117	180	6,64	0,747	294	38,75	0,6	2
Tucanos 1	15,16	96,7	10,07	68,9	309	6,21	0,44	301	4,87	1,01	3
Tucanos 2	19,23	81,6	7,8	157,7	292,3	6,67	1,010	243	19,75	0,22	2
Tucanos 3	20,29	57,7	5,39	168,5	89,9	6,35	107,9	315	17,75	0,29	2
Funil 1	18,87	82,6	7,92	125,2	86,4	6,49	0,801	299	20	0,68	4
Funil 2	20,55	90,6	8,43	139,6	163,9	6,59	0,888	301	16,75	0,48	2
Funil 3	22,4	49,6	4,46	418	160,8	6,91	2,676	321	18	0,33	2
Kruze 1	11,25	91,1	10,21	89,2	79,4	5,56	0,569	288	17,75	0,74	3
Kruze 2	11,77	89,5	10,03	26,2	88,3	5,65	1,670	321	25,25	0,4	2
Kruze 3	13,64	72,8	7,8	312,5	101,3	5,95	1,998	257	26,25	0,3	2
Peão 1	12,55	93,8	10,36	58,2	96,7	5,11	0,372	358	26,25	0,3	2
Peão 2	16,32	71,2	7,22	124,3	131	5,61	0,795	293	31,75	0,57	2
Peão 3	18,14	40,1	3,79	119,8	65,7	5,71	0,769	289	32,75	0,44	1
Guarí 1	13,9	88,6	9,48	44,8	285,8	4,85	0,288	390	47	0,85	3
Guarí 2	14,26	92,1	9,79	43,9	304,7	4,88	0,283	388	83	0,25	2
Guarí 3	18,89	91,3	8,8	63,3	95	5,89	0,04	311	33,75	0,58	3

Tabela 5. Verão: variação dos fatores físico-químicos (temperatura, oxigênio saturado, oxigênio dissolvido, condutividade, turbidez, pH, sólidos dissolvidos e potencial redox) da água nos arroios da bacia hidrográfica do Rio dos Sinos e os respectivos pontos de coletas.

Arroios/pontos	Temp.	Ox. sat.	Ox. Diss.	Cond.	Turb.	pH	Sólid.	ORP	Prof.	Velocidade	Hábitat
Sinos 1	17,82	89,8	9,07	19,7	202	4,73	0,125	545	2,9	0,83	3
Sinos 2	18,24	81,5	7,85	24,7	130,9	5,13	0,158	72	13,7	0,93	3
Sinos 3	21,15	85,6	7,91	41,8	4,2	5,93	0,125	469	22	0,75	3
Caraá 1	18,67	79,6	7,67	65,6	165,2	5,65	0,423	514	6,5	0,55	3
Caraá 2	19,81	80	7,52	72,3	162	5,85	466	579	10	0,76	3
Caraá 3	22,5	80,6	7,22	75,1	144,1	6,08	0,48	513	12,75	1,06	4
Carvalho 1	19,69	65,7	6,15	197,6	115,2	6,83	1.267	508	5,25	0,24	2
Carvalho 2	21,74	82	7,45	150	176	6,89	0,96	519	13	0,45	2
Carvalho 3	21,75	82,9	7,22	158,7	217,8	6,65	1.016	534	9,25	0,43	2
Guarda 1	21,27	82,8	7,68	187,4	121,8	6,53	120	321	2,87	2,8	4
Guarda 2	21,73	71,5	6,48	856	97,7	6,12	856	322	23,75	0,2	2
Guarda 3	22,03	75,7	6,82	122,1	96,3	6,14	0,78	362	18,5	0,55	2
Tucanos 1	27,35	92,3	7,54	119	26,5	6,93	1	346	0,55	0,4	2
Tucanos 2	22,1	79,8	7,03	176,1	142,9	6,41	1.130	354	19	0,16	2
Tucanos 3	23,82	69,4	6,01	184,8	92,4	6,18	1.118	321	26	0,29	3
Funil 1	19,91	48,5	4,6	173	131,4	5,95	1.109	284	0,5	0,53	3
Funil 2	21,54	59,9	5,47	104	186,4	6,04	1.037	270	14,75	0,35	3
Funil 3	23,33	69,3	6,1	408,1	98,7	6,84	2.613	318	14,72	0,24	2
Kruze 1	21,17	58,3	5,37	126,3	95,5	5,72	0,809	269	17,5	0,3	2
Kruze 2	21,48	42,6	3,86	749,6	115,6	6,48	4.781	285	25	0,55	4
Kruze 3	24,5	20,3	1,81	857,2	102,7	6,66	5.488	281	16	0,18	1
Peão 1	22,72	71,7	6,41	64,8	125,8	5,47	415	272	8,7	0,18	2
Peão 2	23,76	17,3	1,65	264,4	132,2	6,1	1.695	156	18	0,2	2
Peão 3	24,31	6,6	0,54	562,2	125,7	6,75	3.638	35	26	0,58	2
Guarí 1	21,62	74	6,74	73,5	113,1	5,59	0,471	331	21,75	0,35	3
Guarí 2	23,2	68,3	6,31	75,2	115,4	5,46	0,481	367	24	1,42	2
Guarí 3	21,85	63,8	5,81	69	87,8	5,58	440	364	14	0,35	3

Tabela 6 Correlação entre as variáveis ambientais, (temperatura, oxigênio saturado, oxigênio dissolvido, condutividade, turbidez, pH, sólidos dissolvidos e potencial redox) medidas nos nove arroios da bacia hidrográfica do Rio dos Sinos entre os períodos de julho a setembro de 2007 e março a abril de 2008.

	Temp.	Ox. sat.	Ox. Diss.	Cond.	Turb.	pH	Sólid.	ORP	Prof.	Veloc.	Hábitat
Temp.	1	*0,000	*0,000	*0,001	0,325	*0,001	0,258	0,993	0,553	0,369	0,253
Ox. Sat.	0,412	1	*0,000	*0,000	0,255	0,091	0,369	*0,002	0,369	*0,04	*0,04
Ox.	0,511	0,349	1	*0,000	0,365	*0,001	0,587	*0,008	0,369	*0,02	0,096
Diss.											
Cond.	0,610	0,458	0,852	1	0,258	*0,001	*0,02	*0,03	0,953	0,361	0,240
Turb.	0,321	0,359	0,456	0,982	1	0,213	0,654	0,877	0,245	0,250	0,377
PH	0,352	0,268	0,321	0,354	0,841	1	0,789	0,998	0,367	0,326	0,344
Sólid.	0,450	0,357	0,654	0,781	0,258	0,098	1	0,261	0,469	0,960	0,922
ORP	0,251	0,159	0,987	0,359	0,269	0,120	0,361	1	0,254	0,570	0,538
Prof.	0,256	0,147	0,164	0,246	0,147	0,135	0,991	0,256	1	0,944	0,997
Veloc.	0,361	0,369	0,953	0,258	0,251	0,253	0,783	0,258	0,982	1	*0,03
Hábitat	0,453	0,258	0,456	0,369	0,877	0,541	0,098	0,997	0,098	0,250	1

* $p < 0,05$

Tabela 7. Verão e inverno: resumo da análise de Correspondência Canônica.

Resumo da análise	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3
Análise de Correspondência Canônica: conjunto de dados (9 pontos)			
Auto valor	0.536	0.128	0.062
Variância acumulada dos táxons (%)	12.3	15.2	16.6
Correlação de Person:variáveis ambientais-táxons	0.795	0.663	0.395
Teste de monte Carlo para correlação de variáveis ambientais-táxons	0.000	0.007	0.481

Tabela 8. Inverno: resumo da análise de Correspondência Canônica.

Resumo da análise	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3
Análise de Correspondência Canônica: conjunto de dados (9 pontos)			
Auto valor	0.69	0.467	0.119
Variância acumulada dos táxons (%)	23.9	40.0	44.1
Correlação de Person:variáveis ambientais-táxons	0.942	0.748	0.720
Teste de monte Carlo para correlação de variáveis ambientais-táxons	0.001	0.165	0.505

Tabela 9. Verão: resumo da análise de Correspondência Canônica.

Resumo da análise	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3
Análise de Correspondência Canônica: conjunto de dados (9 pontos)			
Auto valor	0.669	0.284	0.073
Variância acumulada dos táxons (%)	21.4	30.5	32.8
Correlação de Person:variáveis ambientais-táxons	0.892	0.721	0.485
Teste de monte Carlo para correlação de variáveis ambientais-táxons	0.002	0.03	0.358