

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Instituto de Biociências

Departamento de Ecologia

**Macroinvertebrados aquáticos associados a espécies vegetais nativas
na nascente de um riacho subtropical, RS, Brasil**

Eduardo Luís Ruppenthal

UFRGS - BIBLIOTECA
INST. BIOCIÊNCIAS

Trabalho de conclusão apresentado ao Instituto de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como parte dos requisitos necessários para conclusão de curso de Bacharel em Ciências Biológicas – Ênfase Ambiental.

Orientador: Dr. Gilberto Gonçalves Rodrigues

Porto Alegre, 20 de novembro de 2008

“Dos rios se diz que são violentos.
Mas ninguém diz,
Violentas,
As margens que os comprimem.”
Berthold Brecht

Aos rios, arroios, riachos e igarapés. Tudo começa com uma nascente, Salve!

Ao rio Maquiné.

Ao rio Taquari.

As suas belezas.

Ao rio Pelotas.

Ao rio Uruguai.

Ao rio Vale do Ribeira.

Ao rio Madeira.

Ameaçados por inúmeras barragens.

Ao Rio São Francisco.

Rio da Integração Nacional, ameaçado pelo projeto de Transposição de suas águas.

AGRADECIMENTOS

À minha família, meus pais, Olavo e Seli, sem eles não estaria estudando, às minhas irmãs e meus irmãos: Isolete, Isolde, Gilberto, Rosemeri e Evandro, sem eles não estaria estudando. Aos meus cunhados e cunhadas: Carlos Alberto, Volnei, Rosane e Joice. Aos meus sobrinhos e sobrinhas: Gustavo, Leonardo, Letícia, Luana, Maria Luiza, Vinícius, Ana Júlia e Olívia. À minha vó Frida. Aos avôs in memoriann. E minha avó Leonida (in memoriann), minha segunda mãe.

À minha colega de campo: Cecília.

Aos meus colegas de laboratório: André, Andréia, Cecília, Thiago e Verônica.

Ao Márlon Vasconcelos pela ajuda na identificação dos tricópteros.

À professora de Zoologia, Dra. Paula Araújo, pela ajuda na de identificação dos crustáceos.

À professora de Zoologia, Dra. Inga L. Veitenheimer Mendes pela identificação dos moluscos.

Ao professor de Botânica, Dr. Paulo Brack, pela ajuda na identificação das plantas.

Ao Centro de Pesquisas e Conservação da Natureza Pró-Mata (CPCN/PUCRS), pelo alojamento, em especial às cozinheiras e peões, e toda infra-estrutura durante as saídas de campo.

Ao Centro de Ecologia pela infra-estrutura disponibilizada.

Ao Departamento de Ecologia (professores, funcionários e colegas).

Ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Instituto de Biociências da Ufrgs.

À CAPES/PRODOC, pelos recursos.

Ao meu orientador Gilberto Gonçalves Rodrigues, como amigo, a quem agradeço a amizade desde o primeiro semestre quando ainda professor da Disciplina Zoologia de Campo e depois com orientação e apoio para a realização da pesquisa.

À toda população brasileira que sustenta a Universidade Pública, Gratuita e de Qualidade.

ÍNDICE

Apresentação	6
Artigo científico: Macroinvertebrados aquáticos associados a espécies vegetais nativas na nascente de um riacho subtropical, RS, Brasil.	7
Resumo	7
Abstract	8
Referencial teórico	9
Introdução	11
Objetivos	11
Objetivo geral	11
Objetivos específicos	12
Material e Métodos	12
Área de estudo	12
Delineamento amostral	13
Resultados	14
Discussão	19
Conclusão	23
Considerações Finais	24
Referências	25
Anexos	30

APRESENTAÇÃO

Este trabalho está estruturado na forma de artigo científico e aborda questões relacionadas à relação entre o ecossistema aquático e terrestre através do estudo de processos ecossistêmicos (produção, consumo e decomposição). Principalmente no que se refere a abundância da fauna de macroinvertebrados aquáticos em folhas de espécies nativas da mata ciliar de um trecho na nascente de um riacho de altitude em clima subtropical. A nascente se encontra em uma área preservada e com poucos impactos ambientais depois de 1994, quando ocorreu a criação do Centro de Pesquisas e Conservação da Natureza Pró-Mata (CPCN/PUCRS). O Centro está localizado no município de São Francisco de Paula (RS) em uma área de confluência de três formações vegetais: Campos de Cima da Serra, Floresta Ombrófila Mista e Densa.

Macroinvertebrados aquáticos associados a espécies vegetais nativas na nascente de um riacho subtropical, Rio Grande do Sul, Brasil.

(Macroinvertebrados em nascente de riacho subtropical).

RUPPENTHAL, E. L., NIN, C. S. & RODRIGUES, G. G.

Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Instituto de Biociências, Programa de Pós-Graduação em Ecologia. Av. Bento Gonçalves, 9000, Bloco IV, Prédio 43.422, CEP 91540-000, Brasil. Tel: ++55-51-3308-7664; Fax: 3308-7626. Porto Alegre, RS. Autor para correspondência: gilberto.rodrigues@ufrgs.br

RESUMO: Macroinvertebrados aquáticos associados a espécies vegetais nativas na nascente de um riacho subtropical, Rio Grande do Sul, Brasil. A nascente do Arroio Garapiá está localizada no município de São Francisco de Paula, pertence à Bacia Hidrográfica do Rio Maquiné. O trecho onde foram conduzidos os experimentos está inserido na Mata Ombrófila Mista (Mata Atlântica stricto sensu). Para a identificação dos macroinvertebrados foram realizados experimentos de colonização foliar. Para isso, foram utilizadas bolsas únicas e mistas com folhas de três espécies arbóreas nativas coletadas no local de estudo. Foram expostas um total de 80 bolsas, sendo 40 bolsas simples de *Myrcine lorentziana* (MIRCINACEAE) e 40 bolsas mistas com as espécies: capororoca (*M. lorentziana*), cambará (*Gochnatia polymorpha*, ASTERACEAE) e murta (cf. *Myrceugenia glaucescens*, MIRTACEAE). Após 24 h, 7, 14, 28, 60, 90, 120 e 210 dias, 4 réplicas de cada bolsa, foram retiradas para processamento e análise em laboratório. Os macroinvertebrados que colonizaram as bolsas foram: Insecta (Diptera, Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Coleoptera, Odonata), Crustacea, Gastropoda, Aranae, Acari e Oligochaeta. *Hyalella* sp. (Amphipoda, Crustacea) e *Pothamolithus kusteri* (Gastropoda, Mollusca) predominaram ($\geq 50\%$) na colonização até 90 dias de exposição. A colonização principalmente de Chironomidae, seguido de outros grupos ocorreu a partir de sete dias, com um predomínio ($\geq 50\%$) aos 120 dias. Verificou-se que *P. kusteri* que possui hábito raspador e *Hyalella* atuam na fragmentação foliar, proporcionando a colonização de outros grupos funcionais, principalmente Chironomidae. Conclui-se que a presença destes

consumidores (fragmentadores/retalhadores e raspadores), contribuem efetivamente para o processo de decomposição foliar na nascente deste curso d'água de 1ª. ordem.

Palavras-chave: colonização foliar, fragmentadores, nascente, *Myrcine lorentziana*, *Gochnatia polymorpha*, *Myrceugenia glaucescens*.

ABSTRACT: **Aquatic macroinvertebrates associated to native riparian forest species of headwater of a subtropical river, Rio Grande do Sul State, Brazil.** The headwater of the Garapiá creak belongs to the hydrological basin of the River Maquiné, and it is inserted in Rain Tropical Forest (Mata Atlântica stricto sensu). In this study was analysed the colonization of macroinvertebrates in leaf bags during June 2004 to January 2005. For this experiments 80 leaf bags of three native trees were taken, being 40 simple leaf bags with *M. lorentziana*, and 40 of mixing leaves with the species: *M. lorentziana*, *Gochnatia polymorpha* (ASTERACEAE) and cf. *Myrceugenia glaucescens* (MIRTACEAE). After 24 hours, 7 days, 14, 28, 60, 90, 120 and 210 days, 4 samples units were removed for processing and analysis in laboratory. Insecta (Diptera, Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Coleoptera, Odonata), Crustacea, Gastropoda, Aranae, Acari and Oligochaeta were the more representative taxa of the community. *Hyaella* sp. (Amphipoda, Crustacea) and *Pothamolitus kusteri* (Gastropoda, Mollusca) had predominated ($\geq 50\%$) in the setting up to 90 days of exposition. The colonization of Chironomidae, followed of other groups occurred from seven days, with a predominance ($\geq 50\%$) to the 120 days. *P. kusteri* has scraper habitat, while *Hyaella* has a shredder functional type. We concluded that the presence of the consumers (shredders and scrapers) contributes effectively for the process of foliar decomposition in the headwater of this first-order river.

Key-words: leaf colonization, shredders, headwater, *Myrcine lorentziana*, *Gochnatia polymorpha*, *Myrceugenia glaucescens*.

REFERENCIAL TEÓRICO

Sistemas lóticos podem apresentar extensões de dezenas e até milhares de quilômetros, sendo classificados como arroios de primeira ordem no caso das nascentes, atingindo até a classificação de rios de 12ª ordem como é o caso do Amazonas (Giller e Malmqvist, 1998).

As nascentes dos cursos d'água de 1ª ordem possuem dossel fechado que permite baixa incidência da luz solar, prejudicando a produção primária ou autotrófica (dificuldade da realização da fotossíntese pelas algas, perifíton e/ou plantas macrófitas). O material alóctone que entra nos pequenos rios representa a base da energia primária captável pelos consumidores nesses sistemas (Fisher & Likens, 1973; Cummins, 1974; De La Cruz & Post, 1977; Anderson & Sedell, 1979).

O material orgânico oriundo da zona ripária é formado em sua maioria por folhas, mas também por outras partes vegetais como galhos e diásporos (frutos e sementes) (Webster et al., 1999). Depositam-se no solo e/ou atingem diretamente a calha dos cursos d'água, desencadeando processos ecossistêmicos (produção, consumo e decomposição) nestes sistemas.

O processo de decomposição foliar em sistemas lóticos inicia-se com a queda das folhas oriundas da mata ciliar. Ocorre uma quebra mecânica da folha e conseqüente dissolução de nutrientes. Logo existe a colonização por fungos (Gessner et al., 2007), juntamente com as bactérias (Buesing e Gessner, 2005). Seguindo este processo, ocorre a colonização por macroinvertebrados aquáticos (Webster e Benfield, 1986).

A decomposição foliar é diretamente relacionada com a composição florística da zona ripária, já que o material vegetal difere quanto à correlação C:N, apresenta diferentes quantidades e qualidades de compostos secundários, diferentes teores de lignina e presença ou ausência de pilosidade. Assim, a decomposição foliar pode ser dentro de um gradiente classificada como rápida, moderada ou lenta. Além da qualidade e quantidade do material alóctone, a decomposição dependerá também da estrutura das comunidades dos organismos bentônicos, em termos de composição e riqueza de espécies, abundância e densidade (Webster e Benfield, 1986).

Entre os sistemas naturais mais alterados e impactados do mundo estão os cursos d'água (Jungwisth et al., 2002; Malmqvist, 2002; Barbosa, 2005), sendo refletores das

condições do entorno, pois captam as características circundantes (Lemos, 2003 e Barbosa, 2005). Pouco é sabido sobre as interações ecótonas x organismos, ecótopos físicos (espaços de morfologia e relevo) e decisões que assegurem sua manutenção (Schwarzbold, 2000). Sendo que existe a necessidade do conhecimento para a conservação, manejo e restauração das matas ciliares e cursos d'água, o objetivo deste trabalho é avaliar as relações ecológicas existentes entre o ambiente aquático e a zona ripária, através de estudos de colonização de macroinvertebrados associados ao folhiço e decomposição foliar de espécies nativas que integram a mata ciliar do Arroio Garapiá.

A estrutura da comunidade bentônica depende da quantidade e qualidade de material alóctone (Webster e Benfield, 1986) ressaltando assim, a importância do aporte e deriva do material proveniente da mata ciliar e assim a sua composição de espécies vegetais, pois existem condições especiais para o estabelecimento de plântulas e o zoneamento arbóreo e arbustivo em áreas úmidas. A ocorrência destas espécies, bem como a formação da vegetação ripária, encontra-se diretamente relacionados ao ciclo hidrológico e variações nas dimensões do sistema aquático lótico, seja ele longitudinal, lateral, vertical, temporal e as trocas com a atmosfera (Lévêque, 2001).

Na vegetação ripária do Arroio Garapiá existem espécies com ampla distribuição geográfica: *Myrcine lorentziana* (MIRCINACEAE), ocorre desde Minas Gerais ao Rio Grande do Sul, também nos países da Argentina e Uruguai, fazendo parte de quase todas as formações vegetais; *Gochnatia polymorpha* (ASTERACEAE), característica da Mata Atlântica, sendo que sua distribuição acompanha o bioma, do Rio Grande do Sul à Bahia, podendo estar em baixas altitudes. Está em risco de extinção na categoria vulnerável (Projeto RS Biodiversidade, 2007). Utilizado como fitoterápico contra os males do sistema respiratório e confundido com outra espécie arbórea (*Lantana Camara*, Verbenaceae), (Mentz e Schenkel, 1989); cf. *Myrceugenia glaucescens*, (MIRTACEAE), ampla distribuição no Rio Grande do Sul, desde a região Serra do Sudeste aos Campos de Cima da Serra (Marchiori, 2004).

INTRODUÇÃO

Em ambientes aquáticos há uma grande diversidade de organismos, dentre os quais os macroinvertebrados exercem um importante papel nos processos ecológicos (Allan, 1995), demonstrado em diversos estudos que a presença de macroinvertebrados alteram a velocidade de decomposição foliar, tanto em regiões temperadas (Webster et al., 1999) com nas regiões tropical (Rosemond et al., 1998) e sub-tropical (Villela et al., 2004).

Os macroinvertebrados podem ser utilizados como indicadores ambientais (Callisto et al., 2001; Rosenberg e Resh, 1993; Barbosa, 2005) pela sua estreita relação com o ambiente, características estruturais (ocorrência e abundância) e funcionais (grupos alimentares específicos) influenciados pelas condições abióticas do ambiente (Gafner e Robinson, 2007).

Segundo Vanotte et al. 1980, a adaptação das comunidades de invertebrados bentônicos às condições do trecho do rio que ocupam faz com que haja grupos funcionais que se ajustam à disponibilidade de alimento. Na sua hipótese (River Continuum Concept ou RCC), a estrutura física do rio determina a estrutura e composição da comunidade biótica (Melo, 2001) e trechos de baixa ordem pelas suas condições propiciariam um maior aporte de energia alóctone, assim uma maior proporção de fragmentadores (Cummins et al., 1989). Seguindo com os raspadores e coletores, nos trechos de ordem média, e coletores nos de ordem alta. A proporção de predadores seria igual para todos os trechos.

OBJETIVOS

Objetivo geral

Interpretar os processos ecossistêmicos na nascente de um curso d'água subtropical na Mata Atlântica, no que tange a colonização de macroinvertebrados em folhas de espécies arbóreas nativas da mata ciliar.

Objetivos específicos

- a) Caracterizar a fauna de macroinvertebrados de cursos d'água, através de estudos da colonização foliar;
- b) Verificar se há diferenças entre a colonização da fauna de macroinvertebrados aquáticos em bolsas contendo somente folhas de *Myrcine lorentziana* (MIRCINACEAE) em comparação com bolsas contendo folhas de *M. lorentziana*, *Gochnatia polymorpha* (ASTERACEAE) e cf. *Myrceugenia glaucescens* (MIRTACEAE);

MATERIAL E MÉTODOS

a) Área de estudo

A nascente do Arroio Garapiá está localizada no Centro de Pesquisas e Conservação da Natureza Pró-Mata (CPCN/PUCRS), que se situa no município de São Francisco de Paula, RS, com altitude em torno de 900m em uma matriz paisagística formada por Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Mista e Campos de Cima da Serra.

O arroio em estudo é afluente do Rio Maquiné e são formadores da Bacia Hidrográfica do Rio Maquiné (Anexo 1), considerado um rio eurreico, segundo a classificação de Schäfer, pois toda a sua extensão fica localizada em uma zona úmida.

Nin et al, 2008, inventariaram 47 morfoespécies vegetais, pertencentes a 25 famílias de Angiospermas. Nesta florística, o pinheiro brasileiro [*Arcaucaria angustifolia* (Bertoloni) Otto Kuntze] aparece como espécie predominante seguido de outras espécies como o xaxim (*Dicksonia sellowiana* Hook) e o cambará [*Gochnatia polymorpha* (Less) Cabr. ssp *floccosa* Cabr.], o que a caracteriza como Floresta Ombrófila Mista.

Nesta região, segundo o sistema de classificação de Köppen, é do tipo Cfb1 (Moreno, 1961; Oliveira, 2003). A variedade "Cfb" caracteriza-se por apresentar chuvas durante todos os meses do ano, tendo a temperatura do mês mais quente inferior a 22,0 °C e a do mês mais frio superior a 3,0 °C. Dados obtidos da estação meteorológica, localizada em São Francisco de Paula, registram temperatura média de 14,5 °C e precipitação anual de 2.252mm, caracterizando um excedente hídrico elevado ao longo de todo ano. Durante o período de outubro 2004 a outubro 2005 foi registrada temperatura média da água de 11,10

$\pm 3,13$ °C em águas oxigenadas, com média do oxigênio dissolvido de $10,42 \pm 2,26$ mg/L e pH circum-neutral de $6,42 \pm 0,14$ e condutividade elétrica de $20,70 \pm 2,72$ $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Nin et al., 2008).

b) Delineamento amostral

Os experimentos de colonização foliar por macroinvertebrados ocorreram no período de 12 de junho de 2004 a 14 de janeiro de 2005 em um tempo máximo de 210 dias de exposição. Para estes experimentos foram utilizadas bolsas simples e mistas com folhas de três espécies arbóreas nativas coletadas no local de estudo. Foram expostas 80 bolsas, sendo 40 bolsas simples de *Myrcine lorentziana* (MIRCINACEAE) e 40 bolsas mistas com as espécies: capororoca (*M. lorentziana*), cambará (*Gochnatia polymorpha*, ASTERACEAE) e murta (cf. *Myrceugenia glaucescens*, MIRTACEAE).

As bolsas foram expostas em trecho na nascente do riacho, que apresentava pH neutro (6,55) e bem oxigenado (OD. 8,40 mg/l) e após 24 h, 7 dias, 14, 28, 60, 90, 120 e 210 dias, quatro réplicas de cada bolsa, foram retiradas para processamento e análise em laboratório. As bolsas foram abertas, o material vegetal foi lavado em peneiras de 0,2 mm e após levadas à estufa por 48 h para obtenção de peso constante. O material retido nas peneiras foi processado (triados e separados) com auxílio de estereomicroscópio. A identificação foi realizada em nível de família, com auxílio de chaves de identificação McCafferty (1981), Strixino e Strixino (1985), de Stehr (1987), Fernández e Dominguez (2001) e Eisenbeis e Wichard (2001), com exceção de *Hyalella* sp, *Pothamolitus kusterii* e *Phylloicus* sp. que foram identificados por especialistas.

c) Análise estatística

Testes de análise de variância ANOVA foram realizados para verificar se havia diferença significativa entre a abundância total dos macroinvertebrados em bolsa simples e mistas; e diferenças em cada período. Foi realizado também teste para verificar se havia diferença significativa entre a abundância de cada taxa em bolsas simples e mistas.

RESULTADOS

a) Composição da fauna de macroinvertebrados na nascente do arroio Garapiá

A fauna de macroinvertebrados na nascente de arroio Garapiá é composta principalmente por Insecta (Diptera, Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Coleoptera, Odonata), Crustacea (Amphipoda), Mollusca (Gastropoda), Aranae, Acari e Oligochaeta. Exemplos de copepodos (Copepoda, Crustacea) foram encontrados associados ao material, mas apesar de algumas espécies apresentarem hábito bentônico, não foram incluídos como macroinvertebrados.

Dentre os macroinvertebrados, Amphipoda foi representado somente por um taxa *Hyalella* sp., *Pothamolitus kusterii* foi o único representante de Mollusca-Gastropoda e *Phylloicus* sp., o único de Trichoptera (Calamoceratidae). Os demais foram identificados em nível de Família e/ou Ordem devido sua baixa representatividade em termos de números de organismos e/ou durante todo o período do estudo.

b) Abundância total da fauna em bolsas simples e bolsas mistas

A média observada para fauna de macroinvertebrados nas bolsas simples foi 108,97 [$\pm 76,521EP$], com um máximo de organismos de 228,75 e mínimo 2,0. Enquanto para as bolsas mistas a média foi de 103,87 [$\pm 79,420 EP$] com máximo de 233,75 e mínimo de 2,75. Verificou-se que a abundância total da fauna de macroinvertebrados não diferiu estatisticamente entre as bolsas simples e mistas (Fig. 1).

A colonização de macroinvertebrados em bolsas simples e mistas apresentou padrão similar com aumento da abundância a partir da exposição (24 h) e decréscimo a partir de 90 dias (bolsas mistas) e 120 dias (bolsas simples). No entanto, não foi observada diferença significativa da abundância da fauna entre as bolsas simples e mistas para a maior parte do período (24 h a 120 dias), com exceção aos 210 dias (ANOVA, $F= 8,3443$; $P= 0,0277$; $\alpha= 0,05$) (Fig. 2).

Taxa		Abundância
OLIGOCHAETA		118
MOLLUSCA		
Gastropoda		
Hidrobiidade	Pothamolithus kusterii	1.418
ARTHROPODA		
Crustacea		
Amphipoda		
Hyallelidae	Hyallela sp.	3.026
Insecta		
Trichoptera		
Calamoceratidae	Phylloicus sp.	143
Plecoptera		64
Ephemeroptera		197
Odonata		72
Coleoptera		22
Diptera		
Chironomidae		1.728
Ceratopogonidae		5
Tipulidae		3
Psycodidae		1
Rhagionidae		3
CHELICERATA		
Aranae		72
Acari		4

Tabela 1 - Macroinvertebrados aquáticos na colonização em bolsas simples (*Myrcine lorentziana*) e bolsas mistas (*M. lorentziana*, *Gochnatia polymorpha* e cf. *Myrceugenia glaucescens*) no período de 12 de junho de 2004 a 14 de janeiro de 2005 na nascente do Arroio Garapiá, RS, Brasil.

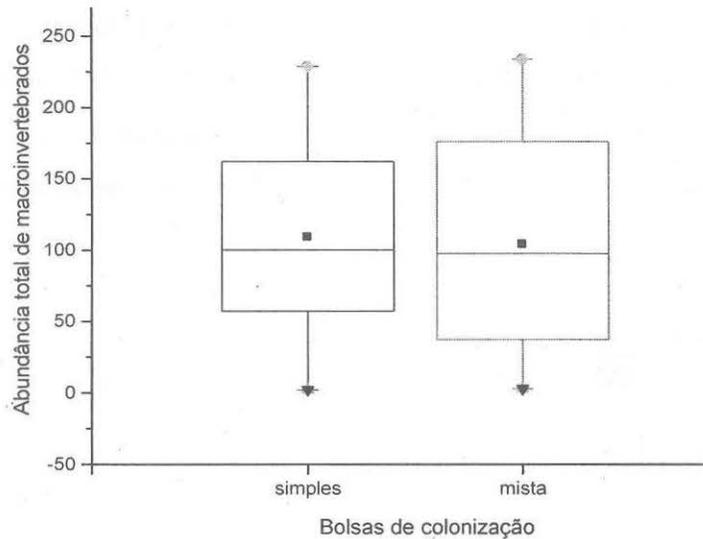


Figura 1 – Abundância total da fauna de macroinvertebrados na colonização em bolsas simples (*Myrcine lorentziana*) e bolsas mistas (*M. lorentziana*, *Gochnatia polymorpha* e cf. *Myrceugenia glaucescens*).

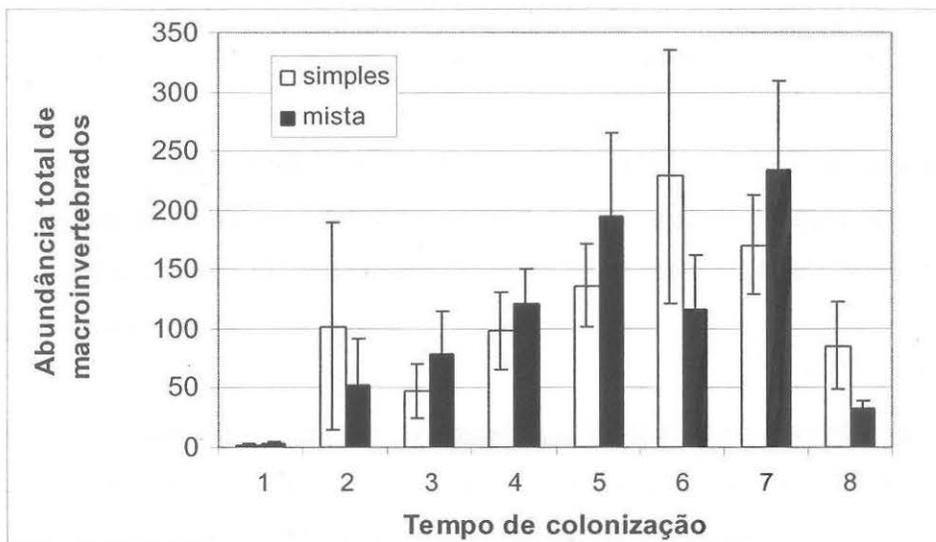


Figura 2 – Abundância da fauna de macroinvertebrados em bolsas simples (*Myrcine lorentziana*) e mistas (*M. lorentziana*, *Gochnatia polymorpha* e cf. *Myrceugenia glaucescens*) não foi significativa estatisticamente, exceto nos 210 dias, durante o período de 12 de junho de 2004 a 14 de janeiro de 2005 na nascente do Arroio Garapiá, RS, Brasil (1=24h; 2=7 dias; 3=14 dias; 4=30 dias; 5=60 dias; 6=90 dias; 7=120 dias; 8=210 dias).

A abundância relativa dos grupos no período de colonização mostrou que as espécies *Hyaella* sp. e *Pothamolitus kusteri* predominaram ($\geq 50\%$) na colonização até 90 dias de exposição. A colonização principalmente de Chironomidae, seguido de outros grupos ocorreu a partir de sete dias, com um predomínio ($\geq 50\%$) aos 120 dias (Fig. 3).

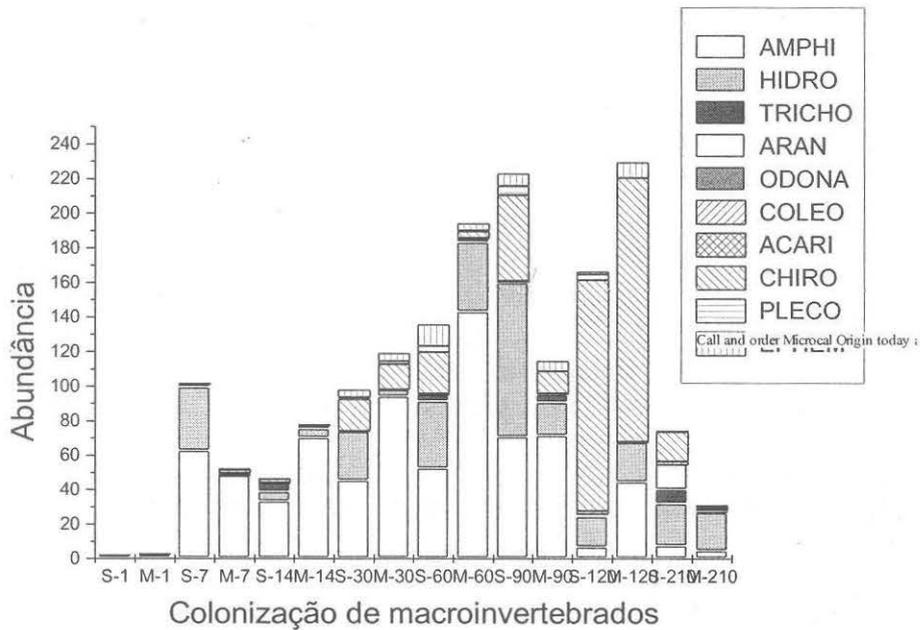


Figura 3 – Abundância relativa da fauna de macroinvertebrados na colonização em bolsas simples (*Myrcine lorentziana*) e bolsas mistas (*M. lorentziana*, *Gochnatia polymorpha* e cf. *Myrceugenia glaucescens*) no período de 12 de junho de 2004 a 14 de janeiro de 2005 na nascente do Arroio Garapiá, RS, Brasil.

A figura 4 mostra o aumento da abundância de macroinvertebrados em relação à perda de massa foliar em bolsas contendo somente *Myrcine lorentziana* e bolsas contendo a combinação de 3 espécies (*M. lorentziana*, *Gochnatia polymorpha* e cf. *Myrceugenia glaucescens*).

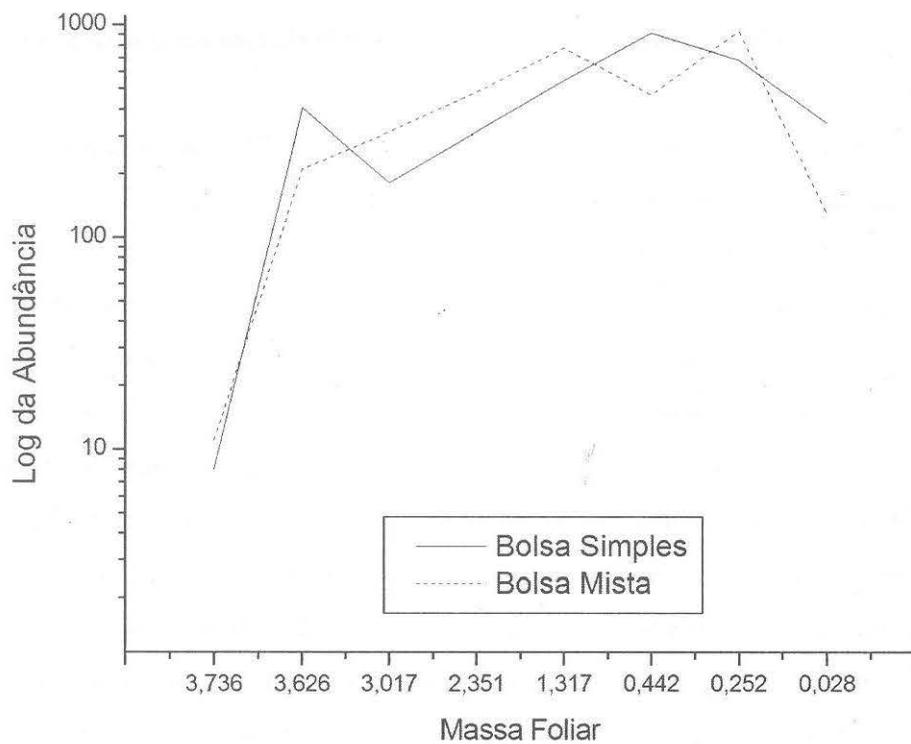


Figura 4. Abundância da fauna de macroinvertebrados aumenta com a perda da massa foliar na em bolsas simples (*Myrcine lorentziana*) e bolsas mistas (*M. lorentziana*, *Gochnatia polymorpha* e cf. *Myrceugenia glaucescens*) no período de 12 de junho de 2004 a 14 de janeiro de 2005 na nascente do Arroio Garapiá, RS, Brasil.

DISCUSSÃO

a) A colonização dos macroinvertebrados e seus grupos funcionais

O processo de colonização das folhas por parte dos consumidores inicia-se logo depois da quebra mecânica e colonização por fungos e bactérias, participando da fase inicial do processo, isso pôde ser visto já nas primeiras 24 horas. *Hyallela* e *P. kusteri* foram os pioneiros nesta colonização já a partir de 24h de exposição. A categorização para estes organismos é incerta devido as suas atividades. *P. kusteri* atua como raspador stricto sensu, pois através da rádula, este raspa a superfície foliar alimentando-se do perifiton aderido ao substrato. No entanto, este ato raspador, provavelmente, auxilia na degradação do mesófilo foliar. Já *Hyallela*, atua como retalhador alimentando-se de fragmentos do mesófilo foliar. Estes herbívoros, no entanto, podem ser classificados como detritívoros, devido ao ato de alimentar-se de matéria orgânica morta ou decomposta. De fato, eles contribuem para o aumento da abundância dos demais taxa, que alimentam-se do material orgânico particulado fino. Chironomidae coloniza as folhas a partir de sete dias de exposição, no entanto após 120 dias é que se observa a dominância deste taxa. Chironomidae apresenta uma diversidade de tipos funcionais, desde filtradores, coletores, fragmentadores e predadores. Neste estudo, não se chegou a classificação em nível taxonômico específico, mas pode-se hipotetizar que a colonização inicial possa ter sido por predadores e/ou fragmentadores, seguindo uma colonização do material já acondicionado por generalistas (coletores).

Outros taxas que também colonizaram as folhas também podem ser classificados como fragmentadores stricto sensu, como Tipulidae (Diptera) e *Phylloicus* (Trichoptera) (Rincón, 2003). Coleoptera, Ephemeroptera, Plecoptera e Acari apresentam organismos tanto predadores, como raspadores (larvas de Elmidae, Coleoptera) (Paprocki, 1997). As ninfas de Odonata e as aranhas são predadoras por excelência (sensus Cummins). Oligochaeta, por sua vez, apresenta o hábito exclusivamente detritívoros e foi um dos taxa dominantes no estudo de deposição de material orgânica alóctone na nascente do Arroio Garapiá (Nin et al. 2008).

b) A nascente do Arroio Garapiá no Conceito de Rio Contínuo (RCC)

Na zona de produção como proposto por Vanote et. al., 1980, predomina fragmentadores, predadores e baixo número de coletores e filtradores. Na nascente do arroio Garapiá predomina também os fragmentadores, mas estes formados principalmente por consumidores (gastropoda e anfípoda) atuando na colonização do material foliar.

Portanto, os insetos aquáticos não foram os primeiros consumidores a retalharem a matéria orgânica na colonização das bolsas simples e mistas no Arroio Garapiá como postula o RCC. Pois, além de Trichoptera (Insecta), duas espécies predominaram até os 90 dias, sendo que *Hyalella* sp. (Amphipoda), *Pothalmolithus kusteri* (Crustácea), são fragmentadores e raspadores respectivamente, obrigatoriamente não se alimentam diretamente das folhas. Essa diferença pode ser explicada pela localização do Arroio Garapiá, localizado no Sul do Hemisfério Sul com clima subtropical. Enquanto a RCC foi baseada principalmente para rios de zona temperada da América do Norte. A localização geográfica, a geomorfologia e o clima (precipitação, etc) são condicionantes básicos para a definição de um rio e de sua fauna aquática (Schwarzbold, 2000).

Os resultados encontrados à partir da colonização das bolsas simples e mistas na nascente do Arroio Garapiá são corroborados com as pesquisas feitas na Nova Zelândia, onde questionou-se as generalizações feitas pelo RCC. Nos riachos neozelandeses, os insetos são pobremente representados e os dominantes são os raspadores (Winterbourn et al., 1981).

A aplicação de modelos de distribuição longitudinal das comunidades para rios (RCC) tem recebido várias críticas e complementações, principalmente pelo mesmo não considerar a dimensão lateral destes ambientes (Junk et al., 1989; Sedell et al., 1989) e outras dimensões extremamente importantes: vertical, temporal e as trocas com a atmosfera (Lévêque, 2001). Ao não considerar estas outras dimensões, simplesmente deixa de considerar a mata ciliar e sua constituição. Esta exerce um controle fundamental sobre as comunidades, tanto em influências físicas ao canal, como barreiras, quanto pelo tipo de matéria orgânica introduzida no sistema (Padrocki, 1997). Apesar do aporte de matéria foliar ser em grande quantidade nos sistemas aquáticos tropicais e sub-tropicais, durante o

ano todo (Nin, et al., 2008) dentre o grupo de macroinvertebrados aquáticos, encontram-se poucos insetos verdadeiramente retalhadores nesta região (Wantzer & Wagner, 2006).

Um dos motivos dessa diferença em relação às regiões temperadas aparece devido à grande quantidade de predadores presentes em sistemas neotropicais, os quais influenciam a dieta dos insetos, e fazem assim, com que os organismos apresentem comportamento mais generalista para a obtenção de alimentos (Wantzer & Wagner, 2006).

A constituição da mata ciliar é outro elemento que não pode deixar de ser considerado, pois a natureza morfológica e química do material foliar de espécies das regiões neotropicais, por apresentarem maior diversidade devido às pressões ecológicas; possui, também, maior quantidade de compostos secundários utilizados na defesa contra a herbivoria (Poorte et al., 2004; Wantzen et al., 2002 & Santiago, 2007). As características inerentes às espécies vegetais são mantidas (atividade antibacteriana, metabólicos secundários, etc), o que influencia também no consumo (colonização das folhas) pelo biofilme fúngico e demais consumidores e que podem ficar atuando mesmo depois da entrada nos sistemas aquáticos (Barbosa, 2005).

c) Relações ecológicas entre a colonização dos macroinvertebrados e a decomposição foliar

Em estudo realizado por Ruppenthal et al. (2007) foi avaliada a importância da decomposição foliar de *M. lorentziana* nos processos ecológicos e desta em combinação com *G. polymorpha* e cf. *M. glaucescens*. Os resultados mostram que o aumento da colonização de macroinvertebrados aumenta à medida que a decomposição das folhas se intensifica, atribuindo parte deste processo a atuação da fauna aos processos de decomposição. Ruppenthal et al. (2007) verificou-se que o remanescente de massa foliar (%R) para *M. lorentziana* foi de %R = 0,69 [± 0,69 EP] e para a combinação das três espécies foi de %R= 9,89 [± 3,29 EP]. Mas, esta diferença não foi significativa estatisticamente para as perdas de massa foliar para todo o processo de decomposição.

Entretanto ao analisar cada período, este autor verificou que a partir de 60 dias de exposição, existe certa aceleração do processo de decomposição foliar em bolsa única em relação à bolsa mista. O que se verifica neste estudo, é que a abundância da fauna de

macroinvertebrados não diferencia-se estatisticamente quando analisados a comparação entre os dois tipos de bolsas para todos os períodos, com exceção do final do experimento (210 dias). A dominância de *Hyalloa*, seguida de *Pothamolitus kusterii* denota a importância destas espécies no processo de decomposição foliar. Estas taxas por apresentarem hábitos detritívoros (*Hyalloa*) e herbívoro (*P. kusterii*) atuam na fragmentação do material foliar, facilitando a sucessão de outros grupos de consumidores que degradam partículas menores, como o caso de larvas de Chironomidae (Insecta, Diptera).

Inúmeros autores (Padrocki, 1997; Uieda & Gajardo, 1996; Bueno et al. 2003) encontram Chironomidae como taxa dominante ao estudarem a estrutura da comunidade biótica em cursos d'água no Brasil. No entanto, estes estudos não observaram a sucessão da colonização ao longo do tempo como no arroio Garapiá. Chironomidae contabiliza alta abundância principalmente a partir de 120 dias de colonização, porém desde uma semana de exposição já é observado a colonização das larvas.

Stumpf et al. (2003) estudando a estrutura da comunidade de invertebrados bentônicos em um riacho de 1ª ordem em outra nascente do Rio Maquiné (Arroio Carvão) verificou a presença dos mesmos taxas encontrados na nascente do arroio Garapiá. Estes autores ao estudarem os trechos superior (nascente), médio e inferior não encontraram grandes diferenças na relação de família presentes nos três trechos, mas sim na abundância de indivíduos por família em cada trecho. Em todo o curso d'água, Elmidae (Coleoptera) com hábito - por excelência raspador, foi o taxa mais representativo com 38%. Na nascente do Garapiá, as larvas de coleópteros obtiveram baixa representatividade, atribuindo a *P. kusterii* a ocupação deste hábito (raspador). *Phylloicus* - outro taxa fragmentador, também foi uma espécie representativa na nascente do Arroio Garapiá. Rincón et al. (2003) estudando a preferência alimentar e taxas de crescimento de *Phylloicus* sp. em riachos intermitentes da Venezuela, verificou que o taxa exibe preferências por tipos de folhas com baixa lignina e alto conteúdo de nitrogênio e fósforo. Devido ao prévio consenso de que os retalhadores em riachos tropicais são mais generalistas do que os fragmentadores de ecossistemas de altas altitudes, os resultados encontrados evidenciam certa seletividade alimentar para espécimes de *Phylloicus* sp. (Rincón, 2003).

d) Relações ecológicas entre a colonização dos macroinvertebrados e a mata ciliar

Nin et al. (2008) verificou que as estruturas foliares na cabeceira do Arroio Garapiá constituem o componente mais importante do material alóctone, em termos de biomassa, podendo ser definida como zona de produção. A influência da vegetação ripária na produção primária ocorre quase constantemente em todos os períodos do ano.

Desse modo, as nascentes do Rio Maquiné seriam fortemente influenciadas pela vegetação ripária, que devido ao sombreamento, reduz a produção autotrófica, além de contribuir com material alóctone. Estes resultados confirmam as hipóteses de Nin et al. (2008) que sugere que o folhiço, oriundo da mata ciliar, funciona como micro-hábitat servindo de substrato e recurso alimentar para inúmeros macroinvertebrados aquáticos que participam dos processos de consumo e decomposição foliar, portanto, fundamentais para o fluxo de energia nos ecossistemas aquáticos da região.

A maior perda de massa foliar em menor tempo contribui com uma maior produção primária líquida para o sistema aquático da nascente do Arroio Garapiá (Ruppenthal et al., 2007) e isso está diretamente relacionado com uma maior abundância dos macroinvertebrados.

CONCLUSÃO

Não verificou-se diferenças significativas entre a abundância de macroinvertebrados em bolsas contendo somente *Myrcine lorentziana* e bolsas contendo a combinação de *M. lorentziana*, *Gochnatia polymorpha* e cf. *Myrceugenia glaucescens* até 120 dias de exposição. Diferenças foram encontradas somente no final do experimento aos 210 dias, quando restava menos de 10% de massa foliar.

As presentes observações discordam em parte com o RCC, quanto à presença dos grupos funcionais na nascente do arroio Garapiá, pois em vez de insetos aquáticos fazendo a função de retalhar o material foliar, temos a presença de um molusco (raspador) e um crustáceo (fragmentador), mas que no final cumprem seu papel funcional. Outras dimensões, além da longitudinal precisam ser consideradas,

principalmente a mata ciliar (sua composição florística e suas relações diretas com os macroinvertebrados aquáticos).

A nascente do Arroio Garapiá apresenta características típicas de zona de produção, conclui-se que os fragmentadores (retalhadores/raspadores) atuam de forma mais intensa nos primeiros períodos de decomposição, auxiliando na degradação do material foliar e fazendo com que a matéria orgânica seja particulada, influenciando assim o a colonização de organismos de distintos grupos funcionais.

REFERÊNCIAS

- AFONSO, A. A. DE O. 1993. Aporte, retenção e decomposição da serapilheira de mata galeria e características físicas, químicas e hidrológicas em duas secções do córrego Itaúna (Itatinga, SP), bacia do Alto Paranapanema. São Carlos, SP. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de São Carlos, 1993.
- ANDERSON, N.H. & SEDELL, J.R. Detritus processing by macroinvertebrates in stream ecosystems. *Ann. Rev. Ent.* 24: 351-377, 1979.
- BARBOSA, A. F., 2005. Desenvolvimento de metodologia para análise de impacto e monitoramento ambiental a partir do estudo do metabolismo de sistemas aquáticos utilizando os processos de decomposição e colonização foliar por macroinvertebrados como indicativo da qualidade ecológica d'água. Monografia (Bacharelado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- BRETSCHKO, G. & H. MOSER. Transport and retention of organic matter in riparian ecotones. *Hydrobiologia* 251: 95–101, 1993.
- BUENO, A.P.; BOND-BUCKUP, G. FERREIRA, B.D.P. (2003). Estrutura da comunidade de invertebrados bentônicos em dois cursos d'água do Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 20(1):115-125.
- BUESING, N., e GESSNER, M. O. 2005. Secondary production and growth of litter-associated bacteria. In: Graça, M.A.S., F. Bärlocher, and M.O. Gessner (eds) *Methods to study litter decomposition: A practical guide*. Springer, Berlin, pp 205-210.

- CALLISTO, M., MORETTI, M, & GOULARD, M.D., 2001. Macroinvertebrados bentônicos como ferramenta para avaliar a saúde dos rios. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 6, 71-82.
- COLWELL, R.K. Community biology and sexual selection: Lessons from hummingbird flowers mites. In: *Community Ecology*. DIAMOND J. CASE T.J. (Eds.). Harper & How Publishers, New York, 1986.
- CONNERS, M.E. & NAIMAN, R.J. Particulate allochthonous inputs: relationships with stream size in an undisturbed watershed. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 41: 1473-1484, 1984.
- CUMMINS, K.W. Structure and function of stream ecosystems. *Bioscience* 24:631-641, 1974.
- CUMMINS, K.W. The study of stream ecosystems: a functional view. In: POMEROY, L.R. & ALBERTS, J.J. (Eds). *Concepts of ecosystem ecology*. New York, Spring Verlag. p. 247-262, 1989.
- DE LA CRUZ, A.A. & POST, H.A. Production and transport of organic matter in a woodland stream. *Arch. Hydrobiol.* 80: 227-238, 1977.
- EISENBEIS, G. & WICHARD, W. 2001. *Atlas on the biology of soil arthropods*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, New York, EUA.
- FERNÁNDES, H. R. & DOMINGUES, E. (Org). *Guia para la identificación de los artrópodos bentónicos sudamericanos*. Secretaria de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional de Tucumán, Argentina, 2001.
- FISHER, S.G. & LIKENS, G.E. Energy flow in Bear Brook, New Hampshire: an integrative approach to stream ecosystem metabolism. *Ecol. Monogr.* 43: 421-439, 1973.
- GAFNER, K. & ROBINSON, C. T., 2007. Nutrient enrichment influences the response of stream macroinvertebrates to disturbance. *Journal of the North American Benthological Society*, 26: 92-102.
- GUESSNER, M.O., GULIS, V., KUEHN, K.A., CHAUVET, E e SUBERKROPP, K. 2007. Fungal decomposers of plant litter in aquatic ecosystems. In: Kubicek e Druzhimira (Eds) 2007. *Environmentd and microbial relationships*, 2nd Edition, *The Mycota IV*. Springer – Verlag, Berlim Heidelberg. pp 301 – 324.
- GUAJARDO, G.A.M., VALDOVINOS, C.Z., AZOCAR, M., OYANEDEL & MOYA, C.P. Influencia del uso del suelo de cuencas de la cordillera de la costa sobre la

- composición de comunidades de macroinvertebrados fluviales: resultados preliminares. In: III CONGRESSO SOCIEDAD CHILENA DE LIMNOLOGÍA, Punta Arenas, Chile, 2006.
- GILLER, P.S. & MALMQVIST, B. 1998. The biology of streams and rivers: biology of habitats. Oxford University Press. 296 pp.
- HOUCK, M.A. Review: Phoresy by Hemisarcoptes (Acari: Hemisarcoptidae) on Chilocorus (Coleóptera: Coccinellidae). In: BRUIN, J.; VAN DER GEEST L.P.S. & ABELIS, M.W. S. (Eds.). Influence of subelytral ultrastructure. Ecology and Evolution of Acari. Kluwer Academic Pub. Dordrecht, 1999.
- IVERSEN, M. T., J. THORUP & SKRIVER, J. Inputs and transformation of allochthonous particulate organic matter in a headwater stream. *Holarct. Ecol.* 5: 10-19, 1982.
- KAUSHIK, N.K. & HYNES, H.B.N. The fate of the dead leaves that fall into streams. *Arch. Hydrobiol.* 68: 465-515, 1971.
- KING, J.M., DAY, J.A., DAVIES, B.R. & HENSHALL-HOWARD, M.P. Particulate organic matter in a mountain stream in the south-western cape, South Africa. *Hydrobiologia.* 154: 165-187, 1987.
- JUNGWISTH, M, MUHAR. S. e SCHMITZ, S. 2002. Re-establishing and assessing ecological integrity in riverine landscapes. *Freshwater Biology.* 47: 867-887.
- JUNK, W.J., BAYLEY, P.B., SPARKS, R.E..The flood pulse concept in river-floodplain systems. In D. P. Dodge (ed) *Proceeding of the International large river symposium.* Can. Spec. Publ. Fish. Aquatic. Sci., p. 110-127, 1989.
- LEMOS, C. A. 2003. Qualidade da água de uma bacia hidrográfica inserida na reserva da Mata Atlântica, Maquiné, Rio Grande do Sul, Brasil. Instituto de Biociências, Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 92 pp. Dissertação de Mestrado.
- LÉVÊQUE, C.,2001. *Ecologia. Do ecossistema à biosfera.* Paris, França. 572 pp.
- MALMQVIST, B. 2002. Aquatic invertebrates in riverine landscapes. *Freshwater Biology.* 47: 679-694.
- MARCHIORI, J. N. C., *Fitogeografia do Rio Grande do Sul: campos sulinos.* – Porto Alegre, EST, 2004.

MCCAFFERTY W.P. Aquatic entomology. Jones and Bartlett Publishers, Boston and London, 1981.

MELO, A. S.; FROELICH, C.G. (2001). Macroinvertebrados in neotropical streams: richness patterns along a catchment and assemblage structure between two seasons. *J.N. Am. Benthol. Soc.* 20(1): 1-16.

MEYER, J.L., WALLACE, J.B. & EGGERT, S.L. Leaf litter as a source of dissolved organic carbon in streams. *Ecosystems*. 1: 240-249, 1998.

MINSHALL, G.W. Role of allochthonous detritus in the trophic structure of a woodland springbrook community. *Ecology*. 46: 139-149, 1967.

MORENO, J.A. 1961. Clima do Rio Grande do Sul. Secretaria da Agricultura, Porto Alegre.

MOSER, H. Input of Organic Matter (OM) in a low order stream (Ritrodal–Lunz study area, Austria). *Verh. int. Ver. Limnol.* 24: 1913–1916, 1991.

NELSON, D.J. & SCOTT, D.C. Role detritus in the productivity of a rock-outcrop community in a piedmont stream. *Limnol. Oceanogr.* 7: 396-413, 1962.

NIN, C.S., RUPPENTHAL, E.L., & RODRIGUES, G.G. Produção de folhicho e fauna associada em curso d'água de cabeceira na floresta aluvial, Rio Grande do Sul, Brasil. *Acta Scientiarum*, 2008.

OLIVEIRA, J.M. Padrões e processos espaço-temporais em ecótonos de campo e floresta com araucária, em São Francisco de Paula, RS. 2003. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003.

PAGANO, S.N., DURIGAN, G. Aspectos da ciclagem de nutrientes em matas ciliares do oeste do estado de São Paulo, Brasil. In: Leitão Filho, H. F., Rodrigues, R.R. (Eds). *Matas ciliares: conservação e recuperação*. Editora da Universidade de São Paulo – Edusp, São Paulo. p.109-123, 2000.

PAPROCKI, H. (1997). Aspectos da ecologia de comunidades de insetos aquáticos em dois riachos de primeira ordem na Serra do Cipó, Minas Gerais. Dissertação de mestrado, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 47p.

PARKER, V.T. & LECK, M.A. Relationships of seed bank to plant distribution patterns in a freshwater tidal wetland. *Am. J. Bot.* 72: 161–174, 1985.

- PINHEIRO, E. DA S. Avaliação de imagens Quickbird na análise geográfica de um setor da Mata Atlântica do Rio Grande do Sul. 2003. MsC. Thesis. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, Brasil, 2003.
- POOL, G.C. Fluvial lanscape ecology: addressing uniqueness within the river dicontinuum. *Freshwater Biology*. 47: 641-660, 2002.
- POORTER, L., PLASSCHE, M. VAN. DE., WILLENS, S. & BOOT, R.G.A. 2004. Leaf traits and herbivory rates of trpical tree species differing in successional status. *Plant Biology*, 6: 746-754.
- RIBEIRO, J.F. & WALTER, B.M. Ecologia de ambientes ribeirinhos e áreas mal drenadas no bioma Cerrado. In: 57º CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA. SOCIEDADE BOTÂNICA BRASILEIRA. Porto Alegre, RS. Anais: Os avanços da botânica no início do século XX: morfologia, taxonomia, ecologia e genética. p. 398-403, 2006.
- RICHARDSON, B.A. 1999. The bromeliad microcosm and assessment of faunal diversity in a neotropical Forest. *Biotropica* 31(2): 321-336.
- RINCÓN, J.E., MARTINEZ, I. & LEÓN, E. 2003. Food quality, feeding preferences and growth rate of the shredder *Phylloicus* sp (Trichoptera: Calamoceratidae) from a Venezuelan intermittent stream. NABS Annual meeting, Athens, Georgia, 2003 in *Tropical Stream Ecology I*.
- ROCHA, C.F.D.; COGLIATTI-CARVALHO, L.; ALMEIDA, D.R. & FREITAS, A.F.N. 1997. Bromélias: ampliadoras da biodiversidade. *Bromelia* 4: 7-10.
- RODRIGUES, G.G.; BARBOSA, A.F. Concepção ecossistêmica para avaliação da qualidade da água na Bacia do Lajeado Grande. In: PIEPER, N. A. (Org.). Controle da contaminação ambiental decorrente da suinocultura no Rio Grande do Sul: Manual Técnico/ Secretaria Estadual do Meio Ambiente. Porto Alegre. 2:85-96, 2006.
- ROSEMOND, A. D., PRINGLE, C.M. & RAMIREZ, A. 1998. Macroconsumer effects on insect detritivores and detritus processing in tropical stream. *Freshwater Biology*, 39: 515-523.
- ROSEMBERG, D. M & RESCH, V.17 (eds) 1993. *Freswater biomonitoring and benthic macroinvertebrates*. Chapman e Hally. New York. 438 pp.
- RUPPENTHAL, E.L., NIN, C.S. & RODRIGUES, G.G. Mata ciliar/cursos d'água é um ecossistema único? In: 57º CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA. SOCIEDADE

- BOTÂNICA BRASILEIRA. 2006. Gramado, RS. Anais: Os avanços da botânica no início do século XX: morfologia, taxonomia, ecologia e genética. Mariath, J.E.A. & Santos, R.P.(Orgs).
- RUPPENTHAL, E.L.; NIN, C.S. & RODRIGUES, G.G. Mata ciliar/cursos d'água é um ecossistema único? Revista Brasileira de Biociências, Porto Alegre, V. 5, supl. 1, p. 525-527, julho 2007.
- SANTIAGO, L.S., 2007. Extending the leaf economics spectrum to decomposition: evidence from a tropical Forest. Ecology, 88: 1126-1131.
- SCHWARZBOLD, A., O que é um rio? In: Ciência & Ambiente/ Universidade Federal do Rio Grande do Sul. UFSM – Vol 21 (Julho/Dezembro de 2000) – Gestão das Águas. pp. 57-68.
- SEDELL, J. R., RICHEY, J.E., SWANSON, F.J. The river continuum concept: A basis for the expected ecosystem behavior of very large rivers? p. 49-55. In D.P. Dodge (ed) Proceedings of International Large River Symposium. Can. Spec. Publi. Fish. Aquat. Sci.1989.
- STEHR, F. W. (Edt). Immature insects. USA, 1987.
- STEWART, B.A. & DAVIES, B. R. Allochthonous input and retention in a small mountain stream, South Africa. Hydrobiologia. 202:135-146, 1990.
- STUMPF, P. P.; VILLELA, F. S.; RODRIGUES, G.G. & HARTZ, S. M. 2003. Composição da comunidade de invertebrados bentônicos em um riacho de 1a. ordem da Mata Atlântica do sul do Brasil, 241-243 VI - Congresso Brasileiro de Ecologia, Fortaleza, 2003. Anais de Trabalhos Completos. Simpósio Biodiversidade, Unidades de Conservação, Indicadores Ambientais, Caatinga, Cerrado. Fortaleza: Vanda de Claudino-Sales et al. (Orgs.) Editora da Universidade Federal do Ceará, 2003, 613.
- STRIXINO, G. & STRIXINO, S.T. Insetos aquáticos: guia de identificação. UFSCar, 1985.
- TOWNS, D. R. Limnological characteristics of a South Australian intermitent stream, Brownhill Creek. Aust. J. Mar. Freshwat. Res. 36: 821-888, 1985.
- UIEDA, V. S.; GAJARDO, I.C.S.M. (1996). Macroinvertebrados perifíticos encontrados em poções e corredeiras de um riacho. Naturalia 21:31-47.

- UIEDA, V.S. & KIKUCHI, R.M. Entrada de material alóctone (detritos vegetais e invertebrados terrestres) num pequeno curso de água corrente na cuesta de Botucatu, São Paulo. *Acta Limnologica Brasiliensa*, 7: 105-114, 1995.
- VANNOTE, R.L., MINSHALL, K.W., CUMMINS, J.R., SEDELL J.R. & CUSHING C.E. The river continuum concept. *Canc. J. Fish. Aquat. Sci.* 37:130-137, 1980.
- VILLELA, F.S., BECKER, F.G., HARTZ, S.M. & BARBIERI, G. 2004. Relation between environmental variables and aquatic macrofauna in a first order stream of the Atlantic Forest, southern Brazil. *Hydrobiologia*, 528: 17-30.
- WANTZEN, K. M., WAGNER, R., SUETFELD, R. & JUNK, W. J. 2002. How do plant-herbivore interactions of trees influence coarse detritus processing by shredders in aquatic ecosystems of different latitudes? *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 28: 1-7.
- WANTZEN, K. M. & WAGNER, R. 2006. Detritus processing by invertebrates shredders: a neotropical-temperate comparison. *Journal of the North American Benthological Society*, 25: 216-232.
- WEBSTER, J. R. e Benfield, E. F. 1986. Vascular plant break down in freshwater ecosystems. *Am. Rev. Ecol. Syst.* 17:567 – 94.
- WEBSTER et al. 1999. What happens to allochthonous material that falls into streams? A synthesis of new and published information from Coweeta. *Freshwater Biology*. 41: 684-705.
- WINTERBOURN, M.J. Flues of litter falling into a small beech forest stream. *N.Z.J. Mar. Freshwater. Res.* 10: 399-416, 1976.
- WINTERBOURN, M.J., ROUNICK, J.S & COWIE, B. 1981. Are New Zealand stream ecosystems really different? *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 15: 321-328.
- WOOTON, R.R. Ecology of teleost fishes. London, Chapman and Hall, 404p, 1990.

ANEXOS

Anexo 1. Localização do Centro de Pesquisa e Conservação da Natureza (CPCN) Pró-Mata, RS, Brasil. [Modificado de Bertoletti & Teixeira, 1995].

