



Acta Scientiarum. Biological Sciences

ISSN: 1679-9283

eduem@uem.br

Universidade Estadual de Maringá  
Brasil

Schuler Nin, Cecília; Ruppenthal, Eduardo Luiz; Gonçalves Rodrigues, Gilberto  
Produção de folhíço e fauna associada de macroinvertebrados aquáticos em curso d'água de  
cabeceira em Floresta Ombrófila do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil  
Acta Scientiarum. Biological Sciences, vol. 31, núm. 3, 2009, pp. 263-271  
Universidade Estadual de Maringá  
.png, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=187115796006>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica  
Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal  
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

# Produção de folhiço e fauna associada de macroinvertebrados aquáticos em curso d'água de cabeceira em Floresta Ombrófila do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil

Cecília Schuler Nin<sup>1</sup>, Eduardo Luiz Ruppenthal<sup>1</sup> e Gilberto Gonçalves Rodrigues<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-graduação em Ecologia, Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. <sup>2</sup>Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Pernambuco, Av. Professor Moraes Rego, s/n, 50670-420, Cidade Universitária, Recife, Pernambuco, Brasil.

\*Autor para correspondência. E-mail: biol.gilbertorodrigues@gmail.com

**RESUMO.** Os objetivos deste estudo foram verificar a entrada sazonal de material alóctone e a composição de suas estruturas vegetais e da fauna de macroinvertebrados aquáticos associados ao material alóctone em um riacho de cabeceira em clima subtropical. Foram analisadas, trimestralmente, duas transecções longitudinais no curso d'água, onde foram instalados coletores submersos e suspensos (1,5 m acima da calha) de outubro de 2004 a outubro de 2005. Em ambos os coletores, não se verificou diferença para a entrada de material alóctone entre os períodos de coletas, o que sugere ausência definida de sazonalidade. Também não foram verificadas, temporalmente, diferenças para os componentes, flores, frutos e sementes (diásporos), folhas e galhos (vegetativas). O componente foliar foi o item com maior biomassa na formação do material alóctone em ambos os coletores. Larvas de insetos aquáticos, crustáceos, moluscos e vermes oligoquetos correspondem aos grupos com maior representatividade. Chironomidae (Insecta, Diptera) e Oligochaeta foram os *taxa* mais abundantes em ambos os coletores, porém a maior riqueza foi observada nos coletores submersos.

**Palavras-chave:** matéria orgânica alóctone, produção primária, riachos, macroinvertebrados aquáticos.

**ABSTRACT.** Litter production and aquatic macroinvertebrates on a headwater subtropical stream in Rio Grande do Sul State, Brazil. The aim of the study was to verify the temporal variation of allochthonous material input into a stream, and which structures contribute to the organic material pool, as well as to analyze the occurrence of macroinvertebrates associated with the litter. Samples were taken from October, 2004 to October, 2005 in two transects along the riparian zone. At each transect, three sampling stations were chosen. At each one, submersed and suspended collectors (1.5 m above bottom) were installed. Input and retention of coarse benthic organic material were analyzed and classified as flowers and diaspores, (seeds and fruits) and vegetative structures (leaves and branches). There were no statistical differences between input of material in suspended and submersed collectors. Therefore, no statistical differences were verified for exposure time for both the suspended and submersed collectors. Vegetative and seeds and fruits and flowers structures differed in relation to their vegetal composition input for total exposure times for both collectors. Leaves were the most important structure for biomass. Aquatics insects, crustaceans, mussels and worms were the most common macroinvertebrates associated with litter. Insecta-Diptera, mainly Chironomidae – and Oligochaeta were the most abundant *taxa* associated with the submerged and suspended collectors. The major *taxa* richness was found in submerged collectors.

**Key words:** allochthonous organic material, litter input, headwater stream, aquatic macroinvertebrates.

## Introdução

Cursos d'água de cabeceira possuem baixa produtividade primária autóctone devido ao sombreamento provocado pela mata ciliar, e a contribuição do material alóctone parece ser de extrema importância (KAUSHIK; HYNES, 1971). Rodrigues e Barbosa (2006) igualmente afirmam

que em ecossistemas lóticos ocorre um gradiente negativo de importância da contribuição do material alóctone à medida que o curso d'água se distancia da nascente. Isso ocorre em consequência da redução dos processos autotróficos, em resposta ao sombreamento da vegetação ripária nas nascentes, e aumento da coluna da água nos trechos mais à jusante.

O material alóctone que entra nos pequenos rios representa a base da energia primária captável pelos consumidores nestes sistemas (FISHER; LIKENS, 1973; CUMMINS, 1974; DE LA CRUZ; POST, 1977; ANDERSON; SEDELL, 1979). Nelson e Scott (1962) indicaram que os consumidores primários derivam 66% de sua energia da matéria orgânica alóctone em pequenos cursos d'água. Além disso, todo este material – chamado de alóctone – oriundo da mata ciliar que aporta na calha dos riachos, proporciona diversos habitats, sendo as alterações que o curso d'água sofre ao longo de seu trajeto importantes na determinação da organização funcional das comunidades (CUMMINS, 1989; WOOTON, 1990).

Por outro lado, também, se reconhece a necessidade de conservação das nascentes de cursos de 1ª ordem. Silva et al. (2007) demonstraram que os trechos do córrego Vargem Limpa, Bauru, Estado de São Paulo, protegidos por UC, apresentaram boa qualidade de água e a diversidade de Chironomidae foi mais preservada, do que em trechos localizados fora da área de proteção, demonstrando a importância destas áreas como mantenedora da diversidade de Chironomidae.

Em vista da necessidade de conservação, manejo sustentável e restauração das matas ciliares e cursos d'água, que se encontram em processo acelerado de degradação, o objetivo deste trabalho é avaliar as relações existentes entre o ambiente aquático e a zona ripária, no que tange à presença de tendências sazonais na entrada da matéria orgânica da vegetação ripária, analisando como as estruturas vegetativas (folhas e galhos) e reprodutivas (diásporos e flores) contribuem para formação desse material ao longo de um ano. Considerando que a fauna de macroinvertebrados aquáticos que se encontram associados a esse material perfaz parte do material alóctone – pois representam uma fração importante na produção secundária e fluxo energético em ecossistema de riachos –, avaliou-se a composição desta comunidade.

### Material e métodos

O curso d'água selecionado para o estudo é a nascente do Arroio Garapiá, afluente do rio Maquiné, formadores da bacia hidrográfica do rio Maquine. Localiza-se dentro dos limites do Centro de Pesquisas e Conservação da Natureza Pró-Mata (CPCN/PUCRS), situado no município de São Francisco de Paula, Estado do Rio Grande do Sul, entre as coordenadas UTM 577600N e 6737200E, com altitude em torno de 900 m, protegida desde 1994. Na nascente do Arroio Garapiá, a vegetação apresenta espécies como o xaxim (*Dicksonia sellowiana* Hook) e *Aracaucaria angustifolia* (Araucariaceae), o que a caracteriza como Floresta Ombrófila Mista. Porém, é marcante a presença de *D. sellowiana* nas áreas

mais próximas do curso d'água. Na porção esquerda do curso d'água, há resquícios da silvicultura (*Pinus ellioti*), atividade exercida antigamente na área de estudo, distante dentro do limite legal de preservação de mata ciliar, conforme legislação específica. O clima da região, segundo o sistema de classificação de Köppen, é do tipo Cfb1 (MORENO, 1961). A variedade "Cfb" apresenta chuvas durante todos os meses do ano, a temperatura do mês mais quente é inferior a 22,0°C e a do mês mais frio é 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 2.252 mm, caracterizando um excedente hídrico elevado ao longo de todo o ano. Durante o período de outubro 2004 a outubro 2005, registrou-se temperatura média da água de  $11,10 \pm 3,13^\circ\text{C}$  em águas oxigenadas, com média do oxigênio dissolvido de  $10,42 \pm 2,26 \text{ mg L}^{-1}$ , pH circum-neutral de  $6,42 \pm 0,14$  e condutividade elétrica de  $20,70 \pm 2,72 \mu\text{S cm}^{-1}$ .

Para o estudo do aporte de material alóctone, foram realizadas coletas, trimestralmente, em uma secção inicial (nascente) do Arroio Garapiá, entre outubro de 2004 a outubro de 2005. A análise da fauna dos macroinvertebrados aquáticos iniciou no trimestre seguinte – a partir de janeiro de 2005. Nessa secção, foram estabelecidos dois trechos, a partir de duas transecções longitudinais de 150 m cada; a distância entre o final da primeira e o início da segunda transecção era de 300 m. Em cada transecção, foram definidos três pontos de coleta, onde foram instalados coletores submersos (diâmetro = 30,0 cm e profundidade = 25,0 cm) e coletores suspensos (10,0 x 18,0 x 36,0 cm), localizados a 1,50 m acima da calha do riacho. Ambos os coletores, foram revestidos por uma malha com abertura de 5,0 x 2,5 mm para a coleta do material alóctone.

Os coletores suspensos, fixados por meio de estirantes de náilon, foram amarrados em árvores adjacentes e serviram para a coleta da queda de partes estruturas vegetais; já os coletores submersos – instalados na calha do riacho, em direção contrária ao fluxo da água – serviram para a análise do aporte do material alóctone à montante dos coletores. Portanto, para cada transecção, foram considerados três pontos de coleta, cada um com três unidades amostrais (u.a) de cada tipo (suspensos e submersos), totalizando seis u.a.

A florística da área adjacente ao curso d'água foi realizada percorrendo a área que inclui as transecções e coletando material dos estratos arbustivos e arbóreos. Para isso, foram percorridos trechos de 150 m em cada transecção e o intervalo de 300 m entre cada transecção, totalizando aproximadamente 600 m. A identificação foi feita *in situ* ou por meio de coleta de material para posterior identificação dos espécimes. Em laboratório, o material vegetal coletado foi fixado em álcool 70% e

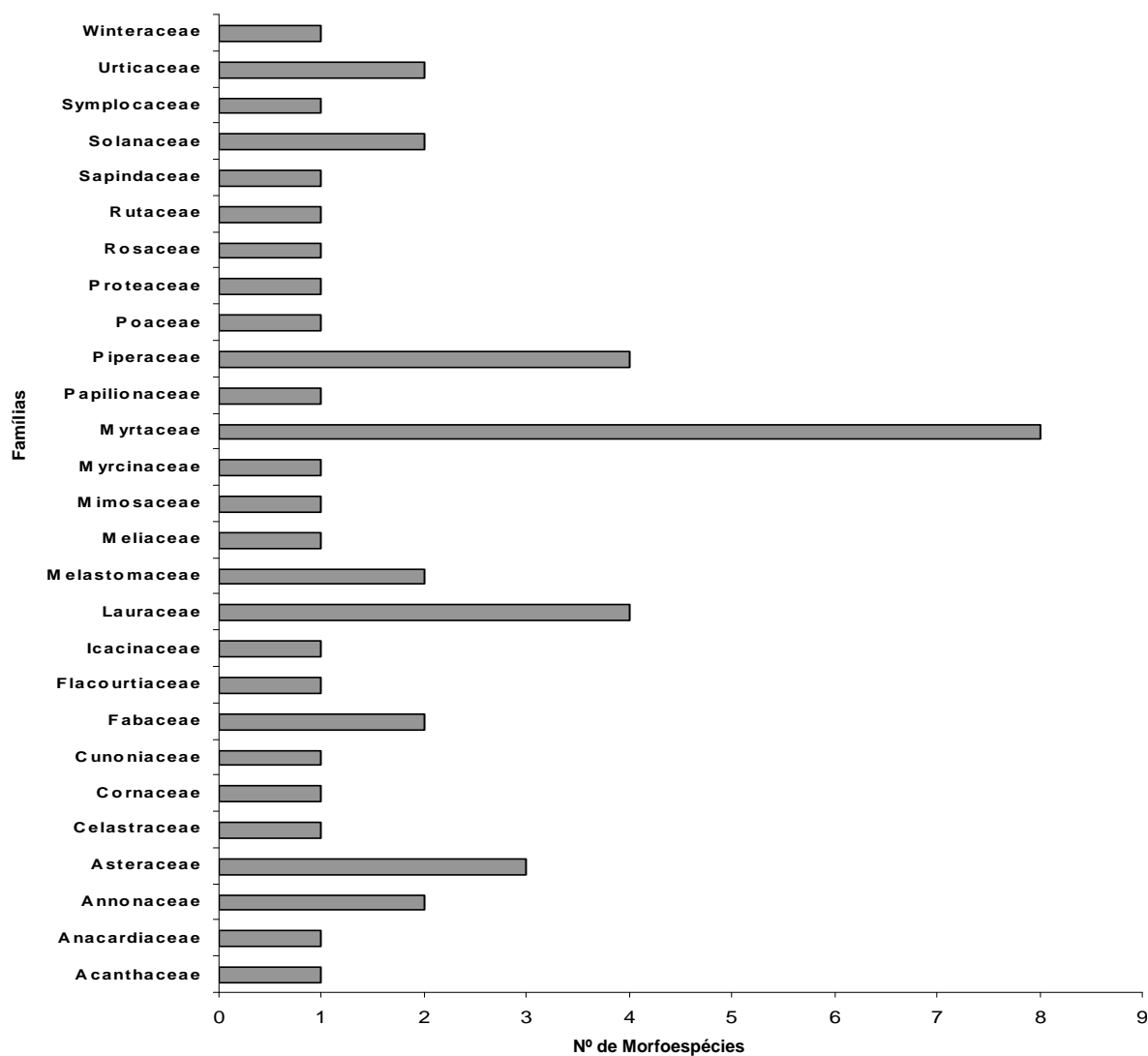
separado em partes reprodutivas (flores e diásporos – frutos e sementes) e partes vegetativas (folhas e galhos). Neste procedimento, foram realizadas a triagem e a separação em estereomicroscópio da fauna de macroinvertebrados aquáticos. A identificação foi realizada em nível de família, com auxílio de chaves de identificação McCafferty (1981), Strixino e Strixino (1985), de Stehr (1987), Fernández e Dominguez (2001) e Eisenbeis e Wichard (2001). A abundância de cada *taxa* foi quantificada em cada período de coleta e, após, estabelecidas as classes de frequências.

Quanto ao aporte trimestral da matéria orgânica particulada alóctone, determinou-se a contribuição diária de elementos da mata ciliar por meio da transformação da biomassa em g dia<sup>-1</sup>. Para verificar se houve diferença sazonal quanto ao aporte de material orgânico foi realizado o teste estatístico

Anova ( $\alpha = 0,05$ ) considerando as seis u.a. como blocos, de forma a reduzir a variabilidade intrínseca do sistema lótico em questão e, assim, serem atribuídas diferenças somente aos períodos de coleta. Aplicou-se o mesmo teste estatístico para verificar se os constituintes (folhas, galhos, flores, frutos e sementes) aportavam diferentemente durante e entre os períodos de coleta. Em todos os casos analisados, a variável resposta quantitativa foi a biomassa vegetal; as variáveis preditoras foram os períodos de coleta; e o tipo de estrutura (constituente vegetal) foi considerado como variável categórica.

## Resultados

Foram inventariadas 47 morfoespécies vegetais, pertencentes a 25 famílias de Angiospermas (Figura 1).

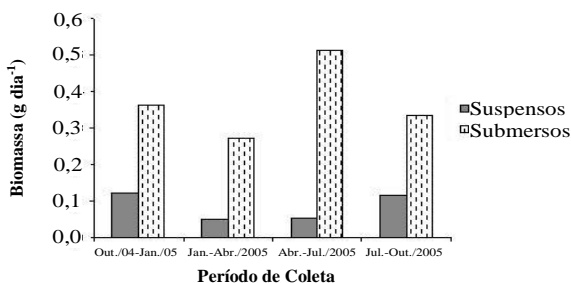


**Figura 1.** Florística da nascente do Arroio Garapiá, São Francisco de Paula, Estado do Rio Grande do Sul, em junho de 2004. Número de morfoespécies por família botânica amostrada ao longo de 600 m.

Nos trechos iniciais amostrados do riacho, destacaram-se espécies constituintes da floresta ombrófila mista (FOM) e densa (FOD), como *Solanum pseudoquina*, *Eugenia rostrifolia*, *Zanthoxylum* sp., *Citronella gongonha*, *Prunus myrtifolia*, *Ocotea puberula*, *Vernonia discolor*, *Inga vera*, *Inga* sp., *Dasyphyllum* sp., *Rollinia* sp., *Piper aduncum*, *Casearia silvestris*, *Cupania vernalis*, *Lamanonia ternata* (= *L. speciosa*), *Symplocos tetandra*, *Griselinia ruscifolia*, *Cabrera canjerana*, *Myrsine lorentziana*, *Drimys brasiliensis*, *Ilex paraguayensis*, entre outras morfoespécies não-identificadas em nível específico. *Dicksonia sellowiana* (Dicksoniaceae) destaca-se, paisagisticamente, como espécie focal na área de estudo. Além disso, no curso d'água, formado por seixos e blocos de rochas, verificou-se a presença da flora de criptógamas, principalmente briófitos (musgos, hepáticas e antóceros).

#### Aporte de material alóctone vegetal

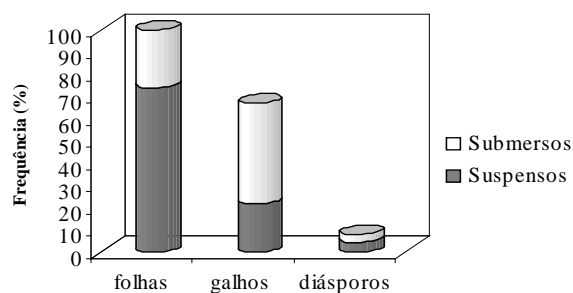
Temporalmente, não foram verificadas diferenças significativas quanto ao aporte de material alóctone entre as coletas realizadas trimestralmente em ambos os coletores (submersos e suspensos). No entanto, embora não-significativa, a contribuição menos expressiva de material alóctone oriundo da vegetação ripária, em ambos os coletores, foi observada no período de janeiro – abril 2005 (grande parte do mês de verão e início do outono). Nos coletores submersos, verificou-se ainda mais expressiva contribuição no período de abril-julho 2005 (parte dos meses de outono e inverno). O aporte de material orgânico alóctone nos coletores suspensos variou entre 0,052 a 0,126 g dia<sup>-1</sup> e entre 0,274 a 0,513 g dia<sup>-1</sup> nos coletores submersos (Figura 2).



**Figura 2.** Aporte de material alóctone convertido em biomassa (g dia<sup>-1</sup>) para o período de coletas (outubro/2004 – outubro/2005), para os coletores submersos e suspensos na nascente do Arroio Garapiá, São Francisco de Paula, Estado do Rio Grande do Sul.

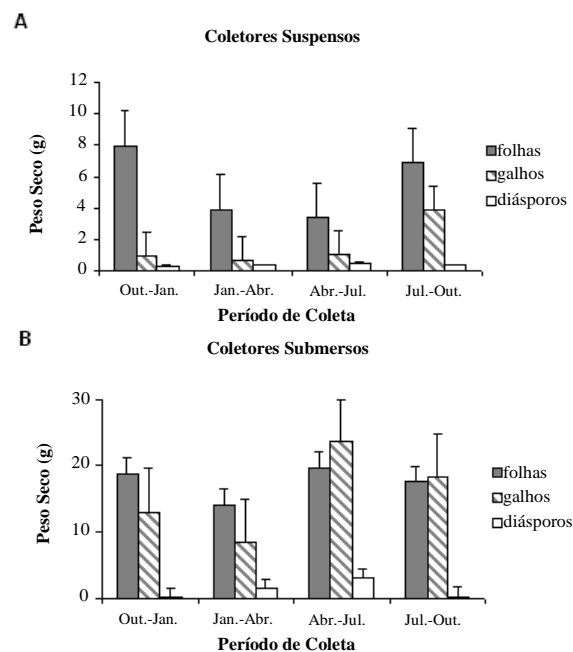
A contribuição das folhas no período de estudo (outubro 2004 a outubro 2005) nos coletores suspensos e submersos foi de 74,11 e 50,82%, respectivamente. Os galhos contribuíram com 21,48 e 45,79%; frutos e sementes (diásporos) e flores, com 4,41 e 3,37% nos coletores suspensos e

submersos, respectivamente. Verificou-se que essas estruturas aportaram diferentemente durante o período total de coletas nos coletores suspensos ( $F_{2,15} = 77,3602$ ;  $p < 0,001$ ) e nos submersos ( $F_{2,15} = 14,9716$ ;  $p < 0,001$ ), e as folhas e galhos obtiveram maior contribuição em termos de biomassa no montante de material alóctone (Figura 3).



**Figura 3.** Relação percentual de estruturas vegetativas (folhas e galhos) e diásporos (frutos, sementes) e flores entre os coletores suspensos e submersos, no período de outubro de 2004 a outubro de 2005, no Arroio Garapiá, São Francisco de Paula, Estado do Rio Grande do Sul.

Em relação à variação entre os períodos de coleta, verificaram-se diferenças significativas no aporte de folhas ( $F_{2,15} = 12,0178$ ;  $p < 0,001$ ) e galhos ( $F_{2,15} = 10,4479$ ;  $p < 0,001$ ) nos coletores suspensos (Figura 4A) e não foi verificada diferença significativa para os coletores submersos para nenhuma estrutura vegetal (Figura 4B).



**Figura 4.** Contribuição de folhas e galhos e diásporos (frutos e sementes) e flores em coletores suspensos (A) e submersos (B) entre outubro/2001 – outubro/2005.

Foi constatada, a partir da análise da composição do material vegetal, a ocorrência da maioria de estruturas vegetais de espécies da FOD, FOM, além de *Pinus* sp. presente em área adjacente à nascente do riacho. Angiospermas foram mais frequentes tanto nos coletores suspensos (86,06%) quanto nos submersos (26,74%). No entanto, em ambos os coletores, estruturas foliares de *D. sellowiana* foram registradas.

#### Macroinvertebrados aquáticos associados ao material alóctone vegetal

A riqueza total de macroinvertebrados nos coletores submersos foi de 27 *taxa*. Insecta esteve representado por 19 *taxa* (Tabela 1).

**Tabela 1.** Composição dos macroinvertebrados associados à matéria orgânica nos coletores suspensos e submersos na nascente do Arroio Garapiá, São Francisco de Paula, Estado do Rio Grande do Sul, de janeiro–outubro de 2005. (Classes de abundância ○ = 1 – 10; □ = 11 – 100; ● = 101 – 500; ■ = 501 – 1.000; ▲ = > 1.001).

2005	Coletores suspensos			Coletores submersos		
TAXA	jan-abr	abr-jul	jul-out	jan-abr	abr-jul	jul-out
NEMATODA				○		
ANNELIDA						
Oligochaeta	●	■	▲	●	●	■
Hirudinae				○		○
MOLLUSCA						
Gastropoda	○			□	●	●
ARTHROPODA						
ARACHNIDA	○	○	○	○	□	□
CRUSTACEA						
Amphipoda						
Hyalellidae				●	●	●
INSECTA						
Lepidoptera		○			○	
Odonata				○		○
Trichoptera			□	□	□	●
Plecoptera			○	□	□	□
Ephemeroptera					○	○
Coleoptera						
Elmidae				□	□	□
Hydraenidae				○		○
Psephenidae				○		○
Staphylinidae						○
Heloidae				○		
Diptera						
Chironomidae	□	●	●	●	▲	▲
Ceratopogonidae		○	□	□	○	□
Culicidae						○
Empididae					○	○
Ephydriidae				○		
Muscidae		□				○
Simuliidae						○
Tabanidae				○	○	○
Tipulidae			□		○	○
COLLEMBOLA			○			○
Não-identificado	□	□	□	□	□	□

Larvas de Chironomidae (Diptera, Insecta), seguido por Oligochaeta (Annelida), Gastropoda (Mollusca), Amphipoda (Crustacea) e Coleoptera foram os *taxa* mais representativos em termos de abundância de organismos associados ao material alóctone nos coletores submersos. Embora os

coletores suspensos estivessem colocados acima da lâmina d'água do riacho, considerou-se e analisou-se a riqueza da fauna de macroinvertebrados aquáticos associados ao material alóctone. Foram registrados 13 *taxa*, número inferior (> 50%) ao da fauna encontrada nos coletores submersos. Os insetos foram representados por nove *taxa*, número inferior ao registrado para os coletores submersos; porém, além de Chironomidae (Diptera, Insecta), Oligochaeta apresentou valores de abundância expressiva nos coletores suspensos (Tabela 1).

#### Discussão

A interação das características da história de vida e a seleção ambiental pelas espécies vegetais exercem papel fundamental no estabelecimento de plântulas e no zoneamento arbóreo e arbustivo de inúmeros espécimes em áreas úmidas (PARKER; LECK, 1985). A ocorrência destas espécies, bem como a formação da vegetação ripária, encontra-se diretamente relacionada ao ciclo hidrológico e variações nas dimensões do sistema aquático lótico, seja ele longitudinal, lateral, vertical e temporal. Portanto, a relação dessas formações vegetais na composição e produção primária dos cursos d'água é de igual magnitude, se for levada em consideração a importância das estruturas vegetais, não somente quanto à sua abscisão, retenção na calha do riacho e tempo de degradação (decomposição), mas também quanto aos colonizadores, que se utilizam destas estruturas (produção primária) como consumidores – e/ou atuam como fragmentadores deste material.

A quantificação do aporte de material alóctone (produção primária) e a fauna de macroinvertebrados (produção secundária) são indispensáveis para a compreensão dos processos ecológicos envolvidos nesses sistemas. No entanto, ainda são insipientes estudos envolvendo produção, consumo e decomposição na interface em ecossistemas aquáticos – terrestres. Estudos realizados sobre a periodicidade da queda de material alóctone, principalmente folhas, foram exaustivamente realizados em ecossistemas temperados (IVERSEN et al., 1982; MOSER, 1991; BRETSCHKO; MOSER, 1993). Neste estudo, quando observada a periodicidade/sazonalidade, não foram verificadas diferenças significativas entre os períodos de coleta, no entanto não foram realizadas réplicas em períodos subsequentes para afirmar a ausência ou predominância sazonal. Entretanto, na análise temporal do aporte de material alóctone oriundo da calha do riacho (coletores submersos), verificou-se mais pronunciada entrada de material alóctone no final do outono a meados do inverno, o

que se assemelha com predições presentes em ambientes temperados. Cabe ressaltar que o período o qual caracteriza o clima tipo Cfb1, com temperaturas mais baixas e maior precipitação, é característico na região de estudo. Com isso, sugere-se que essas condições microclimáticas (menor temperatura e maior precipitação e ventos com maior intensidade) possam ter influência na abscisão de galhos e folhas, bem como na deriva do material alóctone.

Stewart e Davies (1990), em experimentos realizados em riacho de primeira ordem na África do Sul, constataram maior quantidade de matéria orgânica bentônica – material retido nos coletores submersos – no período de inverno. Estes autores conferem à deriva uma das causas para a maior concentração de material nesse período. Meyer et al. (1998) quantificaram a matéria orgânica dissolvida em rios de primeira ordem na Carolina do Norte, Estados Unidos, registrando pico máximo no outono, e atribuíram o resultado a uma maior abscisão das folhas nessa estação do ano.

É fato que a área do presente estudo reflete condições subtropicais e com influências de ambientes de altitudes (> 800 m), o que demonstra a confluência de diferentes tipos de formações (FOM e FOD). Cabe ressaltar que, neste estudo, verificou-se que a maior parte da biomassa do material alóctone nos coletores submersos se encontra na forma de estruturas vegetativas. *D. sellowiana* contribui para esta composição com frequência observada em todos os períodos do ano. Pelo tamanho diminuto das estruturas reprodutivas (frutos e sementes) e sexuais (flores), com exceção das sementes do pinheiro (*A. angustifolia*), a biomassa dos diásporos e flores apresentou menores valores. Estes resultados, encontrados para a nascente de um riacho em floresta ombrófila, assemelham-se aos obtidos para as matas ciliares de cerradão do Oeste do Estado de São Paulo. Estudos, realizados por Pagano e Durigan (2000) também constataram a importância da fração foliar como componente principal das estruturas vegetais e, quantitativamente, determinante para a produção primária. Minshall (1967), conduzindo experimentos em um pequeno curso d'água na região dos Grandes Lagos, Estados Unidos, também encontrou folhas como constituinte de maior contribuição no total do material alóctone coletado.

Neste estudo, ainda, apesar de não serem encontradas diferenças significativas entre os períodos do ano, observou-se que a queda do material alóctone – verificada nos coletores suspensos – com menor representatividade ocorreu

no período de verão-outono (janeiro – julho/2005). Esta observação foi considerada inicialmente inesperada como resultado do estudo, pois a matriz paisagística da região – formada por floresta ombrófila (folhas perenes) e não-decidual (folhas caducifólias) –, não apresenta nessa época tendência à abscisão de folhas; estatisticamente, porém, não foram comprovadas diferenças significativas. No entanto, estudos que relacionam o aporte de material alóctone com a sazonalidade em regiões temperadas e com predominância de espécies decíduais na Dinamarca (IVERSEN et al., 1982) e na Áustria (MOSER, 1991; BRETSCCHKO; MOSER, 1993) já indicavam que o pico da entrada desse material ocorre no outono. No entanto, King et al. (1987) e Stewart e Davies (1990), em riachos da África do Sul, constataram entrada de material provindo da vegetação ripária por via aérea em todo ano, e o pico se dava na estação de verão. Além disso, Winterbourn (1976), num experimento em riacho de altitude na Nova Zelândia, já havia encontrado picos na queda do material alóctone no final da primavera, verão e início do outono. De acordo com tais dados, parece viável afirmar que em ambientes temperados – países escandinavos e da Europa Central – a queda aconteça preferencialmente no outono, pela ocorrência de espécies de clima frio; nas regiões mais tropicais e/ou subtropicais (África do Sul, Nova Zelândia, Sul do Brasil), a queda e a entrada/aporte do material alóctone ocorrem sem uma sazonalidade definida. Os resultados relativos à contribuição aérea (coletores suspensos) encontrados neste estudo também revelam que as estruturas foliares constituem o componente mais importante do material alóctone – o que corrobora outros estudos realizados em cursos d'água lóticos no hemisfério Sul –, aproximando-se de 60% do total da matéria orgânica aportada (FISHER; LIKENS, 1973; WINTERBOURN, 1976; CONNERS; NAIMAN, 1984; TOWNS, 1985; KING et al., 1987; STEWART; DAVIES, 1990).

De acordo com essas implicações relativas à entrada de material alóctone e aos processos ecológicos envolvidos (consumo e decomposição), eventos e distúrbios ocorridos de forma natural e/ou antrópica, relacionados à produção primária, podem exercer alguma influência na biota aquática e comprometer o funcionamento natural do sistema lótico. A presença de espécies exóticas (*Pinus* sp.), oriunda de uma pré-atividade de silvicultura na área de estudo, não comprometeu a composição de material alóctone mensurado (composição de partes vegetativas/reprodutivas) na nascente do curso d'água em estudo. No entanto, neste estudo foi

analisada somente a composição vegetal do material aportado na calha do riacho e não a influência da mancha de floresta exótica remanescente. Em pesquisas com este caráter, inúmeras questões poderiam ser levantadas, por exemplo, quanto à influência no sombreamento, competição etc.

Estudos clássicos realizados por Vanotte et al. (1980) e Pool (2002) enfatizam a funcionalidade dos sistemas lóticos quanto à ocorrência de processos relacionados à zona de produção (esta em questão), zona de transporte e zona de deposição de material alóctone em um gradiente longitudinal, considerando uma escala espaço-temporal mais abrangente e suas descontinuidades em escalas de menor abrangência. Na análise somente de uma nascente e da zona de produção deste curso d'água, as informações geradas são importantes no que se refere apenas a este sistema; as informações, porém, produzem valor carregado de importância se somadas a outros processos ecológicos como o consumo e decomposição.

A fauna de macroinvertebrados aquáticos associados ao material aportado neste ecossistema foi considerada como parte do material alóctone e corresponde a uma parcela importante para o entendimento do sistema em questão, principalmente pela participação de muitos destes organismos na fragmentação e consumo do material vegetal. Associadas ao material alóctone amostrado nos coletores submersos, as larvas de Diptera perfizeram mais de 50% do total da fauna de macroinvertebrados. Chironomidae (Insecta, Diptera) representa um grupo de extrema importância para o sistema, pela sua alta abundância, diversidade funcional e hábitos. Uieda e Kikuchi (1995) encontrou Diptera perfazendo 68% do total da fauna de macroinvertebrados do total amostrado.

A presença de outros insetos aquáticos *non-Diptera* (Plecoptera, Trichoptera e Coleoptera), nos coletores submersos, também perfaz uma considerável frequência de ocorrência, porém outros grupos característicos de cursos d'água ocorrem em frequência similar, como Amphipoda, Gastropoda e Arachnida. No mesmo local de estudo e no mesmo período, Ruppenthal et al. (2006), estudando a decomposição de folhas de árvores da vegetação ripária e a colonização da fauna de macroinvertebrados, concluíram que a colonização foliar ocorre imediatamente nas primeiras 24h de exposição das bolsas-de-folheto, por *Hyalella* sp. (Amphipoda, Crustacea) e *Potamolithus kusteri* (Gastropoda, Mollusca), fragmentador e raspador, respectivamente. Após 90 dias, a ocorrência dos demais *taxa* predomina em relação a esses

organismos, em que os grupos diferem conforme os tipos funcionais encontrados, principalmente, coletores e predadores. Assim, estes dados corroboram os resultados obtidos, uma vez que os coletores submersos e seu conteúdo retido ficavam expostos por períodos de 90 dias, evidenciando a colonização fundamentalmente de insetos aquáticos após a fase inicial de colonização.

Resultados relativos à fauna de invertebrados aquáticos encontrados nos coletores suspensos revelam informações interessantes quanto à riqueza de famílias. Apesar de compreenderem < 50% das famílias de macroinvertebrados encontrados nos coletores submersos, os dados indicam que a colonização de material alóctone ocorre também por insetos aquáticos. Esta colonização pode ser explicada pelas estratégias e histórias de vida dos insetos aquáticos. A maioria deles, quando emerge da água, reproduz-se no ambiente terrestre; logo depositam seus ovos em locais favoráveis para a postura. No entanto, outros resultados foram revelados, no que tange aos valores de abundância de oligoquetos nos coletores suspensos. Como estes coletores suspensos acumulam água da chuva e material orgânico oriundo da queda da vegetação, sugere-se que funcionam como sistemas similares a fitotelmatas (ex. bromélias tanques). Estas possuem a capacidade de armazenar água em seus tanques e/ou reservatórios, o que as torna importantes para ampliação da diversidade. Por esta característica, diversas espécies de animais utilizam este micro-habitat para forrageamento, alimentação e refúgio contra predadores (RICHARDSON, 1999; ROCHA et al., 1997). Supõe-se que a chegada dos oligoquetos a esses fitotelmatas possa ocorrer por meio de forese (mecanismos de transporte), por exemplo, em anuros (Amphibia) e libélulas (Odonata), que transportam ostracodas (Limnocytheridae, Ostracoda), nematodas (Nematoda) e ácaros (Acari), facilitando a colonização de novos habitats (COLWELL, 1986; HOUCK, 1999). A chegada desses oligoquetos nos coletores suspensos sugere hipóteses de estudos e experimentos a serem testadas.

## Conclusão

Este estudo revela 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. O folheto, oriundo da mata ciliar, funciona como micro-habitat; serve 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.

## Referências

- ANDERSON, N. H.; SEDELL, J. R. Detritus processing by macroinvertebrates in stream ecosystems. **Annual Review of Entomology**, v. 24, p. 351-377, 1979.
- BRETSCHKO, G.; MOSER, H. Transport and retention of organic matter in riparian ecotones. **Hydrobiologia**, v. 251, n. 1-3, p. 95-101, 1993.
- COLWELL, R. K. Community biology and sexual selection: Lessons from hummingbird flowers mites. In: DIAMOND, J.; CASE, T. J. (Ed.). **Community Ecology**. New York: Harper & Row Publishers, 1986.
- CONNERS, M. E.; NAIMAN, R. J. Particulate allochthonous inputs: relationships with stream size in an undisturbed watershed. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 41, n. 10, p. 1473-1484, 1984.
- CUMMINS K. W. Structure and function of stream ecosystems. **Bioscience**, v. 24, n. 11, p. 631-641, 1974.
- CUMMINS, K. W. The study of stream ecosystems: a functional view. In: POMEROY L. R.; ALBERTS, J. J. (Ed.). **Concepts of ecosystem ecology**. New York: Springer Verlag, 1989. p. 247-262.
- DE LA CRUZ, A. A.; POST, H. A. Production and transport of organic matter in a woodland stream. **Archiv fur Hydrobiologie**, v. 80, p. 227-238, 1977.
- EISENBEIS, G.; WICHARD, W. **Atlas on the biology of soil arthropods**. New York: Springer-Verlag, 2001.
- FERNÁNDES, H. R.; DOMINGUES, E. **Guia para la identificación de los artrópodos bentónicos sudamericanos**. Argentina: Secretaría de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional de Tucumán, 2001.
- FISHER, S. G.; LIKENS, G. E. Energy flow in Bear Brook, New Hampshire: an integrative approach to stream ecosystem metabolism. **Ecological Monographs**, v. 43, n. 4, p. 421-439, 1973.
- HOUCK, M. A. Review: phoresy by hemisarcopites (Acari: Hemisarcopitidae) on Chilocorus (Coleoptera: Coccinellidae). In: BRUIN, J.; VAN DER GEEST, L. P. S.; ABELIS, M. W. S. (Ed.). **Influence of subelytral ultrastructure: ecology and evolution of Acari**. Dordrecht: Kluwer Academic, 1999. p. 97-118.
- IVERSEN, M. T.; THORUP, J.; SKRIVER, J. Inputs and transformation of allochthonous particulate organic matter in a headwater stream. **Holarctic Ecology**, v. 5, n. 1, p. 10-19, 1982.
- KAUSHIK, N. K.; HYNES, H. B. N. The fate of the dead leaves that fall into streams. **Archiv fur Hydrobiologie**, v. 68, n. 4, p. 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**, v. 154, n. 1, p. 165-187, 1987.
- McCAFFERTY, W. P. **Aquatic entomology**. Boston: Jones and Bartlett Publishers, 1981.
- MEYER, J. L.; WALLACE, J. B.; EGGERT, S. L. Leaf litter as a source of dissolved organic carbon in streams. **Ecosystems**, v. 1, n. 1, p. 240-249, 1998.
- MINSHALL, G. W. Role of allochthonous detritus in the trophic structure of a woodland springbrook community. **Ecology**, v. 46, n. 1, p. 139-149, 1967.
- MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961.
- MOSER, H. Input of organic matter (OM) in a low order stream (Ritrodat-Lunz study area, Austria). **Verhein International Verrein of Limnologie**, v. 24, p. 1913-1916, 1991.
- NELSON, D. J.; SCOTT, D. C. Role detritus in the productivity of a rock-outcrop community in a piedmont stream. **Limnology and Oceanography**, v. 7, n. 3, p. 396-413, 1962.
- 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. (Ed.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: Edusp, 2000. p. 109-123.
- PARKER, V. T.; LECK, M. A. Relationships of seed bank to plant distribution patterns in a freshwater tidal wetland. **American Journal of Botany**, v. 72, n. 1, p. 161-174, 1985.
- POOL, G. C. Fluvial landscape ecology: addressing uniqueness within the river continuum. **Freshwater Biology**, v. 47, n. 4, p. 641-660, 2002.
- RICHARDSON, B. A. The bromeliad microcosm and assessment of faunal diversity in a neotropical Forest. **Biotropica**, v. 31, n. 2, p. 321-336, 1999.
- ROCHA, C. F. D.; COGLIATTI-CARVALHO, L.; ALMEIDA, D. R.; FREITAS, A. F. N. Bromélias: ampliadoras da biodiversidade. **Bromelia**, v. 4, n. 4, p. 7-10, 1997.
- RODRIGUES, G. G.; BARBOSA, A. F. Conceção 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**. Porto Alegre: Secretaria Estadual do Meio Ambiente, 2006. p. 85-96.
- RUPPENTHAL, E. L.; NIN, C. S.; RODRIGUES, G. G. Mata ciliar/cursos d'água é um ecossistema único? **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, supl. 1, p. 525-527, 2006.
- SILVA, F. L.; MOREIRA, D. C.; RUIZ, S. S.; BOCHINI, L. Avaliação da importância da Unidade de Conservação na preservação da diversidade de Chironomidae (Insecta: Diptera) no córrego Vargem Limpa, Bauru, Estado de São Paulo. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 29, n. 4, p. 401-405, 2007.
- STEHR, F. W. **Immature insects**. Dubuque: Hunt Publishing Company, 1987.
- STEWART, B. A.; DAVIES, B. R. Allochthonous input and retention in a small mountain stream, South Africa. **Hydrobiologia**, v. 202, n. 1, p. 135-146, 1990.

STRIXINO, G.; STRIXINO, S. T. **Insetos aquáticos**: guia de identificação. São Carlos: UFSCar, 1985.

TOWNS, D. R. Limnological characteristics of a South Australian intermittent stream, Brownhill Creek. **Australian Journal of Marine and Freshwater Research**, v. 36, n. 6, p. 821-888, 1985.

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**, v. 7, n. 1, p. 105-114, 1995.

VANNOTE, R. L.; MINSHALL, K. W.; CUMMINS, J. R.; SEDELL, J. R.; CUSHING, C. E. The river continuum concept. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 37, n. 1, p. 130-137, 1980.

WINTERBOURN, M. J. Flues of litter falling into a small beech forest stream. **New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research**, v. 10, n. 3, p. 399-416, 1976.

WOOTON, R. R. **Ecology of teleost fishes**. London: Chapman and Hall, 1990.

*Received on November 7, 2007.*

*Accepted on October 17, 2008.*

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.