

LARVAS DE GRIPOPTERYGIDAE (INSECTA, PLECOPTERA) ASSOCIADAS A FRAGMENTAÇÃO DE DETRITOS FOLIARES EM RIACHOS SUBTROPICAIS

Gripopterygidae larvae (Insecta, Plecoptera) associated with leaves
fragmentation in subtropical streams

Rafael Chaves Loureiro²; Frederico Machado Urbim²; Gabriela Tonello²;
Rozane Maria Restello²; Luiz Ubiratan Hepp²

¹Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI Câmpus Erechim, RS.

²Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI Câmpus Erechim, RS.

Data do recebimento: 10/11/2014 - Data do aceite: 03/12/2014

RESUMO: Os fragmentadores são considerados os principais consumidores primários em riachos com vegetação ripária, alimentando-se da matéria orgânica presente no sedimento e servindo de alimento a outros organismos aquáticos. Porém, sua importância tem sido discutida para os riachos subtropicais pois há uma escassez desses invertebrados nos ambientes aquáticos. Os objetivos desse trabalho foram verificar a associação de larvas de Gripopterygidae na fragmentação de detritos em riachos subtropicais e avaliar o conteúdo estomacal de larvas de *Grypopteryx*. O trabalho foi realizado em quatro riachos, dois com vegetação ripária e dois sem vegetação ripária em ambas as margens. Nos riachos, foram incubados *litter bags* com $2,5 \pm 0,1$ g de folhas de *Campomanesia xanthocarpa*. Em laboratório, foi determinado o coeficiente de decomposição do detrito, densidade de invertebrados associados e a densidade de Gripopterygidae. Foram coletados 7.653 organismos nos quatro riachos, sendo 367 larvas de Gripopterygidae. A densidade dos Gripopterygidae esteve associada aos detritos dos riachos com vegetação ripária. O percentual de larvas de *Grypopteryx* com matéria orgânica particulada fina no conteúdo estomacal foi de 96%. Por fim, podemos propor que os Gripopterygidae são larvas detritívoras e possuem importância relativa na fragmentação da matéria orgânica alóctone em riachos subtropicais.

Palavras-chave: Decomposição. Vegetação Ripária. Matéria Orgânica Particulada Fina. Conteúdo Estomacal. *Grypopteryx*.

ABSTRACT: Shredders are considered the main primary consumers in streams with riparian vegetation, feeding on organic matter in the sediment and serving as food for other aquatic organisms. However, its importance has been discussed in subtropical streams because this organisms are scarce in aquatic environments. The objectives of this study were to assess the relative importance of Gripopterygidae larvae in fragmentation in subtropical streams and evaluate the larvae *Gryopteryx* gut contents. The study was conducted in four streams, two with and two without riparian vegetation. Litter bags were incubated in the streams with 2.5 ± 0.1 g of *Campomanesia xanthocarpa*. In the laboratory, the decomposition ratio of the detritus was determined, the density of associated invertebrate and Gripopterygidae density. 7,653 organisms were collected in the four streams, with 367 larvae *Gripopterygidae*. The densities of the larvae Gripopterygidae were associated with detritus from streams with riparian vegetation. The percentage of Gripopteryx with fine particulate organic matter FPOM in the gut content was 96%. Finally, it may be proposed that Gripopterygidae larvae are detritivores and have relative importance in the fragmentation of allochthonous organic matter in subtropical streams.

Keywords: Decomposition. Riparian Vegetation. Fine Particulate Organic Matter. Stomach Contents.

Introdução

As atividades antrópicas relacionadas com o aumento populacional, como desmatamento, construção de barramentos, introdução de espécies exóticas, lançamento de dejetos orgânicos nos corpos hídricos e o uso inadequado da terra em zonas ripárias (MALMQVIST; RUNDE, 2002), vem causando graves consequências aos ambientes naturais, especialmente no que se refere à diminuição da biodiversidade nas áreas de ecótonos (CALLISTO et al., 2001). Um dos principais problemas relacionados com a perda de diversidade nas regiões ribeirinhas de riachos de pequena ordem é a remoção da vegetação ripária (SENSOLO et al., 2012). A conversão da vegetação ripária para o uso agrícola ou urbano tem colaborado para a diminuição da qualidade da água (HEPP et al., 2010), alterando o ciclo do fósforo e

do nitrogênio, aumentando a condutividade elétrica e diminuindo o oxigênio dissolvido (TUNDISI; TUNDISI, 2010). Além disso, a remoção da vegetação ripária contribui para a diminuição do aporte de material orgânico vegetal, o qual é a principal fonte de energia em riachos de pequena ordem (GONÇALVES et al., 2014).

O sombreamento gerado pela cobertura vegetal sobre o leito de riachos de baixa ordem impede que algas e macrófitas se desenvolvam e realizem o processo de fotossíntese, tornando a vegetação alóctone a principal fonte de entrada de matéria orgânica para os riachos de baixa ordem (VANNOTE et al., 1980; WEBSTER; MEYER, 1997). A vegetação ripária produz, anualmente, grande quantidade de matéria orgânica (ELOSEGI; POZO, 2005), sendo as folhas a principal parte vegetativa que entra nos riachos, representando mais de 50% do material alóctone que chega até os corpos hídricos (GONÇALVES et al., 2006).

Quando o material orgânico entra no corpo hídrico, desencadeia um complexo processo ecológico. A decomposição da matéria orgânica passa por diferentes etapas que envolvem a lixiviação de compostos solúveis, o condicionamento microbiano e a fragmentação física e biótica gerada pela abrasão da água e pela colonização dos invertebrados que se alimentam das folhas, reduzindo-as em pequenas partículas (ALLAN, 1995; GIMENES et al., 2010). Os invertebrados fragmentadores são considerados os principais consumidores primários em riachos com vegetação, alimentando-se da matéria orgânica presente nos mesmos riachos e servindo de alimento a outros organismos aquáticos (CARVALHO; UIEDA, 2009). Em linhas gerais, os fragmentadores iniciam o processo de utilização da matéria orgânica particulada grossa (MOPG) e a fragmentam em partículas menores, permitindo que outros organismos possam se alimentar da matéria orgânica particulada fina (MOPF) (WANTZEN et al., 2002; ALBERTONI; PALMA-SILVA, 2010).

A importância dos invertebrados fragmentadores na transformação da matéria orgânica em regiões subtropicais ainda não é bem clara, pois há uma escassez significativa desses invertebrados nesses ambientes (TELÖKEN et al., 2011). Estudos detalhados sobre grupos tróficos funcionais (GTF) em regiões subtropicais ainda são incipientes, sendo que esse tipo de estudo é importante para o conhecimento da dinâmica de recursos tróficos e da simplificação das comunidades bentônicas em grupos tróficos (CUMMINS, 1995). Em regiões subtropicais, os estudos que utilizam a classificação de GTF de invertebrados, são baseados na classificação proposta para as regiões tropicais ou temperadas. Porém, uma determinada espécie pode apresentar hábitos alimentares diferentes quando encontrada em regiões distintas do globo (TOMANOVA et al., 2006).

As larvas da família Gripopterygidae Enderlein, 1909 (Plecoptera) ocorrem do sul até as regiões mais centrais do Brasil (FROEHLICH, 1981), sendo descritas, aproximadamente, 36 espécies pertencentes a quatro gêneros (LECCI; FROEHLICH, 2006). As larvas de Gripopterygidae costumam viver em ambientes associados a grandes altitudes e com oxigênio abundante, sendo encontradas, principalmente, em detritos vegetais ou sobre pedras (PENNAK, 1978; BISPO et al., 2006). Recentemente, alguns autores classificaram larvas de Gripopterygidae como fragmentadoras de detrito vegetal em riachos tropicais (LIGEIRO et al., 2010). A partir dessas informações, estudos realizados na região subtropical passaram a considerar essas larvas como fragmentadores (TONELLO et al., 2014; TONIN et al., 2014). No entanto, a análise de conteúdo estomacal não foi realizada e tão pouco foi avaliada a relação entre a densidade das larvas destes organismos com a perda de massa de detrito em riachos. Em consequência disto, acredita-se que, como são organismos dependentes do material vegetal alóctone, a ausência de vegetação ripária nos riachos irá diminuir a abundância e densidade de Gripopterygidae nos riachos. Assim, este estudo teve por objetivo verificar a associação de larvas de Gripopterygidae na fragmentação de detritos em riachos subtropicais e avaliar o conteúdo estomacal de algumas larvas, a fim de certificar sobre a participação desses organismos na fragmentação de detritos.

Material e Métodos

Área de estudo

Este trabalho foi realizado no norte do Rio Grande do Sul. A região possui intensa atividade agrícola, sendo que cerca de 77% da área apresenta uso agropecuário e, apenas 20%,

correspondem a áreas de vegetação arbórea natural (DECIAN et al., 2009). Os regimes pluviométricos são regulares e com estações anuais bem definidas. A temperatura média anual é de 17,6°C, as chuvas são bem distribuídas ao longo do ano, com média anual de 1.912 mm. Essas informações classificam a região como Cfb de Köppen (BERNARDI; BUDKE, 2010). A região é caracterizada pela floresta de Araucária Estacional Sempre Verde (OLIVEIRA-FILHO et al., 2013). Para este estudo foram selecionados quatro riachos de primeira ordem, sendo dois riachos com vegetação ripária e dois sem vegetação ripária pertencentes a duas bacias hidrográficas (rios Campo e Cravo) (Tabela I).

Experimento de Campo

O experimento foi realizado em agosto de 2010 e foram utilizadas bolsas de folhaço (*litter bags*) com folhas senescentes

de *Campomanesia xanthocarpa* O. Berg (Myrtaceae) para determinação do coeficiente de perda de massa e identificação dos invertebrados. A escolha de *C. xanthocarpa* justifica-se por ser uma espécie arbórea nativa frequente na zona ripária de riachos subtropicais e apresenta ampla ocorrência nas formações florestais do sul do Brasil (OLIVEIRA-FILHO et al., 2006). Em cada *litter bag* (10 x 20 cm; malha de 10 mm) foram acondicionadas $2,5 \pm 0,1$ g de folhas secas a temperatura ambiente, totalizando 48 *litter bags* (4 *litter bags* por bloco x 4 riachos x 3 dias amostrados = 48 *litter bags*). O material foi incubado aleatoriamente nos quatro riachos, e após 7, 14 e 21 dias de imersão das folhas, foram retirados 4 *litter bags* de cada riacho de forma aleatória e conduzidos ao laboratório para lavagem dos detritos, remoção dos organismos associados, identificação das larvas e análise do conteúdo estomacal. Dentre os gêneros identificados, foi analisado o conteúdo estomacal apenas das larvas

Tabela I - Localização e características físico-químicas dos riachos estudados no norte do Rio Grande do Sul. CV: Riacho Campo com vegetação; CSV: Riacho campo sem vegetação; CRV: Riacho Cravo com vegetação; CRSV: Riacho Cravo sem vegetação.

Variáveis	Riachos			
	CV	CSV	CRV	CRSV
Coordenadas	27°42'58,7"S	27°43'28,3"S	27°43'13,3"S	27°45'37,8"S
Geográficas	52°14'43,8"W	52°12'43,3"W	52°17'11,9"W	52°15'57,4"W
Altitude (m)	655	645	740	710
Temperatura da água (°C)	14,15 ± 0,50	16,06 ± 0,20	17,42 ± 0,60	18,05 ± 0,80
pH	6,36 ± 0,50	6,87 ± 0,30	6,35 ± 0,30	6,34 ± 0,50
OD (mg L-1)	7,89 ± 0,70	6,45 ± 1,30	6,53 ± 0,80	8,57 ± 0,30
CE (µS cm-1)	166 ± 20	74 ± 90	38 ± 80	198 ± 20
Velocidade de Correnteza (m s-1)	0,72 ± 0,20	0,85 ± 0,30	0,50 ± 0,10	0,55 ± 0,20
Alcalinidade (mg L-1)	1,77 ± 0,10	2,47 ± 0,10	1,13 ± 0,10	1,97 ± 0,10
NT (mg L-1)	1,71±0,02	2,91±0,05	1,57±0,00	1,76±0,01

pertencentes ao gênero *Gripopteryx*. Este critério foi adotado baseado principalmente no tamanho das larvas (< 4 mm).

Em laboratório, as folhas foram suavemente lavadas em água corrente sobre uma peneira (250 µm de malha) para retenção dos invertebrados e para eliminar partículas inorgânicas e sedimento aderido. O material foliar remanescente foi seco em estufa a 35°C/72-96 h e pesado para a determinação da perda de massa. Os organismos retidos na peneira foram fixados em álcool 70% e posteriormente identificados até nível taxonômico de família de acordo com Merritt e Cummins (1996) e Mugnai et al. (2010). As larvas da família Gripopterygidae foram identificadas até nível taxonômico de gênero utilizando chaves de Mugnai et al. (2010).

Após a identificação dos gêneros das larvas de Gripopterygidae, os indivíduos foram separados para quantificação do tamanho das larvas e para análise do conteúdo estomacal. Após a medição das larvas seu conteúdo estomacal foi removido e disposto em lâminas para análise em microscópio (100 x de aumento). O conteúdo estomacal foi classificado em cinco categorias: (1) matéria orgânica particulada fina (MOPF) (< 1 mm), (2) fragmentos de fungos (visualização de pedaços de hifas), (3) tecido animal (fragmento de outros invertebrados), (4) partículas minerais (basicamente sedimento) e (5) matéria orgânica particulada grossa (MOPG).

Análise dos Dados

Para avaliar a perda de massa durante o período de estudo foi determinado o coeficiente de decomposição (k) com base no ajuste dos valores de peso seco remanescente do detrito ao modelo exponencial negativo $W_t = W_0 \cdot e^{-kt}$, onde W_t é o peso remanescente no tempo t (em dias), W_0 é o peso inicial e k é o coeficiente de decomposição. A diferença

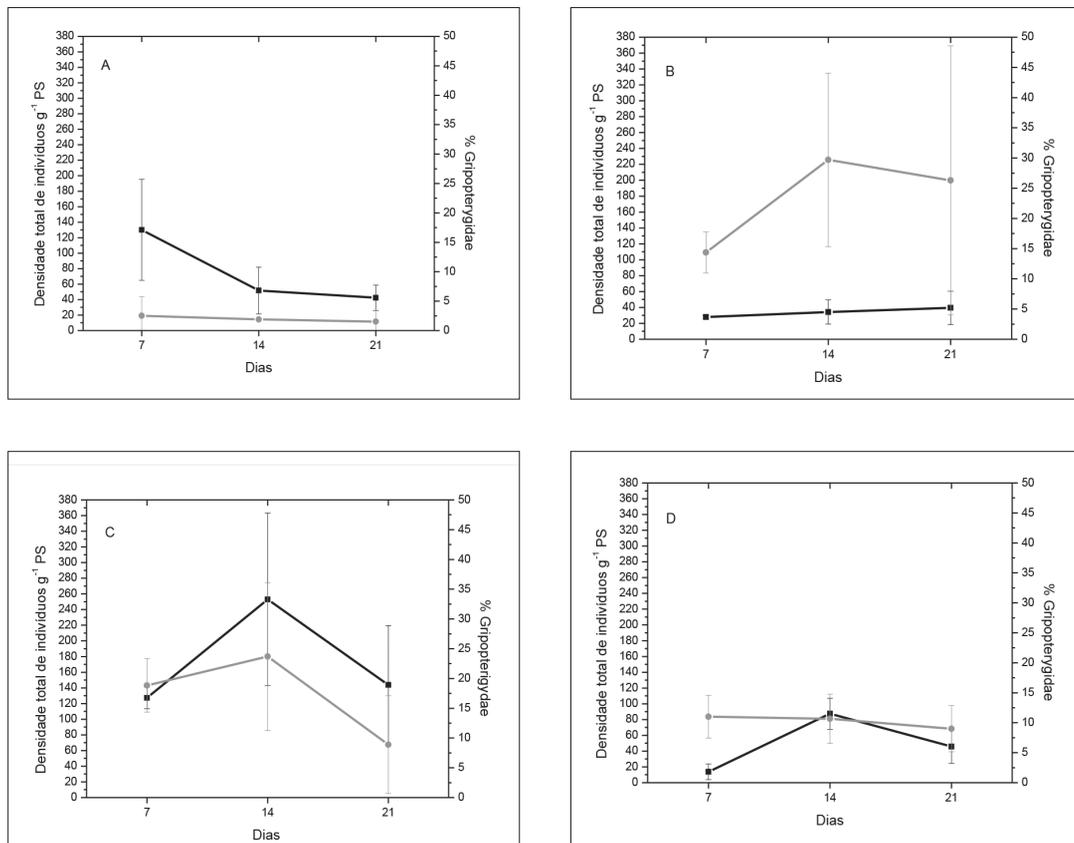
entre os coeficientes de decomposição, densidade de invertebrados totais (quantidade/massa) e densidade de larvas de Gripopterygidae e de *Gripopteryx* foram avaliados por uma análise de variância de dois fatores (two way ANOVA). Um teste Tukey foi aplicado *a posteriori* para avaliação dos contrastes entre os tratamentos estudados que apresentaram significância ($p < 0,05$). As análises foram realizadas no software R (R Core Team 2013) utilizando os pacotes “vegan” (OKSANEN et al., 2013).

Resultados

A perda de massa do detrito apresentou diferenças entre o tempo de imersão ($F_{3;56} = 20,6$; $p = 0,0001$) e entre os riachos ($F_{1;56} = 13,7$; $p = 0,0004$). A massa remanescente dos quatro riachos foi de $67,7 \pm 6,5\%$.

Foi coletado um total de 7.653 organismos nos quatro riachos. Do total de organismos coletados, 4.036 (52,7%) foram amostrados no rio CRSV, representando uma densidade de $174,6 \pm 91,2$ ind g^{-1} PS. Considerando apenas larvas de Gripopterygidae, o riacho mais abundante foi o CV com 166 indivíduos (45,2%) e uma densidade de 6,9 ind g^{-1} PS (Figura 1).

Figura 1 - Densidade total de indivíduos ($\text{ind g}^{-1}\text{PS}$; linha preta) e abundância relativa (%; linha cinza) de Griopterygidae associados a *Campomanesia xanthocarpa* nos riachos estudados em Erechim-RS. A: Riacho campo sem vegetação; B: Riacho campo com vegetação; C: Riacho cravo sem vegetação; D: Riacho cravo com vegetação.



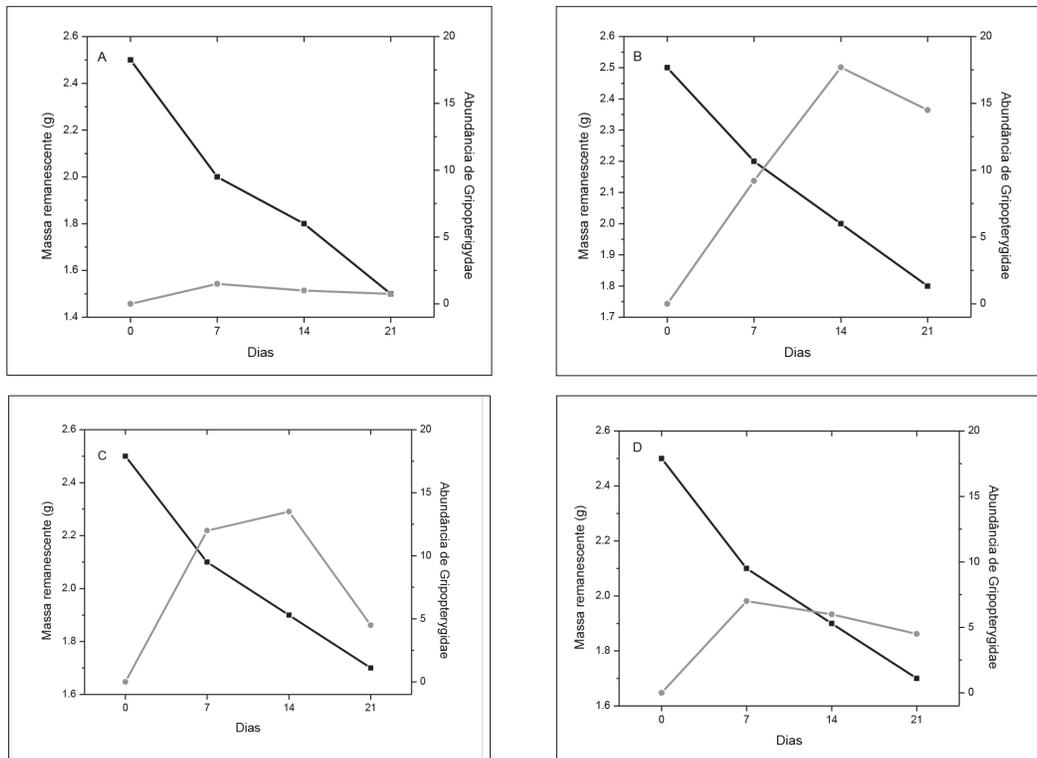
Do total de organismos coletados, 367 (4,8%) organismos foram pertencentes a família Griopterygidae. Dentre os Griopterygidae, foram identificados 93 larvas (25,3%) do gênero *Griopteryx* Pictet, 1841, 117 (31,8%) de *Paragriopteryx* Enderlein, 1909 e 157 (42,7%) de *Tupiperla* Froehlich, 1969. A densidade de Griopterygidae apresentou variação apenas entre os riachos estudados, principalmente entre os riachos com vegetação ripária (Tabela I). A perda de massa esteve associada de forma mais intensa com a presença de Griopterygidae em riachos com vegetação (Figura 2).

Dentre os gêneros, *Griopteryx* apresentou tamanho médio de 5 mm, enquanto *Paragriopteryx* apresentou tamanho médio de 2 mm e *Tupiperla* de 3 mm. Assim, foram quantificados 18 conteúdos estomacais de *Griopteryx*, sendo que 96% continham MOPF, enquanto 35,7% dos conteúdos continham MOPF+fungos. Apenas 3% das larvas continham fragmentos de animais no conteúdo estomacal. Em relação à quantidade de itens consumidos, 28,6% das larvas apresentaram um item alimentar, 50% dois itens e 21,4% três itens alimentares. Não foi encontrada MOPG nos conteúdos estomacais dos indivíduos.

Tabela II - Resultados da análise de variância para a densidade total dos invertebrados, densidade de Gripopterygidae e densidade de *Gripopteryx* nos quatro riachos no norte do Rio Grande do Sul. CV: Riacho Campo com vegetação; CSV: Riacho cravo com vegetação; CRV: Riacho Cravo com vegetação; CRSV: Riacho Cravo sem vegetação.

	GL	SQ	F	p	Tukey para riachos
Densidade total					
Riacho	3	244498	23,01	<0,001	CV≠CRSV; CSV≠CRSV; CRV≠CRSV
Dia	2	13683	3,26	0,049	
Riacho:dia	6	53440	4,25	0,002	
Resíduos	36	75336			
Densidade Gripopterygidae					
Riacho	3	226,25	88,75	<0,001	CV≠CSV; CV≠CRV; CSV≠CRSV
Dia	2	22,56	11,28	0,220	
Riacho:dia	6	63,25	10,56	0,220	
Resíduos	36				
	GL	SQ	F	p	Tukey para riachos
Densidade Gripopteryx					
Riacho	3	9,68	3,22	0,030	CV≠CSV
Dia	2	3,15	1,57	0,210	
Riacho:dia	6	6,44	1,07	0,380	
Resíduos	36				

Figura 2 - Perda de massa remanescente (linha preta) e abundância de indivíduos (linha cinza) de Gripopterygidae durante o período estudado nos riachos estudados em Erechim-RS. A: Riacho Campo sem vegetação; B: Riacho Campo com vegetação; C: Riacho Cravo sem vegetação; D: Riacho Cravo com vegetação.



Discussão

A abundância de Gripopterygidae esteve associada à presença de vegetação ripária nas margens dos riachos. Variações de abundância e riqueza de organismos podem ser causadas por alterações na bacia hidrográfica (HEPP et al., 2013). No entanto, neste estudo, as variações apresentadas pelos quatro riachos estudados estiveram concentradas na ausência e presença de vegetação ripária. Este é o primeiro indício de que larvas desta família podem contribuir para a fragmentação do detrito foliar que entra em riachos subtropicais. De acordo com Graça (2001), a remoção da vegetação ripária reduz a entrada do material alóctone, influenciando diretamente nos invertebrados detritívoros, pois sua principal fonte de alimento é o material orgânico que entra nos riachos. Além disso, organismos da ordem Plecoptera são sensíveis a perturbações e sua ocorrência é dependente da qualidade do ambiente aquático (FOCHETTI; FIGUEROA, 2007; HEPP et al., 2013).

As larvas de Gripopterygidae apresentam associação na fragmentação da matéria vegetal nos riachos estudados, em especial nos riachos com vegetação ripária nas margens. De acordo com Ligeiro et al. (2010), estes organismos são classificados em alguns riachos como os principais invertebrados responsáveis pela decomposição da vegetação alóctone. Novamente, nossa hipótese de que larvas de Gripopterygidae estão associadas com a decomposição dos detritos, torna-se mais evidente quando observamos uma relação positiva da perda de massa com o aumento da abundância de Gripopterygidae nos riachos vegetados.

Na composição da comunidade associada aos detritos, as larvas de *Gripopteryx* apresentaram menor abundância quando comparada com as larvas de *Paragripopteryx* e

Tupiperla. As larvas de *Gripopteryx* têm uma preferência por locais onde a correnteza da água é mais forte, enquanto que as larvas de *Paragripopteryx* e *Tupiperla* tem uma preferência por locais com correnteza mais fraca (FROEHLICH, 1969; FROEHLICH, 1990). Embora as condições de habitat sejam importantes, acreditamos que a disponibilidade de recursos alimentares (detrito vegetal) foi um fator importante para este resultado. A quantidade de vegetação alóctone que entra nos riachos é importante, aumentando, assim, a disponibilidade de recursos alimentares para os invertebrados (NIN et al., 2009).

Quanto ao hábito alimentar de *Gripopteryx*, o tamanho médio dos indivíduos analisados impossibilitou encontramos MOPG no conteúdo estomacal das larvas analisadas. Com isso, podemos propor a classificação de *Gripopteryx* como detritívoros em riachos subtropicais. Os invertebrados fragmentadores se alimentam da MOPG (> 1 mm) e o tamanho dos *Gripopteryx* analisados neste estudo possivelmente dificultou que esses invertebrados consumissem MOPG. Assim, análises de indivíduos desse gênero, com maior tamanho, poderiam informar se o hábito alimentar está mesmo relacionado com a MOPF, ou talvez, indivíduos maiores possam se alimentar de MOPG alterando a classificação desses indivíduos maiores para o grupo trófico funcional dos fragmentadores. As hifas de fungos presentes no conteúdo estomacal nas larvas de *Gripopteryx* demonstram a preferência dos macroinvertebrados por folhas condicionadas, sendo que, além de aumentar a palatabilidade das folhas, os microrganismos constituem uma fonte de alimento para os invertebrados detritívoros (GESSNER et al., 1999).

As larvas de Gripopterygidae demonstraram ser sensíveis frente a impactos relacionados a atividades antrópicas, especialmente àqueles relacionados a retirada da vegetação

riparia, o que demonstra a importância de áreas conservadas para a manutenção dos organismos aquáticos. As larvas de Gripopterygidae apresentaram associação na fragmentação da matéria orgânica nos riachos com vegetação.

REFERÊNCIAS

- ALBERTONI, E.; PALMA-SILVA, C. Caracterização e importância dos invertebrados de águas continentais com ênfase nos ambientes de Rio Grande. **Cadernos de Ecologia Aquática**, v. 5, n. 1, p. 9-27. 2010.
- ALLAN, J.D. **Stream Ecology: Structure and Function of Running Waters**. New York, Chapman & Hall, 388p. 1995.
- BERNARDI, S.; BUDKE, J.C. Estrutura da sinúsia epifítica e efeito de borda em uma área de transição entre Floresta Estacional Semidecídua e Floresta Ombrófila Mista. **Floresta**, v. 40, n. 1, p. 81-92. 2010.
- BISPO, P. C.; OLIVEIRA, L. G.; BINI, L. M.; SOUSA, K. G. Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera assemblages from riffles in mountain streams of Central Brazil: Environmental factors influencing the distribution and abundance of immature. **Brazilian Journal of Biology**, v. 66, n. 2B, p. 611-622. 2006.
- CALLISTO, M.; MORETTI, M.; GOULART, M. Macroinvertebrados bentônicos como ferramenta para avaliar a saúde de riachos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 6, n. 1, p. 71-82. 2001.
- CARVALHO, E.M.; UIEDA, V.S. Diet of invertebrates sampled in leaf-bags incubated in a tropical headwater stream. **Zoologia**, v. 26, n. 4, p. 694-704. 2009.
- CUMMINS, K. W. Invertebrates. In: Calow, P.; Petts, G. E. eds. **The Rivers Handbook**. Blackwell Scientific, Oxford, p. 234-250. 1995.
- DECIAN, V.; ZANIN, E.M.; HENKE, C.; QUADROS, F.R.; FERRARI, C.A. Uso da terra na região Alto Uruguai do Rio Grande do Sul e obtenção de banco de dados relacional de fragmentos de vegetação arbórea. **Perspectiva**, v. 33, n. 121, p. 165-176. 2009.
- ELOSEGI, A.; POZO, J. Litter input. In: GRAÇA M.A.S.; BÄRLOCHER, F.; GESSNER M.O. eds. **Methods to study litter decomposition: a practical guide**. Netherlands, Springer, p. 3-11. 2005.
- FOCHETTI, R.; FIGUEROA, J. M. T. Global diversity of stoneflies (Plecoptera; Insecta) in freshwater. **Hydrobiologia**, v. 595, n. 1, p. 365-377. 2008.
- FROEHLICH, C.G. Studies on Brazilian Plecoptera I. Some Gripopterygidae from the Biological Station at Paranapiacaba, State of São Paulo. **Beiträge zur Neotropischen Fauna**, v. 6, n. 1, p. 17-39. 1969.
- FROEHLICH, C.G. Plecoptera. In: Hubert, S. H.; Rodriguez, G.; Santos, N. D. eds. **Aquatic Biota of Tropical South America**, p. 86-87. 1981.
- FROEHLICH, C.G. Brazilian Plecoptera 6. *Gripopteryx* from Campos do Jordão, State of São Paulo (Gripopterygidae). **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, v.25, n 4, p. 236-247. 1990.
- GESSNER, M.O., CHAUVET, E.; DOBSON, M. A perspective on leaf litter breakdown in stream. **Oikos**, v. 85, n. 2, p. 377-384. 1999.
- GIMENES, K.Z.; CUNHA-SANTINO, M. B. ; BIANCHINI, I. Decomposição de matéria orgânica alóctone e autóctone em ecossistemas aquáticos. **Oecologia Australis**, v. 14, n. 4, p. 1036-1073. 2010.

- GONÇALVES, J.F.; FRANÇA, J.S.; CALLISTO, M. Dynamics of allochthonous organic matter in a tropical Brazilian headstream. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 49, n. 6, p. 967-973. 2006.
- GONÇALVES, J.F.; REZENDE, R.S.; GRÉGORI, R.S.; VALENTIN, G.C. Relationship between dynamics of litterfall and riparian plant species in a tropical stream. **Limnologia**, v. 44, p. 40-48. 2014.
- GRAÇA, M.A.S. The role of invertebrates on leaf litter decomposition in stream-a Review. **International Review of Hydrobiology**, v. 86, p. 383-393. 2001.
- HEPP, L.U.; MILESI, S.V.; BIASI, C.; RESTELLO, R.M. Effects of agricultural and urban impacts on macroinvertebrates assemblages in streams (Rio Grande do Sul, Brazil). **Zoologia**, v. 27, n.1, p. 106-113. 2010.
- HEPP, L.U.; RESTELLO, R.M.; MILESI, S.V.; BIASI, C.; MOLOZZI, J. Distribution of aquatic insects in urban headwater streams. **Acta Limnologica Brasileira**, v. 25, n. 1, p. 1-9. 2013.
- LECCI, L.S.; FROEHLICH, C.G. **Plecoptera**. In Levantamento e biologia de Insecta e Oligochaeta aquáticos de sistemas lóticos do Estado de São Paulo.2006. Disponível em: <<http://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce/plecoptera/plecindex.htm>>. Acesso em: 22 abr. 2013.
- LIGEIRO, R.; MORETTI, M.S.; GONÇALVES, F.; CALLISTO, M. What is more important for invertebrate colonization in a stream with low-quality litter inputs: exposure time or leaf species? **Hydrobiologia**, v. 654, n. 1, p. 125–136. 2010.
- MALMQVIST, B.; RUNDLE, S. Threats to running water ecosystems of the world. **Environmental Conservation**, v. 29, n. 2, p. 134-153. 2002.
- MERRITT, R.W.; CUMMINS, K.W. **An introduction to the aquatic insects of North America**. Kendall/Hunt Publishing Company. 862p. 1996.
- MUGNAI, R.; NESSIMIAN, J. L.; BAPTISTA, D. F. **Manual de identificação de macroinvertebrados aquáticos do Estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro, Technical Books, 176p. 2010.
- NIN, C. S.; RUPPENTHAL, E. L.; RODRIGUES, G. G. Produção de folhicho 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**, v. 31, n. 3, p. 263-271. 2009.
- OKSANEN, J.; BLANCHET, F.G.; KINDT, R.; LEGENDRE, P.; O’HARA, R.B.; SIMPSON, G. L.; SOLYMOS, P.; STEVENS, M.H.; WAGNER, H. Multivariate Analysis of Ecological Communities in R: package “vegan”, (URL <http://vegan.r-forge.r-project.org/>) 2013.
- OLIVEIRA-FILHO, A. T.; JARENKOW, J. A.; RODAL, M. J. N. Floristic relationships of seasonally dry forests of eastern South America based on tree species distribution patterns. In: Pennington, R. T., Lewis, G. P. e Ratter J. A. 2006 eds. **Neotropical Savannas and Dry forests: Plant Diversity, Biogeography and Conservation**. CRC Press, Boca Raton: p. 159–192. 2006.
- OLIVEIRA-FILHO, A. T.; BUDKE J.C.; JARENKOW, J. A.; EISENLOHR, P. V.; NEVES D.R.M. Delving into the variations in tree species composition and richness across South American subtropical Atlantic and Pampean forests. In: **Journal of Plant Ecology**, v. 7, p. 1-23, 2013.
- PENNAK, R.W. **Freshwater invertebrates of the U nited States**. John Wiley & Sons, New York. 803p. 1978.
- SENSOLO, D.; HEPP, L.U.; DECIAN, V.; RESTELLO, R.M. Influence of landscape on assemblages of Chironomidae in Neotropical Streams. **Annales de Limnologie- International Journal of Limnology**, v. 48, p. 391-400. 2012.
- TELÖKEN, F.; ALBERTONI, E.F.; PALMA-SILVA, C. Leaf degradation of *Salix humboldtiana*

willd. (Salicaceae) and invertebrate colonization in a subtropical lake (Brazil). **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 23, n 1, p. 30-41. 2011.

TOMANOVA, S.; GOITIA, E. e HELESIC, J. Trophic levels and functional feeding groups of macroinvertebrates in neotropical streams. **Hydrobiologia**, v. 556, n. 1, p. 251-264. 2006.

TONELLO, G.; LOUREIRO, R.C.; KRAUSE, P.; SILVA, C.; ONGARATTO, R.M.; SEPP, S.; RESTELLO, R.M.; HEPP, L.U. Colonização de invertebrados durante a decomposição de diferentes detritos vegetais em um riacho subtropical. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 12, n. 2, p. 98-105. 2014.

TONIN, A.M.; HEPP, L.U.; RESTELLO, R.M.; GONÇALVES, J.F. Understanding of colonization and breakdown of leaves by invertebrates in a tropical stream is enhanced by using biomass as well as count data. **Hydrobiologia**, v. 740, n. 1, p. 79-88. 2014.

TUNDISI, J.G.; TUNDISI, T.M. Impactos potenciais das alterações do Código Florestal nos recursos hídricos. **Biota Neotropica**, v. 10, n. 4, p. 67-76. 2010.

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

WANTZEN, K.M.; WAGNER, R.; SUETFELD R.; JUNK, W.J. How do plant-herbivore interactions of trees influence coarse detritus processing by shredders in aquatic ecosystems of different latitudes? **Verhandlungen der Internationalen Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie**, v. 28, n. 5, p. 1-7. 2002.

WEBSTER, J.R.; MEYER, J.L. Stream organic matter budgets. **Journal of the North American Benthological Society**, v. 16, n. 1, p. 3-161. 1997.

