

Sucessão de invertebrados durante o processo de decomposição de duas plantas aquáticas (*Eichhornia azurea* e *Polygonum ferrugineum*)

Roger Paulo Mormul¹, Luiz Alberto Vieira^{1*}, Sidnei Pressinatte Júnior¹, Alexandre Monkolski² e Anderson Medeiros dos Santos³

¹Curso de Graduação em Ciências Biológicas, Faculdade Integrada de Campo Mourão, Rodovia BR-158, Km 207, 87300-970, Jardim Batel, Campo Mourão, Paraná, Brasil. ²Departamento de Zoologia, Faculdade Integrada de Campo Mourão. ³Pós-graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais, Núcleo de Pesquisas em Limnologia Ictiologia e Aqüicultura (Nupélia), Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, Maringá, Paraná, Brasil. *Autor para correspondência. e-mail: betaobiocm@hotmail.com

RESUMO. A colonização de invertebrados durante o período de 56 dias de decomposição de duas espécies de plantas aquáticas (*Eichhornia azurea* e *Polygonum ferrugineum*) foi investigada para determinar o papel de macroinvertebrados no processo de fragmentação da folha. Durante a análise do material, foi constatado um total de 2096 invertebrados, associados a *E.azurea* e 6154 invertebrados associados a *P. ferrugineum*, identificados dentro de 18 táxons, com predominância de larvas de Diptera da família Chironomidae, seguido por espécimes de Oligochaeta, microcrustáceos como Cladocera e Copepoda. Em ambas as plantas, os macroinvertebrados mostraram um aumento significativo de densidade ao longo do processo de decomposição, o que provavelmente está associado à perda de compostos fenólicos. Os resultados sugerem que as espécies de macrófitas apresentam associações específicas com seus consumidores, ou seja, o processo de sucessão da colonização torna-se diferenciado de acordo com as características fenológicas da planta.

Palavras-chave: decomposição, macrófitas aquáticas, colonização de macroinvertebrados, ambientes lenticos.

ABSTRACT. Succession of invertebrates during the decomposition process of two aquatic plants (*Eichhornia azurea* and *Polygonum ferrugineum*). The invertebrate colonization was investigated during 56-day decomposition of two macrophytes species (*Eichhornia azurea* and *Polygonum ferrugineum*). The aim was to determine the role of macroinvertebrates in the process of leaf fragmentation. During material analysis, 2096 invertebrates were associated with *E.azurea* and 6154 were associated with *P. ferrugineum*, identified in 18 taxons, with predominance of Diptera larvae (Chironomidae family specially), followed by Oligochaeta species and microcrustaceans such as Cladocera and Copepoda. In both macrophytes the macroinvertebrates showed a significant increase of density through the process of decomposition, which is probably associated with the loss of phenolic compounds. Results suggest that macrophytes specimens show specific associations with their consumers, i.e., the succession process of colonization becomes singular according to the phenolic characteristics of the plant.

Key words: decomposition, aquatic macrophytes, macroinvertebrates colonization, lentic environments.

Introdução

As macrófitas aquáticas são importantes componentes de ecossistemas aquáticos, constituem-se, muitas, vezes nos principais produtores primários, especialmente em ambientes lenticos, e possuem papel fundamental na ciclagem de nutrientes e na formação de detritos (Petruccio e Esteves, 2000; Bini *et al.*, 2001). Frequentemente, constituem-se em substrato para macroinvertebrados aquáticos (Trivinho-Strixino e Strixino, 1993), oferecem proteção contra predadores, servem como fonte direta (tecido vegetal) e indireta (substrato para crescimento de comunidade perífita)

de alimento (Newman, 1991; Ward, 1992; Allan, 1995) e como locais de emergência de vários insetos aquáticos e semi-aquáticos (Pelli e Barbosa, 1998).

Um número significativo de invertebrados pastadores e detritívoros utilizam diretamente as plantas aquáticas como recurso alimentar, especialmente durante a fase senescente, em que a população de invertebrados pode aumentar significativamente (Oertli e Lachavane, 1995). As plantas aquáticas oferecem alimento de alta qualidade para os animais aquáticos (Gadella *et al.*, 1990), porque estocam vários nutrientes em sua biomassa (Moore *et al.*, 1994). A liberação desses nutrientes se dá

gradualmente com o processo de decomposição da planta e coincide com a diminuição da quantidade de fenóis estocados no tecido (Roland *et al.*, 1990). A redução dos polifenóis causa um aumento da palatabilidade da matéria orgânica armazenada pela planta para os organismos que fazem parte da cadeia detritívora (Stripari e Henri, 2002).

A questão é entender se o processo de colonização é similar em diferentes espécies de plantas e reconhecer, entre essas diferenças, quais são os macroinvertebrados mais importantes para a fragmentação da planta em diferentes períodos do processo de decomposição. Dessa forma, a proposta geral deste trabalho é investigar a sucessão de diferentes grupos de invertebrados durante o processo de decomposição de duas espécies de plantas aquáticas *Eichhornia azurea* (Swartz) Kunth e *Polygonum ferrugineum* Wedd, objetivando: (1) mostrar as diferenças quantitativas e qualitativas na colonização de invertebrados durante a decomposição das folhas; (2) analisar dentro de uma escala temporal quais os invertebrados mais importantes para a fragmentação da planta; (3) avaliar como essas plantas atenuam a ação dos macroinvertebrados decompositores.

Material e métodos

O experimento com as duas espécies de macrófitas foi conduzido *in situ* em uma lagoa da planície de inundação do alto rio Paraná, conhecida como Lagoa dos Patos (Figura 1). A lagoa dos Patos (22° 49'19" S e 53°31'33" W) apresenta um contorno irregular em suas margens, as quais normalmente são colonizadas por gramíneas e macrófitas aquáticas, entre elas *Eichhornia azurea*. Essa lagoa recebe influência direta do rio Ivinheima, com o qual mantém comunicação permanente através de um canal.

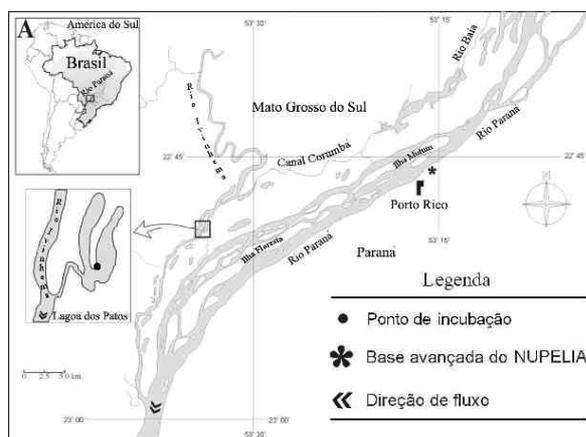


Figura 1. Área de estudo: Lagoa dos Patos, uma lagoa lateral conectada ao rio Ivinheima (● local de incubação das amostras).

A avaliação da colonização de invertebrados, concomitantemente com o processo de decomposição, foi efetuada com a utilização de *litter bags* (Figura 2), de tamanho 15x20 cm e 2 mm de abertura de malha. Durante o experimento, 15 bolsas foram preenchidas com 5 g de folha seca de *E. azurea*, procedimento também adotado para *P. ferrugineum* (Figura 3).

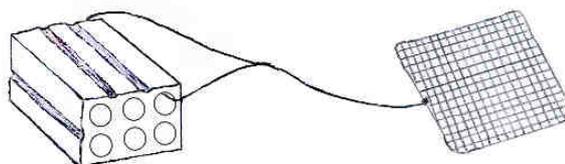


Figura 2. Esquema de montagem da bolsa de tela plástica usada no experimento.

As bolsas foram submersas na região litorânea a uma profundidade aproximada de 2 m, utilizando-se um tijolo como peso, e fixadas a uma estaca para indicar o local de incubação. Três *litter bags* para estimativa de densidade de organismos associados a *E. azurea* e a *P. ferrugineum* foram removidos por sorteio no 1º, 7º, 14º, 28º, 56º dias de incubação. Após cada período de incubação, o material foi cuidadosamente lavado em peneira com abertura de malha de 0,21 mm para facilitar a separação dos detritos e invertebrados. Em seguida, o material biológico foi fixado com formol 4% e, posteriormente, triado e identificado sob microscópio estereoscópico até o menor nível taxonômico possível, segundo bibliografia especializada (Perez, 1987; Pennak, 1989; Peckarski *et al.*, 1990; Thorp e Covich, 1991; Trivinho-Strixino e Strixino, 1995; Higuti e Souza-Franco, 2001). O material vegetal remanescente foi seco a 60°C em estufa durante 48 horas e, posteriormente, pesado para o cálculo de densidade de organismos em 100 g de peso seco da planta.

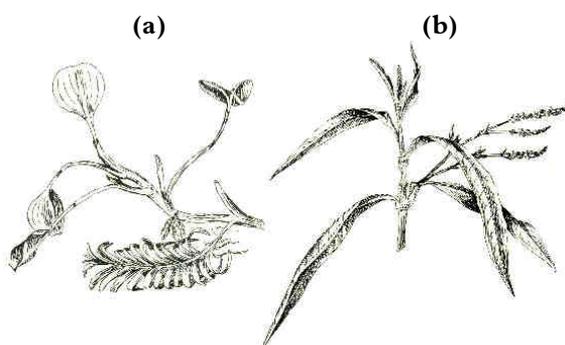


Figura 3. Detalhe da folha de *Eichhornia azurea* (a) e *Polygonum ferrugineum* (b). **Fonte:** Joly, 1987.

As diferenças nas densidades dos táxons entre as macrófitas foram estabelecidas através da análise de variância (ANOVA two-way), utilizando-se, como medida repetitiva, a densidade dos invertebrados durante os períodos de incubação. A análise foi realizada conforme os pressupostos de homogeneidade e homocedasticidade efetuados através dos testes de Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente.

Resultados e discussão

Durante a análise do material, foi constatado um total de 2096 invertebrados, associados a *E. azurea* e 6154 invertebrados associados a *P. ferrugineum*, distribuídos em 18 táxons (Tabela 1). *E. azurea* suportou uma densidade relativamente menor (5.368 ± 8.598 indivíduos/100 g de peso seco) quando comparada a *P. ferrugineum* com abundância de insetos (53,60%) representados em sua maioria por espécimes da família Chironomidae, seguido pelos anelídeos (35,8%), microcrustáceos (4,1%), nematóides (4%), ácaros (2,2%) e moluscos (0,2%). Embora a arquitetura da folha de *P. ferrugineum* seja ligeiramente menor em área, nessa planta observou-se uma densidade significativamente maior (27.706 ± 21.347 indivíduos/100 g de peso seco); a riqueza de táxons, contudo, não foi semelhante à de *E. azurea*, pois registrou-se a ocorrência de somente 15 táxons diferentes. Trivinho-Strixino e Strixino (1993), ao investigarem a macrofauna de *Pontederia lanceolata* e de *E. azurea*, verificaram que alguns dos fatores limitantes para a colonização de macroinvertebrados em plantas aquáticas são relativos à biologia da espécie e à arquitetura de estruturas como folha e caule. De acordo com Humpries (1996), esses aspectos podem contribuir para a criação de diferentes micro-habitats, favorecendo a ocorrência e o estabelecimento de determinados invertebrados em elevada densidade.

Dentre os organismos identificados, os insetos também foram os dominantes em *P. ferrugineum*, representando 42,4% dos macroinvertebrados colonizadores. Os demais grupos foram representados, em sua maioria, por anelídeos (31,3%), microcrustáceos (13,6%), nematóides (11,4%) e ácaros (1,3%).

Um fato interessante observado na composição de colonizadores foi a predominância de espécimes de quironomídeos e oligoquetas nas plantas analisadas. Os quironomídeos foram representados pelos gêneros *Chironomus* sp., *Polypedilum* sp., *Tribelos* sp., *Tanitarsus* sp., *Asheum* sp. e *Zavreliella* sp., os quais, de acordo com Moretti *et al.* (2003), coletam detritos liberados por plantas aquáticas,

embora possam ser generalistas no que diz respeito ao hábito alimentar. Alguns estudos com macrófitas aquáticas (Poi de Neiff e Bruquetas de Zozaya, 1991; Lima *et al.*, 1998; Souza-Franco e Takeda, 2000) têm demonstrado a estreita relação de oligoquetas da família Naididae com a presença de detritos, o que suporta a hipótese de que esses anelídeos aproveitam eficientemente recursos alimentares da cadeia detritívora, especialmente nos períodos finais de decomposição.

Tabela 1. Invertebrados encontrados nos detritos de *Eichhornia azurea* e de *Polygonum ferrugineum* (GTF - Grupo Trófico Funcional, P = Predador, C = Coletor, F = Filtrador, R = Raspador).

Táxons/Taxa	GTF FTG	Macrófitas/Macrophytes	
		<i>E.azurea</i>	<i>P.ferrugineum</i>
Nematoda	C/F	x	x
Gastropoda			
Ancyliidae	C/R	x	
Planorbidae	C/R	x	
Bivalvia	F	x	
Oligochaeta	C	x	x
Hirudinea	P	x	x
Prostigmata			
Oribatida			
<i>Hydrozetes</i> sp.	C/F	x	x
Cladocera			
<i>Daphnia</i> sp.	C	x	x
<i>Chydorus</i> sp.	P	x	x
Harpacticoida	P	x	x
Cyclopoida	P	x	x
Calanoida	P		x
Ostracoda	C/F	x	x
Conchostraca	C/F		x
Ephemeroptera			
Baetidae			
<i>Callibaetis</i> sp.	C	x	x
Trichoptera	C/F	x	x
Plecoptera	C	x	
Ceratopogonidae	P	x	
Chironomidae			
<i>Chironomus</i> sp.	C	x	x
<i>Polypedilum</i> sp.	C/F/P	x	x
<i>Tribelos</i> sp.	C	x	x
<i>Tanitarsus</i> sp.		x	x
<i>Asheum</i> sp.		x	x
<i>Zavreliella</i> sp.	C	x	x
Coleoptera			
Dysticidae	P	x	
Halipidae	C/F	x	x
Lepidoptera	F	x	
Odonata			
Libellulidae	P	x	x
Aeshmidae	P	x	x
Megaloptera	P	x	x

A forma como foi conduzido o experimento pode ter sido relevante para esses macroinvertebrados à medida que os *litter bags* instalados na margem da lagoa funcionaram como redes de filtragem acumulando vários detritos, além dos fragmentos já liberados pelas plantas. Grupos de coletores, filtradores e predadores tendem a aumentar em regiões próximas às margens de lagoas. Essa suposição sustentada por Trivinho-Strixino *et al.* (2000) se deve ao fato de

que o acúmulo de detritos em plantas aquáticas pode contribuir de forma decisiva para a presença de espécimes coletores de quironomídeos e oligoquetos.

Em relação ao processo de colonização, observou-se um comportamento diferenciado para as duas plantas como mostrado na Figura 4. Aparentemente, os resultados revelaram que a colonização de *E. azurea* é relativamente mais lenta que a de *P. ferrugineum*, o que pode ser demonstrado por meio das diferenças de densidade dos macroinvertebrados. Um respectivo aumento de densidade em organismos associados a *E. azurea* ocorreu somente no último período de recolhimento dos *litter bags* (56.º dia), o que sugere que a planta apresenta algum composto químico na folha que, provavelmente, dificulta a sua exploração nos períodos iniciais de decomposição. A atividade metabólica de plantas e as substâncias tóxicas relacionadas com o processo de decomposição influenciam os invertebrados

entre associações de macrófitas aquáticas (Kurashov et al., 1996).

Durante um experimento com *E. azurea*, Stripari e Henry (2002) associaram a dificuldade da exploração dos tecidos vegetais vivos como recurso alimentar à elevada concentração de polifenóis, responsáveis pela redução da digestibilidade e da palatabilidade.

A colonização de organismos pioneiros, como bactérias e fungos e depois algas perifíticas, produz um aumento evidente na quantidade de nitrogênio e de proteínas durante a decomposição, o qual enriquece a qualidade nutricional dos detritos tornando-os mais atrativos para os invertebrados (Suren e Lake, 1989). Os dados analisados para *P. ferrugineum* podem sustentar a hipótese de que esse fato ocorreu de forma significativa a partir do 14.º dia de incubação, quando observou-se um aumento considerável da população de macroinvertebrados.

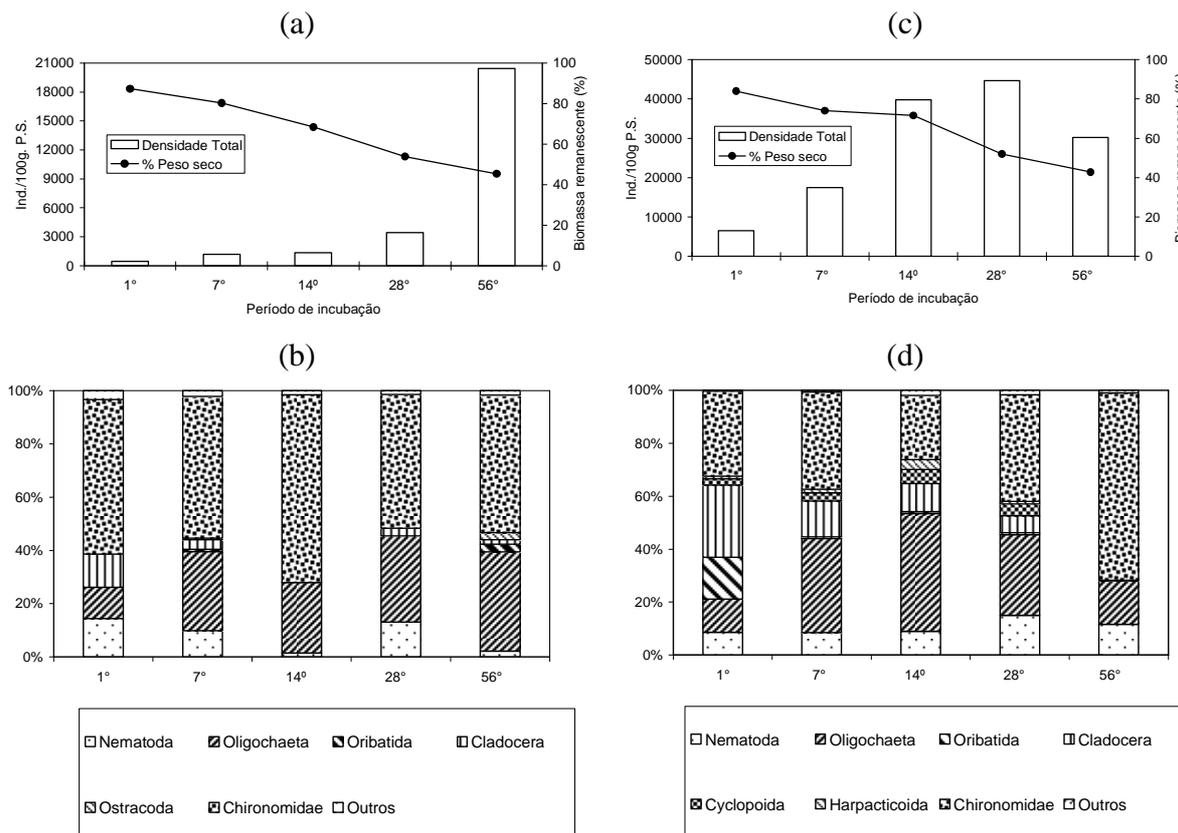


Figura 4. (a) Densidade total de invertebrados (ind./100 g P. S.) em *Eichhornia azurea* durante o experimento de decomposição na Lagoa dos Patos; (b) densidade relativa de invertebrados colonizadores (%) dos detritos de *Eichhornia azurea* (outros: Gastropoda, Bivalvia, Hirudinea, Harpacticoida, Cyclopoida, Calanoida, Ephemeroptera, Trichoptera, Plecoptera, Ceratopogonidae, Coleoptera, Lepidoptera, Odonata e Megaloptera); (c) densidade total de invertebrados (ind./100 g P. S.) em *Polygonum ferrugineum* durante o experimento de decomposição na Lagoa dos Patos; (d) densidade relativa de invertebrados colonizadores (%) dos detritos de *Polygonum ferrugineum* (outros: Gastropoda, Bivalvia, Hirudinea, Calanoida, Ostracoda, Conchostraca, Ephemeroptera, Trichoptera, Plecoptera, Ceratopogonidae, Coleoptera, Lepidoptera, Odonata e Megaloptera).

Os resultados da ANOVA (Tabela 2) revelaram que a maioria dos invertebrados obteve maior densidade em *P. ferrugineum*. Somente alguns grupos taxonômicos como Gastropoda, Bivalvia, Ceratopogonidae e Lepidoptera tiveram densidade significativamente maior em *E. azurea*. A redução abrupta na densidade em *P. ferrugineum* no 56.º dia de incubação pode ser explicada pelo efeito de lixiviação de detritos e da perda excessiva de fósforo e de nitrogênio do material incubado. Essa macrófita, no entanto, suportou, ao longo de todo o experimento, uma densidade duas vezes superior à de *E. azurea*, o que pode sugerir menor quantidade de polifenóis ou outras substâncias alelopáticas.

Tabela 2. Resultados da ANOVA para comparação entre a densidade de invertebrados durante a decomposição de *E. azurea* e *P. ferrugineum*. $p \leq *0,05$; $p \leq **0,01$.

Variável dependente	Variáveis independentes	Maior densidade
Densidade	Macrófitas	
Nematoda	F = 31,98**	<i>P. ferrugineum</i>
Gastropoda	F = 4,64*	<i>E. azurea</i>
Bivalvia	F = 4,64*	<i>E. azurea</i>
Oligochaeta	F = 8,52**	<i>P. ferrugineum</i>
Cladocera	F = 35,89**	<i>P. ferrugineum</i>
Cyclopoida	F = 32,70**	<i>P. ferrugineum</i>
Calanoida	F = 11,70**	<i>P. ferrugineum</i>
Conchostraca	F = 10,61**	<i>P. ferrugineum</i>
Harpacticoida	F = 10,98**	<i>P. ferrugineum</i>
Trichoptera	F = 6,55**	<i>P. ferrugineum</i>
Ceratopogonidae	F = 18,25**	<i>E. azurea</i>
Chironomidae	F = 4,77*	<i>P. ferrugineum</i>
Coleoptera	F = 11,36**	<i>P. ferrugineum</i>
Lepidoptera	F = 4,63*	<i>E. azurea</i>

Em *E. azurea* nos períodos de incubação 1.º, 7.º, 14.º e 28.º somente alguns grupos como Nematoda, Oligochaeta, Chironomidae e Cladocera conseguiram aproveitar os recursos fornecidos pela planta. Como discutido anteriormente, os Chironomidae e Oligochaeta apresentam hábito alimentar detritívoro, o que favorece sua ocorrência em todos os estágios do processo de decomposição, tanto para *E. azurea* quanto para *P. ferrugineum*. Nematóides mostraram uma elevada incidência durante os períodos 1.º, 7.º e 28.º, o que pode estar relacionado à flutuação de algas perifíticas. Nessimian e Lima (1997), estudando macrófitas em brejos no Rio de Janeiro, observaram que muitos dos espécimes de nematóides apresentam o hábito de sugar algas que se instalam na epiderme de plantas aquáticas. Considerando que ocorre liberação de nutrientes durante a decomposição, é de se esperar que muitas algas perifíticas aproveitem a superfície das duas espécies de macrófitas que representam um importante recurso alimentar. Levando em consideração esse aspecto, os resultados da alta densidade de nematóides em *P. ferrugineum*

permitem concluir que um grande número de algas provavelmente estava disponível durante o experimento. A mesma suposição poderia ser inferida junto à presença de ácaros oribatídeos, especificamente espécimes do gênero *Hydrozetes*, os quais, de acordo com Pennak (1989), apresentam a base de sua dieta formada por algas, fungos e detritos.

A lentidão da decomposição de *E. azurea* pode ter sido relevante para o aparecimento de espécimes de Cladocera, como *Daphnia* sp. e *Chydorus* sp. Nos estágios iniciais, observou-se a presença de *Daphnia* que, tipicamente, são filtradores e, provavelmente, visitaram os *litter bags* com o objetivo de recolher materiais em suspensão. À medida que ocorre a senescência da planta, observa-se predominância de cladóceros da família Chydoridae (espécies de *Chydorus* sp.) que, provavelmente, aproveitam os detritos liberados pela ação de invertebrados cortadores e fragmentadores. Até o 28.º dia de incubação de ambas as plantas, registrou-se uma elevada ocorrência de *Chydorus* sp. A relativa abundância desses microcrustáceos durante os primeiros dias do experimento poderia ser atribuída ao seu hábito alimentar, pois, de acordo com Elmoor-Loureiro (1997), muitos Chydoridae raspam a superfície de plantas aquáticas para obter detritos resultantes da fragmentação de tecidos vegetais.

Esse fato foi muito mais evidente em *P. ferrugineum*, no qual, a partir do 28.º dia de incubação, observa-se uma redução abrupta na população de Cladocera, justamente porque boa parte dos fragmentos da planta começa a se perder. Outro organismo bastante associado com a cadeia detritívora são os Ostracoda e Harpacticoida, pequenos crustáceos que utilizam um conjunto de cerdas para retirar fragmentos da planta senescente. *E. azurea* Ostracoda predominou quando a folha da planta atingiu o período máximo de incubação (56.º dia). Harpacticoida, por sua vez, predominou em *P. ferrugineum*, tendo destaque na população no 14.º dia de incubação da planta.

Os moluscos apresentaram maior representatividade na fauna associada aos *litter bags* contendo folhas de *E. azurea*, o que foi demonstrado através da ANOVA ($p \leq 0,05$). Gastropodes das famílias Ancyliidae e Planorbidae colonizaram amplamente as folhas de *E. azurea*, principalmente no final do experimento, ao 56.º dia de incubação. A tabela de ocorrência de espécies sugere que essas duas famílias são do grupo trófico funcional dos coletores raspadores, ou seja, aproveitam algas aderidas ou raspam a epiderme de plantas aquáticas e

as utilizam como alimento. Kershner e Lodge (1990) sugerem que a arquitetura de um determinado substrato, bem como as folhas utilizadas nesse estudo, pode favorecer a presença de determinadas espécies de gastrópodes. Desse modo, folhas que oferecem uma maior área de superfície podem contribuir para o aparecimento de espécimes de ancilídeos e de planorbídeos.

Populações de Ephemeroptera mostraram um aumento considerável nos períodos finais de incubação, especialmente aqueles espécimes associados a *P. ferrugineum*. Aparentemente, o processo de fragmentação da folha e a liberação de nutrientes criam um substrato adequado ao desenvolvimento desses insetos que invariavelmente utilizam detritos e algas em sua dieta. A qualidade nutricional do material particulado pode ter sido importante para o gênero predominante *Callibaetis*, que, de acordo com Berner e Pescador (1988), utiliza eficientemente detritos e algas como fonte de energia. Durante o experimento, larvas de efemerópteros mostraram uma razoável preferência pelos detritos liberados por *P. ferrugineum*, o que sugere a hipótese que os tecidos dessa planta podem ser consumidos antecipadamente aos detritos de *E. azurea*.

A distribuição dos invertebrados predadores (Hirudinea, Coleoptera, Plecoptera, Odonata, Ceratopogonidae, Cyclopoida e Calanoida) nos *litter bags*, durante diferentes períodos de incubação, depende provavelmente da flutuação e da disponibilidade de presas em potencial. Dessa forma, observamos um ótimo de densidade de predadores em *E. azurea* ao final do experimento, quando ocorreu o pico máximo de invertebrados presas como Chironomidae. Acompanhando esse raciocínio, o mesmo também foi observado em *P. ferrugineum*, pois, após a queda da população de invertebrados a partir do 28.º dia de incubação, o número de predadores presentes nos *litter bags* também diminuiu.

Conclusão

A densidade de invertebrados nas duas macrófitas estudadas apresenta uma relação inversa ao percentual de perda de biomassa durante a decomposição. Inicialmente, as plantas recém-incubadas não representam um bom recurso alimentar para a maioria dos invertebrados em função da dificuldade de digestão. Os resultados apresentados aqui seguem o mesmo padrão observado em outros estudos com colonização de plantas aquáticas. Nossos resultados, no entanto, mostraram que esse comportamento pode

ser diferenciado de acordo com a espécie de macrófita em questão. Embora nenhuma análise tecidual das macrófitas tenha sido feita para verificar a quantidade e a qualidade nutricional e a presença de substâncias alelopáticas, não é difícil concluir que, provavelmente, *E. azurea* dispõe de eficientes mecanismos químicos de defesa que dificultam seu consumo durante um maior período que o de *P. ferrugineum*. Esses componentes, possivelmente, são os polifenóis que diminuem a palatabilidade e empobrecem o seu teor protéico. Esse fato é menos pronunciado em *P. ferrugineum*, pois, já na metade do experimento, esta suportava uma densidade de organismo relativamente superior. Para a melhoria da planta, como recurso alimentar, é necessária a entrada de grupos de invertebrados inicialmente coletores, raspadores e filtradores, os quais produzem alterações estruturais e bioquímicas no vegetal mudando o status de palatabilidade nutricional, permitindo a entrada de grupos detritívoros e, por fim, predadores. Dessa forma, cada espécie de macrófita apresenta múltiplas funções como substrato, refúgio e alimento, as quais podem determinar a presença de alguns invertebrados.

Referências

- ALLAN, D.J. *Stream ecology*. Structure and functioning of running waters. Oxford: Chapman & Hall, 1995.
- BERNER, L.; PESCADOR, M.L. *The mayflies of Florida*, Revised edition. Tallahassee/Gainesville: University Presses of Florida, 1988.
- ELMOOR-LOUREIRO, L.M.A. *Manual de identificação de Cladóceros límnicos do Brasil*. Brasília: Editora Universa, 1997.
- BINI, L.M. et al. Species richness and beta-diversity of aquatic macrophytes in the upper Paraná River floodplain. *Archiv Fur Hydrobiologie*, v. 151, n. 3, p. 511-525, 2001.
- GADELHA, C.L.M. et al. Liberação de nutrientes inorgânicos durante o processo de decomposição de *Ludwigia natans* (Sill) (Dicotyledoneae: Onagraceae) e de *Salvinia auriculata* (Aubl.) (Pteridophyta: Salviniaceae). *Acta Limnol. Bras.*, São Paulo, v. 3, p. 633-652, 1990.
- HIGUTI, J., FRANCO, G.M.S. *Identificação de invertebrados para análise de conteúdo estomacais de peixes*. Maringá: UEM, 2001.
- HUMPRIES, P. Aquatic macrophytes, macroinvertebrate associations and water levels in a lowland Tasmanian river. *Hydrobiologia*, Dordrecht, v. 321, p. 219-233, 1996.
- JOLY, A.B. *Botânica: Introdução à taxonomia vegetal*. 8. ed. São Paulo: Ed. Nacional, 1987.
- KERSHNER, M.W.; LODGE, D.M. Effect of substrate architecture on aquatic gastropod-substrate associations. *J. North Am. Benthol. Soc.*, Lawrence, v. 9, n. 4, p. 319-326, 1990.

- KURASHOV, E.A. *et al.* Invertebrates communities associated with macrophytes in Lake Ladoga: effects of environmental factors. *Hydrobiologia*, Dordrecht, v. 322, p. 49-55, 1996.
- LIMA, N. *et al.* Variação espacial e temporal da produtividade primária pelo fitoplâncton na Represa de Jurumirim (rioParanapanema). *Rev. Bras. Biol.*, Rio de Janeiro, v. 58, p. 571-590, 1998.
- MOORE, B.C. *et al.* Influence of aquatic macrophytes on phosphorus and sediment porewater chemistry in a freshwater wetland. *Aquat. Bot.*, Amsterdam, p. 137-148, 1994.
- MORETTI, M.S. *et al.* Avaliação rápida da macrofauna associada à Eichhornia azurea (Swartz) Kunth, 1843 e Pontederia laceolata Nutt., 1818 (Pontederiaceae) na Baía do Coqueiro, Pantanal de Poconé (MT/Brasil). *Rev. Bras. Zool.*, Viçosa, v. 5, p. 7-21, 2003.
- NESSIMIAN, L.; LIMA, I.H.A.G. Colonização de três espécies de macrófitas por macroinvertebrados aquáticos em um brejo no litoral de Estado do Rio de Janeiro. *Acta Limnol. Bras.*, São Paulo, v. 10, p. 149-163, 1997.
- NEWMAN, R.M. Herbivory and detritivory on freshwater macrophytes by invertebrates: a review. *J. Am. Benthol. Soc.*, Lawrence, v. 10, p. 89-114, 1991.
- OERTLI, B.; LACHAVANE, J.B. The effects of shot age colonization of an emergent macrophyte (*Typha latifolia*) by macroinvertebrates. *Freshw. Biol.*, Oxford, v. 34, p. 421-431, 1995.
- PELLI, A.; BARBOSA, F.A.R. Insetos coletados em *Salvinia molesta* Mitchell (Salviniaceae), com especial referência às espécies que causam dano à planta, na lagoa Olhos d'Água, Minas Gerais, Brasil. *Rev. Bras. Entomol.*, Londrina, v. 42, n. 1/2, p. 9-12, 1998.
- PECKARSKI, B.L. *et al.* *Freshwater macroinvertebrates of Northeastern North America*. New York, Ithaca: Cornell University Press, 1990.
- PENNAK, R. *Freshwater invertebrates of the United States – Protozoa to Mollusca*. New York: John Wiley & Sons, 1989.
- PÉREZ, G.R. *Guía para el estudio de los maroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia*. Colômbia, 1987.
- PETRUCIO, M.M.; ESTEVES, F.A. Uptake of nitrogen and phosphorous in the water by *Eichhornia crassipes* and *Salvinia auriculata*. *Rev. Bras. Biol.*, São Carlos, v. 60, n. 2, p. 229-236, 2000.
- POI DE NEIFF A.; BRUQUETAS DE ZOZAYA Y. Colonización por invertebrados de macrófitos emergentes durante su descomposición en el río Paraná (Colonization by invertebrates during decomposition of emergent macrophytes in the Parana River). *Rev. Hydrobiol. Trop.*, Bondy, v. 24, n. 3, p. 209-216, 1991.
- ROLAND, F. *et al.* Decomposição da macrófita aquática *Eichhornia azurea* (Kunth), com ênfase na colonização por bactérias epifíticas. *Acta Limnol. Bras.*, São Paulo, v. 3, p. 653-673, 1990.
- SOUZA-FRANCO, G.M.; TAKEDA, A.M. Invertebrates associated with *Paspalum repens* (Poaceae) at the Mouth of Caracu Stream (1991-1992), affluent of the Paraná river, Porto Rico – PR – Brazil. *Brazil. Arch. Biol. Technol.*, Curitiba, v. 43, n. 3, p. 317-325, 2000.
- STRIPARI, N.; HENRY, R. The invertebrate colonization during decomposition of *Eichhornia azurea* Kunth in a lateral lake in the mouth zone of Paranapanema river into Jurumirim Reservoir (São Paulo, Brazil). *Braz. J. Biol.*, Curitiba, v. 62, n. 2, p. 293-310, 2002.
- SUREN, A.M.; LAKE, P.L. Edibility of fresh and decomposing macrophytes to three species of freshwater invertebrates herbivores. *Hydrobiologia*, Dordrecht, v. 178, p. 165-178, 1989.
- THORP, J.H.; COVICH, A.P. (Ed.). *Ecology and classification of North American freshwater invertebrates*. San Diego, USA: Academic Press, 1991.
- TRIVINHO-STRIXINO, S. *et al.* Phytophilous Chironomidae (Diptera) and other macroinvertebrates in the ox-bow Infernão Lake (Jataí Ecological Station, Luiz Antônio, SP, Brazil). *Rev. Bras. Biol.*, São Carlos, v. 60, n. 3, p. 527-535, 2000.
- TRIVINHO-STRIXINO, S.; STRIXINO G. *Larvas de Chironomidae (Diptera) do Estado de São Paulo – Guia de Identificação e Diagnose dos Gêneros*. São Carlos: PPG-ERN/UFSCAR, 1995.
- TRIVINHO-STRIXINO, S.; STRIXINO G. Estrutura da comunidade de insetos aquáticos associados a *Pontederia laceolata* Nuttall. *Rev. Bras. Biol.*, Rio de Janeiro, v. 53, n. 1, p. 103-111, 1993.
- WARD, J.V. *Aquatic insect ecology 1*. Biology and habitat. New York: John Wiley & Sons, 1992.

Received on November 17, 2005.

Accepted on May 24, 2006.