

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE ANIMAL**

**APORTE E FRAGMENTAÇÃO DE MATÉRIA
ORGÂNICA EM RIACHO NEOTROPICAL**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Gláucia Bolzan Cogo

**Santa Maria, RS, Brasil
2012**

PPGBA/UFSM, RS

COGO, Gláucia Bolzan

Mestre

2012

APORTE E FRAGMENTAÇÃO DE MATÉRIA ORGÂNICA EM RIACHO NEOTROPICAL

Gláucia Bolzan Cogo

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Animal, da Universidade Federal de Santa Maria, como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Ciências Biológicas – Área Biodiversidade Animal**.

Orientador: Prof. Dr. Sandro Santos

**Santa Maria, RS, Brasil
2012**

C676a Cogo, Gláucia Bolzan

Aporte e fragmentação de matéria orgânica em riacho neotropical /
por Gláucia Bolzan Cogo. – 2012.

50 f. : il. ; 30 cm

Orientador: Sandro Santos.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria,
Centro de Ciências Naturais e Exatas, Programa de Pós-Graduação em
Biodiversidade Animal, RS, 2012

1. Ecossistemas aquáticos 2. Material alóctone vegetal 3. Riacho
neotropical 4. Crustáceos decápodos 5. Sanga do Caranguejo 6.
Fragmentadores 7. Decomposição de folhas I. Santos, Sandro II. Título.

CDU 574.5

595.384

Ficha catalográfica elaborada por Simone G. Maisonave – CRB 10/1733
Biblioteca Central da UFSM

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Naturais e Exatas
Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Animal**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**APORTE E FRAGMENTAÇÃO DE MATÉRIA ORGÂNICA EM
RIACHO NEOTROPICAL**

elaborada por
Gláucia Bolzan Cogo

como requisito parcial para a obtenção do grau de
Mestre em Ciências Biológicas – Área Biodiversidade Animal

COMISSÃO EXAMINADORA:


Sandro Santos, Dr.
(Presidente/Orientador)


Marcelo da Silva Moretti, Dr. (UVV)


Rozane Maria Restello, Dra. (URI – Campus Erechim)

Santa Maria, 24 de fevereiro de 2012.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Dr. Sandro Santos pela amizade, confiança, orientação e ensinamentos sobre ciência e sobre a vida. Chefe obrigada por tudo!!!

À UFSM e ao PPGBA pela oportunidade de realizar o mestrado e à Capes pela bolsa concedida.

Aos colegas de curso e aos professores do PPGBA em especial à Prof. Marlise Ladvocat Bartholomei Santos pela amizade e ensinamentos sobre genética.

Um mega agradecimento a todos do LaCrust pelos momentos de descontração, risadas, amizade, companheirismo, conversas, ensinamentos e ajudas... levarei vocês sempre em minha lembrança.

Ao casal Joele e Beto. Jô valeu por todas as coletas, inclusive a coleta com mais emoção da minha vida... e Beto muito obrigada pelas conversas, ajudas e churrascos que assava na casa do chefe.

À dupla dinâmica. Marcelo, o nôno, o guri do bar... entre outros apelidos que, além de sempre estar disposto a me ajudar (inclusive em coleta noturna), é uma figura que faz meus dias mais divertidos. Alexandre (ou melhor Fofo) meu maior companheiro em coletar folhas de árvores e que deve ter cansado da minha frase: - Vai coletar essa semana? Eu quero ir junto!!! E lá vinha a resposta... 10 pila.

À 'Ala da decomposição' na qual fazem parte o Rodrigo que foi o primeiro a ser incomodado por mim... Rodrigo tu tem tal artigo? Rodrigo me ajuda nisso... Rodrigo o que tu acha de eu fazer assim?... e à Cristiane Biani, uma companheira de trabalho e conversas, a qual eu adoro incomodar e que me ajudou muito em tudo, principalmente na identificação dos animais.

Às gurias da graduação. A Amanda nos divertindo com seus detalhados e engraçados sonhos. A Ju e a Aimeé que entre as horas de aula sempre batiam um papo. E a Cris 2 (ou Cristina) que está entrando no mundo da pesquisa.

E aos que no decorrer do mestrado deixaram nosso laboratório: Cadjdia, Rose e Luciane.

Ao 'Seu Paulinho' pelas conversas no corredor e por sempre me emprestar os materiais que eu precisava.

Ao Prof. Miguel por permitir coletarmos e montarmos experimento em sua propriedade e pela identificação das espécies vegetais da área de estudo.

Ao professor Dr. Marcelo Moretti e à professora Dr^a Rozane Restello que gentilmente aceitaram participar da Comissão Examinadora desta dissertação e à professora Rosemary Davanso.

Ao Cláudio pelo amor, carinho, dedicação, paciência e por sempre ter me apoiado. Valeu pelas coletas nos finais de semana e feriados, durante o dia ou à noite. Obrigada por entender que tinham dias em que a dissertação me deixava irritada e tudo se tornava difícil.

Ao Bob, meu companheiro fiel, que me fez amar ainda mais os animais e que demorou, mas aprendeu que quando eu estava no computador eu não podia brincar com ele.

Aos meus pais Walter e Elaine, às minhas irmãs Cristine e Letícia, à pequena Júlia e ao Leandro, por fazerem minha vida mais feliz, pelo amor, compreensão e por acreditarem em mim. Além disso, obrigada pela ajuda da mãe costurando redes e do pai cortando e furando canos. Amo vocês.

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Animal
Universidade Federal de Santa Maria

APORTE E FRAGMENTAÇÃO DE MATÉRIA ORGÂNICA EM RIACHO NEOTROPICAL

AUTORA: GLÁUCIA BOLZAN COGO

ORIENTADOR: SANDRO SANTOS

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 24 de fevereiro de 2012.

Este estudo tem como objetivo determinar o aporte de material alóctone vegetal e o seu processamento por fragmentadores na Sanga do Caranguejo, um riacho neotropical de primeira ordem. Para tanto foram realizados três experimentos. Para verificar o aporte de material alóctone vegetal foram instalados na área de estudo 5 coletores suspensos e 10 coletores laterais. Foram realizadas duas coletas por estação do ano, totalizando aproximadamente 15 dias por estação. O aporte foi maior nos coletores suspensos do que nos coletores laterais. Não houve diferença no aporte entre as estações do ano e o aporte anual foi de $1,254 \text{ g.m}^{-2}.\text{ano}^{-1}$. As folhas foram o material mais abundante com cerca de 61,38%, seguido pelos galhos (29,15%) e outros (9,46%). Para analisar a importância de crustáceos decápodos na fragmentação, foram colocados no riacho canais com sacos de detritos de *Ficus luschnathiana*. Havia dois tipos de canais, um que permitia o acesso dos decápodos às folhas e outro que restringia o seu acesso, mas ambos permitiam o acesso de outros macroinvertebrados presentes na comunidade aquática do local. A taxa de decomposição das folhas foi mais rápida na presença dos decápodos, indicando o potencial deste grupo como fragmentador. Além de acelerar a taxa de decomposição a presença dos decápodos alterou a comunidade e a densidade de indivíduos associados aos sacos de detritos. A densidade de indivíduos foi maior na ausência dos decápodos. O grupo trófico funcional mais representativo foi o dos coletores, os tipicamente fragmentadores foram representados pelas famílias Gripterygidae e Sericostomatidae, representando 4% do total. As espécies de decápodos encontrados na área de estudo são o anomuro *Aegla longirostri*, em maior densidade, e o lagostim *Parastacus pilimanus*. Para verificar a porcentagem de folhas alóctone que *A. longirostri* é capaz de processar foi realizado um experimento em laboratório. Folhas de diferentes espécies, coletadas no riacho, foram oferecidas aos indivíduos e o seu consumo foi registrado. Não houve diferença no consumo de folhas entre os adultos (machos e fêmeas), mas houve diferença entre estes e os juvenis. Os adultos consumiram em média $0,0175 (\pm 0,005)$ gramas de folhas por dia e os juvenis $0,010 (\pm 0,002)$. A partir dos dados de aporte de folhas, o consumo diário de folhas e os dados sobre a densidade de eglídeos no local de estudo, foi possível estimar que a população de *A. longirostri* pode processar aproximadamente 6,14% das folhas que caem no riacho. Esses resultados indicam que a Sanga do Caranguejo é um local que, através da vegetação ripária, recebe diferentes materiais vegetais que serão utilizados pela comunidade aquática, além disso, possui reduzida abundância de insetos fragmentadores e tem como principais fragmentadores os crustáceos decápodos.

Palavras-chave: Aegla. Decapoda. Decomposição de folhas. Fragmentadores. Material alóctone.

ABSTRACT

Master Dissertation
Post-Graduation in Animal Biodiversity
Universidade Federal de Santa Maria

INPUT AND FRAGMENTATION OF ORGANIC MATTER IN A NEOTROPICAL STREAM

AUTHOR: GLÁUCIA BOLZAN COGO
ADVISOR: SANDRO SANTOS

The objective of this study was to determine the plant alloctonous material input and its processing by shredders in the Caranguejo Creek, a first order Neotropical stream. In order to do so, three experiments were performed. To verify the plant alloctonous material input, five suspended and ten lateral leaf-collectors were installed in the study area. Two samplings were made each season of the year, with a total of approximately 15 sampling days for each season. Input was higher in the suspended collectors than in the lateral ones. There was no difference in input amongst the seasons, and the annual input was of $1.254 \text{ g.m}^{-2}.\text{year}^{-1}$. Leaves were the most abundant material, comprising 61,38% of the sample, followed by twigs (29,15%) and others (9,46%). To evaluate the role of decapod crustaceans in shredding, channels containing litter bags of *Ficus luschnathiana* leaves were placed within the creek. Two types of channels were used, one allowing the decapods to access the leaves, and the other preventing it. Both types had the litter bags accessible to other invertebrates that integrated the stream community. The leave's decomposition rate was faster in the presence of decapods, indicating their potential as shredders. Besides accelerating the decomposition rates, the presence of decapods altered the community composition and density of individuals associated with the litter bags. The density of the macroinvertebrates was higher in the absence of decapods. The most representative functional feeding group were the collectors. The typical shredders were represented by the families Gripopterygidae e Sericostomatidae, comprising 4% of the total. The decapods species found in the study area are the anomuran *Aegla longirostri*, in higher densities, and the crayfish *Parastacus pilimanus*. In order to verify the percentage of alloctonous leaves that *A. longirostri* is capable of processing, an experiment was conducted in the laboratory. Leaves of different species, collected in the creek, were offered to the individuals, and its consume recorded. There was no difference in leaf consumption between adults (males and females), but there was a difference among these and the juveniles. Adults consumed a mean of $0,0175 (\pm 0,005)\text{g}$ of leaves per day, and the juveniles consumed $0,010 (\pm 0,002)\text{g/day}$. With the data concerning leaf input, the daily leaf consumption rates and the information on the density of the aeglids, at the study site, it was possible to estimate that this population of *A. longirostri* is able to process approximately 6,14% of the leaves that fall in the creek. These results show that Caranguejo Creek is a location that receives many types of vegetal organic matter, through input from the riparian vegetation, that will be consumed by the aquatic community. Besides, the area possesses low abundance of insect shredders, and therefore the decapod crustaceans present a highlighted importance as shredders.

Key-Words: Aegla. Alloctonous material. Decapoda. Leaf decomposition. Shredders.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1 – Localização da Sanga do Caranguejo no município de São João do Polêsine, região central do Rio Grande do Sul, Brasil.....18
- Figura 2 – Representação dos três diferentes tratamentos utilizados neste estudo.....22
- Figura 3 – Sanga do Caranguejo, Rio Grande do Sul, Brasil, entre 2010 e 2011: Aporte diário de material alóctone vegetal (em $\text{g.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$) das diferentes categorias e nas diferentes estações.....26
- Figura 4 – Sanga do Caranguejo, Rio Grande do Sul, Brasil, entre 2010 e 2011: Aporte diário de material alóctone vegetal (em $\text{g.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$) nas diferentes estações, considerando-se os coletores suspensos e laterais. Letras diferentes significam diferenças estatísticas (maiúsculas: entre os coletores suspensos; minúsculas: entre os coletores laterais).....27
- Figura 5 – Sanga do Caranguejo, Rio Grande do Sul, Brasil: Taxa de decomposição k (dia^{-1}) (média \pm desvio padrão) e massa seca remanescente (%) dos diferentes tratamentos após 3, 7, 11, 15 e 19 dias de experimento.....29
- Figura 6 – Sanga do Caranguejo, Rio Grande do Sul, Brasil: Densidade de macroinvertebrados (indivíduos por grama de massa seca: ind.g^{-1} MS) dos diferentes tratamentos após 3, 7, 11, 15 e 19 dias de experimento.....30
- Figura 7 – Sanga do Caranguejo, Rio Grande do Sul, Brasil: Riqueza taxonômica dos diferentes tratamentos após 3, 7, 11, 15 e 19 dias de experimento.....31

- Figura 8 – Ordenação NMDS (stress=0,088) para composição e abundância de macroinvertebrados aderidos a folhas dos diferentes tratamentos após 3, 7, 11, 15 e 19 dias de experimento. CF: canais fechados, CA: canais abertos e C: controle.....32
- Figura 9 – Consumo diário de folhas (em gramas) por machos, fêmeas e juvenis de *Aegla longirostri* em laboratório. * significa que há diferença.....35
- Figura 10 – *Aegla longirostri*: Relação entre o comprimento da carapaça e o consumo diário de folhas.....36
- Figura 11 – *Aegla longirostri*: Estimativa da quantidade de folhas que animais adultos da espécie são capazes de processar na primavera e no outono, na Sanga do Caranguejo, Rio Grande do Sul, Brasil.....37

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 – Sanga do Caranguejo, Rio Grande do Sul, Brasil: principais espécies arbóreas registradas na mata ciliar.....19
- Tabela 2 – Sanga do Caranguejo, Rio Grande do Sul, Brasil, em junho de 2011: Variáveis ambientais mensuradas *in situ* durante o experimento.....23
- Tabela 3 – Sanga do Caranguejo, Rio Grande do Sul, Brasil. Aporte diário de material alóctone (em $\text{g.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$) por estação nos coletores suspensos e laterais, precipitação e média da velocidade do vento.....28
- Tabela 4 – Sanga do Caranguejo, Rio Grande do Sul, Brasil: Grupo alimentar funcional e abundância total dos taxa. Col= coletores; frag= fragmentadores; pred= predadores e rasp= raspadores.....33

LISTA DE APÊNDICES

Apêndice A – Comparação entre taxas de decomposição de folhas em riachos tropicais, considerando-se diferentes estudos.....	52
---	----

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. MATERIAL E MÉTODOS	18
2.1 Área de Estudo	18
2.2 Aporte de material alóctone vegetal.....	20
2.3 O papel dos decápodos na fragmentação de folhas	21
2.4 Consumo de folhas por <i>Aegla longirostri</i>	23
2.5 Porcentagem de folhas alóctone que <i>Aegla longirostri</i> é capaz de processar .	24
2.6 Análise de dados.....	24
3. RESULTADOS	26
3.1 Aporte de material alóctone vegetal.....	26
3.2 O papel dos decápodos na fragmentação de folhas	28
3.3 Consumo de folhas por <i>Aegla longirostri</i>	34
3.4 Porcentagem de folhas alóctone que <i>Aegla longirostri</i> é capaz de processar .	36
4. DISCUSSÃO	38
4.1 Aporte de material alóctone vegetal.....	38
4.2 O papel dos decápodos na fragmentação de folhas	39
4.3 Consumo e porcentagem de folhas alóctone que <i>Aegla longirostri</i> é capaz de processar	42
5. CONCLUSÕES	44
6. REFERÊNCIAS.....	45
7. APÊNDICE	52

1. INTRODUÇÃO

A vegetação ripária de riachos situa-se na transição entre os ecossistemas aquático e terrestre (RICHARDSON et al., 2007). Nestes locais, devido ao sombreamento produzido pela cobertura vegetal, a produção primária autóctone é limitada (WALLACE et al., 1997) mas, ao mesmo tempo, essa vegetação contribui com grande quantidade de material alóctone para o corpo hídrico (VANNOTE et al., 1980). Este material entra no riacho diretamente, através da queda de folhas, galhos e outros componentes vegetais ou indiretamente por movimentos laterais nas margens (WEBSTER e MEYER, 1997), sendo variável a quantidade de material que entra por essas duas vias (BENFIELD, 1997).

A quantidade de detritos vegetais que entra nos rios depende do clima, do tipo e idade da vegetação e do tipo de solo (ABELHO, 2001). Além de fornecer energia para as comunidades aquáticas, esta vegetação também fornece abrigo e matéria prima para alguns grupos construírem habitações, como as larvas do Trichoptera *Lepidostoma complicatum* Kobayashi, 1968 (KOCHI et al., 2010). Entre todos os tipos de materiais que entram nos riachos, as folhas ocorrem em maior abundância, tanto em ambientes temperados (ABELHO e GRAÇA, 1998; CILLERO et al., 1999) como em ambientes tropicais (AFONSO et al., 2000; GONÇALVES et al. 2006a; FRANÇA et al., 2009).

Em florestas decíduas temperadas o pico da queda de material alóctone ocorre no outono, mas o material pode continuar entrando no riacho por movimentos laterais durante todo o ano (BENFIELD, 1997). O aporte de material alóctone em florestas tropicais pode ser sazonal, principalmente quando há uma estação seca bem definida, ou não sazonal quando há constante entrada de material ao longo do ano (ABELHO, 2001). Em florestas tropicais úmidas o aporte de folhas geralmente é uniforme durante todo o ano (STOUT, 1980).

A matéria orgânica, presente em rios e riachos, pode ser classificada como: a) matéria orgânica particulada grossa (MOPG), que são as partículas maiores de 1mm, sendo composta por troncos, galhos, folhas, flores e frutos; b) matéria orgânica particulada fina (MOPF), que são as partículas com tamanho entre 1mm e

0,05mm, originada pela quebra da MOPG ou fezes de pequenos consumidores; c) matéria orgânica dissolvida (MOD), que são as partículas menores que 0,05mm (ALLAN e CASTILLO, 2007). Após a queda do material alóctone no riacho este passará pelo processo de decomposição, no qual atuam bactérias, fungos hifomicetos e diversos animais fragmentadores, além de processos abióticos (GESSNER et al., 1999).

Para Webster e Benfield (1986) a decomposição dos detritos foliares de origem alóctone consiste de três fases: a lixiviação, processo no qual há uma rápida perda de compostos solúveis; a colonização e degradação microbiana (condicionamento); e a fragmentação através do consumo por invertebrados e pela abrasão física da água. Essas fases não ocorrem de forma isolada como um processo temporal, mas são simultâneas e interagem durante toda a decomposição (GESSNER et al., 1999).

O processo de lixiviação é rápido, podendo representar uma significativa perda da massa inicial, e depende de variáveis como a temperatura da água, turbulência e a espécie da folha (ABELHO, 2001).

Com relação ao condicionamento microbiano, poucos estudos avaliaram o papel das bactérias no processo de decomposição das folhas (BALDY et al., 1995; WRIGHT e COVICH, 2005a), mas sabe-se que sua biomassa nas folhas é menor que a de fungos (BALDY et al., 1995). O mesmo não acontece com o papel dos fungos hifomicetos que, nos últimos anos, tem sido melhor estudados. Estes tem a habilidade de tornar as folhas mais macias, aumentando a sua palatabilidade para os fragmentadores (CANHOTO e GRAÇA, 1999). Além disso, ao entrarem nos riachos, as folhas geralmente aumentam seus níveis de nitrogênio, uma evidência da colonização microbiana (ALLAN e CASTILLO, 2007).

Os invertebrados fragmentadores são organismos que, através da sua atividade, transformam a matéria orgânica particulada grossa em matéria orgânica particulada fina, entre eles destacam-se os insetos aquáticos e crustáceos (ALLAN e CASTILLO, 2007). Estes organismos podem apresentar algumas características compostamentais em relação ao consumo de folhas como, por exemplo, preferir detrito com comunidade microbiana estabelecida visto que esta condiciona as folhas e facilita a sua utilização (GRAÇA et al., 1993). Outros fatores que podem influenciar estes grupos são as propriedades foliares, como níveis diferenciados de dureza da folha, quantidade de nutrientes, presença de compostos secundários (GRAÇA,

2001) e defesas químicas e físicas das plantas contra patógenos e herbivoria que podem permanecer ativas após a senescência (GRAÇA e CANHOTO, 2006). Folhas de alta qualidade são rapidamente consumidas, enquanto folhas de menor qualidade demoram mais tempo para serem colonizadas e degradadas por microorganismos sendo, geralmente, consumidas em longo prazo (GRAÇA e CANHOTO, 2006).

Invertebrados que possuem rápida mobilidade visitam locais com folhas acumuladas e provavelmente permanecem pouco tempo se a qualidade do alimento for baixa, já para os invertebrados com pouca mobilidade, pode ser mais vantajoso se alimentar de recursos com baixa qualidade do que gastar muito tempo procurando outro recurso alimentar (GRAÇA e CANHOTO, 2006).

Além dos fragmentadores, que se alimentam de MOPG, há outros grupos funcionais frequentemente registrados em ambientes de riachos: a) os predadores, que se alimentam de tecidos de outros animais; b) os raspadores, que pastam na superfície de pedras, plantas e folhas; e c) os coletores, que se alimentam de MOPF da coluna de água (filtradores) ou do substrato (catadores).

Nos riachos temperados do hemisfério norte a taxa de decomposição é principalmente influenciada pela ação dos fragmentadores (WEBSTER e BENFIELD, 1986). Em contraste, Irons et al. (1994) sugeriram que, comparado com ambientes temperados, a taxa de decomposição de folhas nos trópicos seria mais influenciada pela ação de microorganismos do que pela ação dos fragmentadores, que são escassos nestes locais. No entanto, esta generalização sobre o ambiente tropical não é amplamente suportada. Para muitos riachos tem sido reportado uma escassez de espécies fragmentadoras (Brasil: GONÇALVES et al., 2007; WANTZEN e WAGNER, 2006; MORETTI et al. 2007b; Colômbia: MATHURIAU e CHAUVET, 2002; Costa Rica: ROSEMOND et al., 1998; Hong Kong: LI e DUDGEON, 2008; Quênia: DOBSON et al., 2002), mas há locais onde estes animais são abundantes, como na Austrália (CHESIRE et al., 2005) e na Malásia (YULE et al., 2009).

Além disso, alguns riachos tropicais com poucos insetos fragmentadores podem abrigar outros grupos de fragmentadores, como crustáceos decápodos (CROWL et al., 2001; MARCH et al., 2001) e moluscos (YULE et al., 2009).

A maioria dos trabalhos que estudam a fragmentação de folhço em riachos utiliza a metodologia dos sacos de detritos (*litter bags*) com diferentes tamanhos de malha (10mm, 5mm, 1mm...) e analisam os invertebrados aderidos as folhas incubadas nestes sacos. Em locais com a presença de fragmentadores que não

ficam aderidos a superfície destas folhas como, por exemplo, crustáceos decápodos, esta metodologia pode falhar, pois estes animais acabam ficando ausentes nestas amostras. Com isso, o papel destes decápodos no processo de fragmentação não é levado em consideração.

São raros os trabalhos que investigam o papel de crustáceos e outros macroconsumidores na decomposição de folhas. Na Nova Zelândia o lagostim *Paranephrops zealandicus* White tem uma importante função no processo de decomposição, sendo que na sua presença a decomposição das folhas no riacho é significativamente mais rápida (USIO, 2000). Já na Costa Rica, a exclusão de macroconsumidores como peixes e crustáceos decápodos não alterou a taxa de decomposição, mas houve um aumento na densidade de pequenos invertebrados, sendo que a maioria destes era de coletores e não fragmentadores (ROSEMOND et al., 1998).

Devido à baixa abundância de insetos fragmentadores em algumas regiões tropicais (IRONS et al., 1994; GONÇALVES et al., 2007; WANTZEN e WAGNER, 2006; MORETTI et al. 2007b; MATHURIAU e CHAUVET, 2002; ROSEMOND et al., 1998; LI e DUDGEON, 2008; DOBSON et al., 2002) e a capacidade de crustáceos decápodos em fragmentar folhas, estes podem ter uma importante função na decomposição de folhas nestas regiões.

Nos riachos do Rio Grande do Sul, no sul do Brasil, é comum a presença de crustáceos decápodos dos gêneros *Aegla* Leach, 1820 e *Parastacus* Huxley, 1879. Os eglídeos são endêmicos do Sul da América do Sul e são o único grupo de crustáceos anomuros que habita integralmente a água doce. Atualmente o gênero possui cerca de 70 espécies (SANTOS et al., 2009) distribuídas desde a divisa entre os estados de São Paulo e Minas Gerais, Brasil, até a Ilha Madre de Díos, no Chile (BUENO et al., 2007). Estudos sobre a dieta alimentar de eglídeos, como *Aegla longirostri* Bond-Buckup e Buckup, 1994, indicam que estes animais são omnívoros, generalistas e oportunistas. Os principais itens alimentares encontrados em seus estômagos são tecidos vegetais, partes de insetos, areia, entre outros, sendo os tecidos vegetais mais abundantes que os demais (SANTOS et al., 2008; BUENO e BOND-BUCKUP, 2004; CASTRO-SOUZA e BOND-BUCKUP, 2004).

O gênero *Parastacus* possui 8 espécies, com distribuição geográfica disjunta, algumas ocorrem no sul do Chile e Argentina e outras ocorrem no sul do Brasil (Rio Grande do Sul e Santa Catarina), Uruguai e nordeste da Argentina (BUCKUP, 1999).

Sobre a dieta das espécies de *Parastacus* há somente um trabalho, no qual foi registrado que *Parastacus defossus* Faxon, 1898 se alimenta tanto de material vegetal como animal, ou seja, é omnívoro (NORO, 2007).

Considerando a presença significativa de crustáceos decápodos nos riachos do sul do Brasil e a pequena quantidade de estudos que abordam o papel destes animais na fragmentação de material alóctone destes riachos, o objetivo geral deste estudo foi investigar o aporte de material alóctone vegetal e o seu processamento por crustáceos fragmentadores em um riacho neotropical.

Os objetivos específicos foram:

- Quantificar o aporte de diferentes materiais vegetais em um riacho neotropical;
- Investigar se os crustáceos decápodos, dos gêneros *Aegla* e *Parastacus*, são capazes de acelerar a taxa de decomposição de folhas e modificar a comunidade de macroinvertebrados associados às folhas;
- Estimar a porcentagem de folhas alóctone que o decápodo com maior densidade populacional na área de estudo, é capaz de processar.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de Estudo

Este estudo foi realizado na Sanga do Caranguejo ($29^{\circ}38'21''\text{S}$; $53^{\circ}32'02''\text{O}$), um riacho de primeira ordem, tributário do Arroio da Divisa, município de São João do Polêsine, região central do Rio Grande do Sul, Brasil (Figura 1). A área é uma propriedade particular, no trecho estudado não há grandes influências antrópicas, mas logo após esta área, cerca de 1000m a jusante, há lavouras que podem eventualmente contribuir com algum tipo de impacto. Segundo a classificação de Köppen o clima na região é do tipo Cfa fundamental, caracterizado como subtropical úmido com verões quentes, sem estação seca definida.

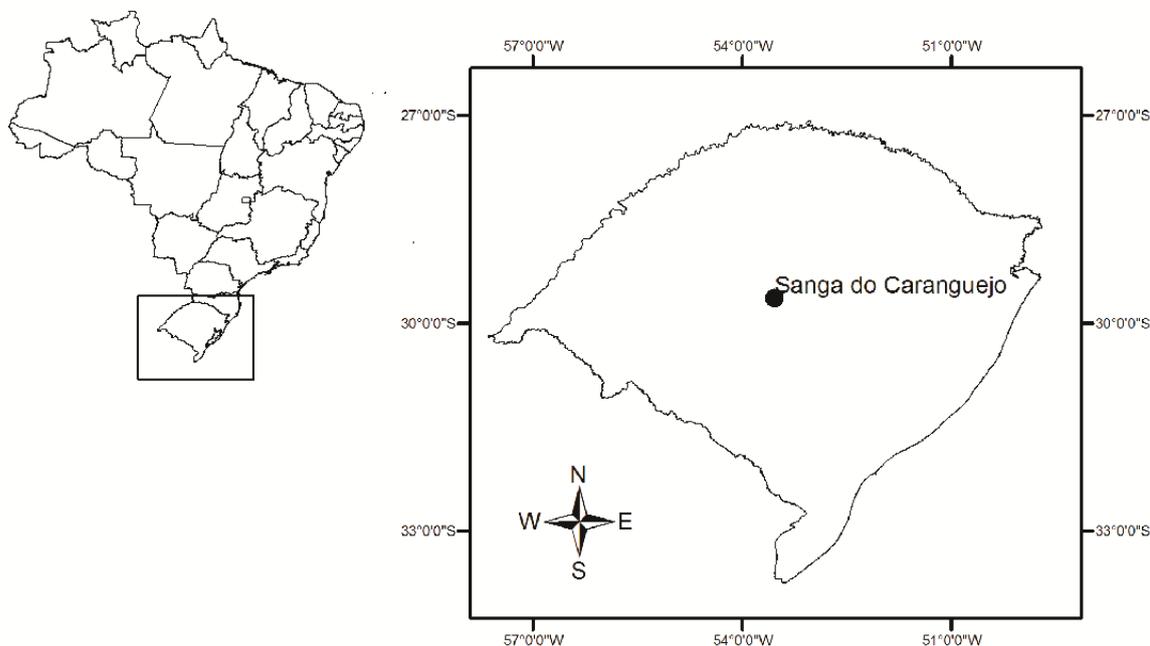


Figura 1 – Localização da Sanga do Caranguejo no município de São João do Polêsine, região central do Rio Grande do Sul, Brasil.

A área de estudo apresenta uma floresta estacional semidecidual que possui vegetação ripária em toda a sua extensão. A vegetação é composta por diversas espécies de árvores (Tabela 1), sendo as mais representativas *Cabralea canjerana*, *Campomanesia xanthocarpa*, *Cupania vernalis*, *Enterolobium contortisiliquum*, *Erythrina falcata*, *Ficus lushnathiana*, *Ocotea puberula* e *Parapiptadenia rigida*.

O riacho possui locais de remanso e corredeira e o substrato é principalmente rochoso com presença de folhiço e depósitos de sedimentos (especialmente nos remansos).

Tabela 1 – Sanga do Caranguejo, Rio Grande do Sul, Brasil: principais espécies arbóreas registradas na mata ciliar.

Família	Nome científico	Nome comum
Arecaceae	<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	Coqueiro
Euphorbiaceae	<i>Actinostemon concolor</i> Spreng.	Laranjeira-do-mato
Euphorbiaceae	<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) M. Arg.	Tanheiro
Fabaceae	<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	Timbaúva
Fabaceae	<i>Erythrina falcata</i> Benth	Corticeira
Fabaceae	<i>Inga alata</i> Benoist	Ingá
Fabaceae	<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	Angico
Lauraceae	<i>Nectandra lanceolata</i> Ness	Canela amarela
Lauraceae	<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	Canela preta
Lauraceae	<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	Canela guaicá
Lauraceae	<i>Persea americana</i> Mill.	Abacateiro
Malvaceae	<i>Luehea divaricata</i> Mart. e Zucc.	Açoita-cavalo
Meliaceae	<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	Canjerana
Moraceae	<i>Ficus lushnathiana</i> (Miq.) Miq.	Figueira
Myrtaceae	<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O. Berg.	Guavirova
Myrtaceae	<i>Eugenia involucrata</i> DC.	Cerejeira

Continua

Conclusão

Rosaceae	<i>Prunus sellowii</i> Koehne	Pessegueiro-do-mato
Salicaceae	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Carvalinho
Sapindaceae	<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil., Cambess. e A. Juss.) Radlk.	Chal-chal
Sapindaceae	<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	Camboatá

Fonte: Miguel Antão Durlo, 2010.

2.2 Aporte de material alóctone vegetal

Para verificar a entrada vertical e lateral de material alóctone vegetal foram instalados no riacho 5 coletores suspensos (50cmX50cm), fixados por meio de cordas amarradas às árvores adjacentes e 10 coletores laterais (20cmX50cm) fixados com barras de metal perpendicularmente ao riacho (5 na margem direita e 5 na margem esquerda). Ambos coletores foram confeccionados com malha de 1mm.

A quantidade de material alóctone importado para o curso de água foi estimada sazonalmente, sendo realizadas duas coletas por estação do ano, com duração média de 8 dias cada. No último dia de cada coleta o material retido nas redes foi acondicionado em potes plásticos e levado ao laboratório para posterior triagem. O material foi separado em três categorias (folhas, galhos e outros), seco em estufa a 45°C por 96h e pesado.

O aporte diário de material alóctone foi obtido dividindo-se a massa de material seco pela área total dos coletores, dividido pelo número de dias de coleta. O resultado foi expresso em $\text{g.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$.

Dados de pluviosidade e velocidade do vento foram obtidos da Estação Meteorológica da Universidade Federal de Santa Maria, a estação mais próxima do local de estudo.

2.3 O papel dos decápodos na fragmentação de folhas

Em junho de 2011 foram confeccionados e colocados no riacho 3 pares de canais com canos de PVC cortados ao meio horizontalmente (com diâmetro de 20cm e comprimento de 1m). Um canal de cada par foi deixado aberto (canal aberto) para permitir o acesso de *Aegla longirostri* e *Parastacus pilimanus* von Martens, 1869, os dois decápodos presentes no local de estudo, e o outro canal foi fechado em ambas as extremidades e na parte superior (canal fechado) com uma malha de 5mm. Essa malha é grande o suficiente para permitir o fluxo de água e a passagem de invertebrados menores e pequena o suficiente para não permitir a entrada dos decápodos. Dentro de cada canal foi colocado um grupo de cinco sacos (10cm x 15cm) confeccionados com malha de 10mm contendo 2g (massa seca em estufa a 45°C por 96h) de folhas. A espécie vegetal utilizada foi *Ficus luschnathiana*, por se uma das espécies mais abundantes no local de estudo (Tabela 1) e por ficar retida nos bancos de folhas do riacho. Estes sacos foram fixados separadamente nos canais com abraçadeiras plásticas.

Para verificar se os canais de PVC interferiram no experimento, três grupos com cinco sacos cada foram colocados no riacho fora dos canais. Esses sacos foram presos a uma linha de nylon com abraçadeiras plásticas.

Portanto foram utilizados três tratamentos: aberto (CA: canal aberto), fechado (CF: canal fechado) e no rio (C: controle), tendo triplicatas para cada tratamento. Todo o material foi colocado no riacho em locais de remanso e fixado com estacas de metal (Figura 2).

Após 3, 7, 11, 15 e 19 dias de exposição no riacho foi recolhido um pacote de folhas de cada réplica e de cada um dos tratamentos. Para isso primeiramente foi retirado a abraçadeira plástica depois coletado o pacote com o auxílio de uma rede com malha de 0,225mm para que nenhum invertebrado fosse perdido.

O material recolhido foi conduzido ao laboratório. As folhas foram suavemente lavadas para retirar os invertebrados aderidos, acondicionadas na estufa a 45° por 96h e posteriormente determinadas a sua massa seca remanescente. Os invertebrados foram fixados em álcool 70% e identificados até o menor nível taxonômico possível, com auxílio das chaves de identificação de Mugnai et al. (2010) e Costa et al. (2006). Os taxa encontrados foram classificados de acordo com

seu grupo trófico funcional, segundo Wantzen e Wagner (2006) e Merritt e Cummins (1996).



Figura 2 – Representação dos três diferentes tratamentos utilizados neste estudo.

Para caracterizar o local de estudo, nos dias de retirada dos sacos também foram registrados os dados de temperatura do ar e da água (termômetro de mercúrio Incoterm L.), pH (Oaklon), oxigênio dissolvido (Lutron) e condutividade elétrica (condutivímetro Marte modelo MB11) (Tabela 2).

Tabela 2 – Sanga do Caranguejo, Rio Grande do Sul, Brasil, em junho de 2011: Variáveis ambientais mensuradas *in situ* durante o experimento.

Dias	Temperatura da água (°C)	Temperatura do ar (°C)	pH	Oxigênio dissolvido (Mg/L)	Condutividade elétrica (µS/cm)
Dia 3	14,00	12,00	6,15	9,20	22,84
Dia 7	16,20	18,00	6,03	9,30	22,08
Dia 11	16,40	17,70	5,70	8,90	22,08
Dia 15	14,90	8,20	5,89	9,40	20,98
Dia 19	14,90	11,70	5,96	11,40	22,43
Média	15,30	13,50	5,95	9,64	22,08
(± DP)	(± 1,00)	(± 4,23)	(± 0,17)	(± 1,00)	(± 0,69)

2.4 Consumo de folhas por *Aegla longirostri*

O consumo de folhas por *A. longirostri* foi mensurado em laboratório. Folhas de diversas espécies e estágios de decomposição foram coletadas no riacho, de forma aleatória. Após a coleta, as folhas foram secas em estufa a 45°C por 96h. Para o experimento foram utilizados 15 machos, 13 fêmeas e 14 juvenis. Os animais foram levados ao laboratório, medidos quanto ao comprimento da carapaça (CC), acondicionados em aquários individualmente e aclimatados por, pelo menos, sete dias. Para que os dados não fossem superestimados devido ao jejum, durante o período de aclimação os animais foram alimentados com folhas e ração de peixe.

Após a aclimação os animais receberam diversos fragmentos das folhas secas de diferentes espécies e estágios de decomposição, totalizando $0,350 \pm 0,005$ gramas de folhas para cada animal. O experimento teve duração de 8 dias e ao final os fragmentos de folhas restantes foram removidos dos aquários, secos em estufa a 45°C por 96h e pesados novamente. Para verificar a perda de massa pela ação de microorganismos e pela ação química e física da água, fragmentos de folhas foram colocados em aquários sem a presença de *A. longirostri* e a perda média de massa foi descontada nos resultados do experimento com o crustáceo.

2.5 Porcentagem de folhas alóctone que *Aegla longirostri* é capaz de processar

Com o intuito de determinar quanto do material foliar que cai no riacho *A. longirostri* é capaz de processar, foi realizada a extrapolação dos dados do aporte de material alóctone obtidos neste trabalho juntamente com dados de densidade de adultos destes animais na Sanga do Caranguejo (dados não publicados). Para tal foi calculado o consumo médio dos animais adultos e o aporte médio de folhas em cada estação. A densidade dos animais foi calculada somente para a primavera e para o outono e ela foi diferente entre estas estações. Dessa forma, para estas estações foi realizado o cálculo considerando a densidade encontrada, já para o inverno e verão foi utilizada a média da densidade encontradas nestas duas estações. Cabe ressaltar que os dados de densidade foram realizados levando em consideração apenas os indivíduos adultos.

2.6 Análise de dados

2.6.1 Aporte de material alóctone vegetal

Para verificar diferenças entre o aporte de material alóctone entre as estações do ano, entre os diferentes tipos de material (folhas, galhos e outros) e entre os diferentes tipos de coletores foi realizada uma ANOVA one-way com posterior Test t (LSD) quando os dados foram paramétricos ou Kruskal-Wallis com posterior S-N-K quando os dados foram não paramétricos. Quando necessário alguns dados foram logaritmizados.

Para verificar uma possível relação entre as variáveis precipitação e velocidade do vento com o aporte total de material alóctone foi realizada Correlação de Pearson. Todas as análises foram realizados no programa BioEstat 5.0 (AYRES et al., 2007).

2.6.2 O papel dos decápodos na fragmentação de folhas

Para calcular a taxa de decomposição foi utilizado o modelo exponencial negativo $W_t = W_0 e^{-kt}$, sendo W_t a massa remanescente no tempo t ; W_0 a massa inicial e k a taxa de decomposição (WEBSTER e BENFIELD, 1986).

Diferenças no tempo de exposição no riacho e dos diferentes tratamentos sobre a taxa de decomposição (k) foram avaliadas através de ANOVA bifatorial. Para verificar diferenças na taxa de decomposição e riqueza taxonômica entre os tratamentos foi realizada uma ANOVA one-way com posterior Test t (LSD) e para verificar diferenças na densidade entre os tratamentos foi realizado um Kruskal-Wallis com posterior S-N-K.

Para averiguar diferenças na composição dos organismos nos diferentes tratamentos foi realizada uma Análise de Variância Multivariada (MANOVA) via aleatorização (10000 permutações) e uma Análise de Escalas Multidimensionais (NMDS). Para esta análise foram considerados apenas os taxa com mais de 10 ocorrências.

Alguns dados foram log transformados e as análises foram realizadas no programa BioEstat 5.0 (AYRES et al., 2007), exceto a MANOVA que foi realizada no Multiv 2.4.2 (PILLAR, 1997) e a NMDS que foi realizada no PAST 2.12 (HAMMER et al., 2001).

2.6.3 Consumo de folhas por *Aegla longirostri*

O consumo, em gramas por dia, correspondeu a perda da massa foliar obtida na presença de *A. longirostri*, menos o valor da perda de massa foliar obtida no aquário sem o decápodo, dividido pelos 8 dias de experimento. O teste de Kruskal-Wallis com posterior S-N-K foi realizado para averiguar se houve diferença no consumo entre machos, fêmeas e juvenis. Para verificar se há uma relação entre o tamanho dos indivíduos e o seu consumo de folhas foi realizada uma Regressão Linear Simples. Todas as análises foram realizados no programa BioEstat 5.0 (AYRES et al., 2007).

3. RESULTADOS

3.1 Aporte de material alóctone vegetal

Não houve diferença no aporte total de material alóctone vegetal entre as diferentes estações do ano (ANOVA one-way; $F=2,4405$; $p=0,0727$) (Figura 3). De todo o material que entrou no riacho, as folhas foram as mais abundantes, com cerca de 61,38%, seguido pelos galhos (29,15%) e outros (9,46%). A porcentagem de folhas só foi menor no inverno, a mesma estação que teve uma maior queda de galhos (Figura 3).

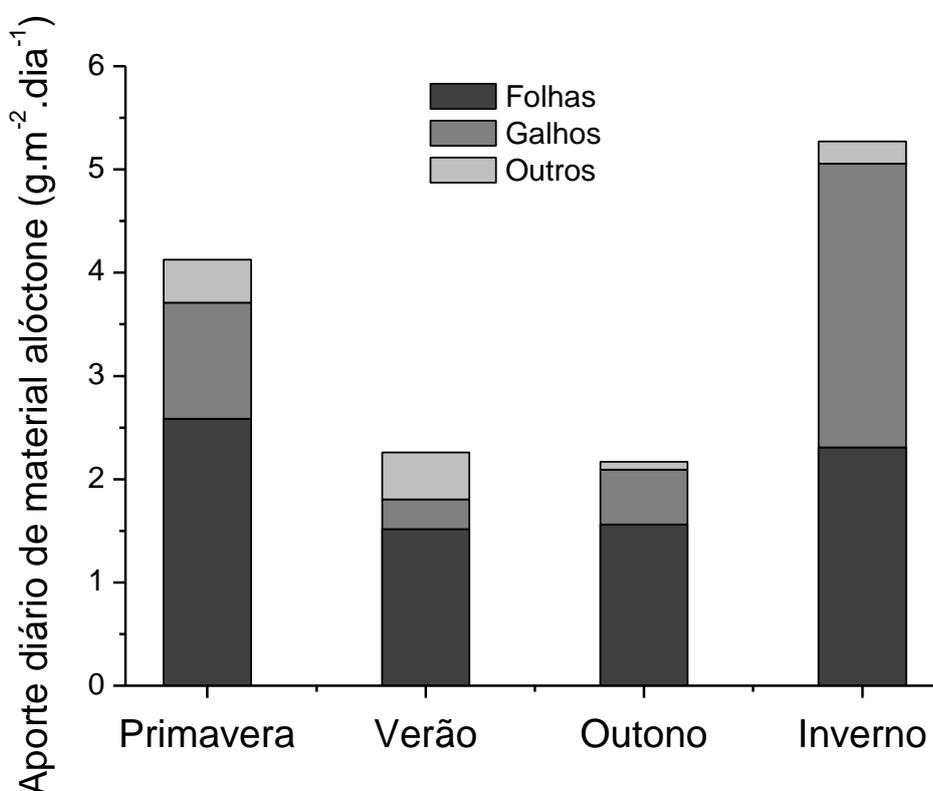


Figura 3 – Sanga do Caranguejo, Rio Grande do Sul, Brasil, entre 2010 e 2011: Aporte diário de material alóctone vegetal (em $\text{g.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$) das diferentes categorias e nas diferentes estações.

O aporte nos coletores suspensos foi maior que nos coletores laterais, e não houve diferença entre os coletores laterais esquerdo e direito (Kruskal-Wallis e S-N-K; $H=30,7439$; $p<0,01$) (Figura 4). No inverno ocorreu o maior aporte nos coletores suspensos, com diferenças significativas em relação às estações do verão e outono (ANOVA one-way e Test t; $F=4,2952$; $p=0,0208$) (Figura 4).

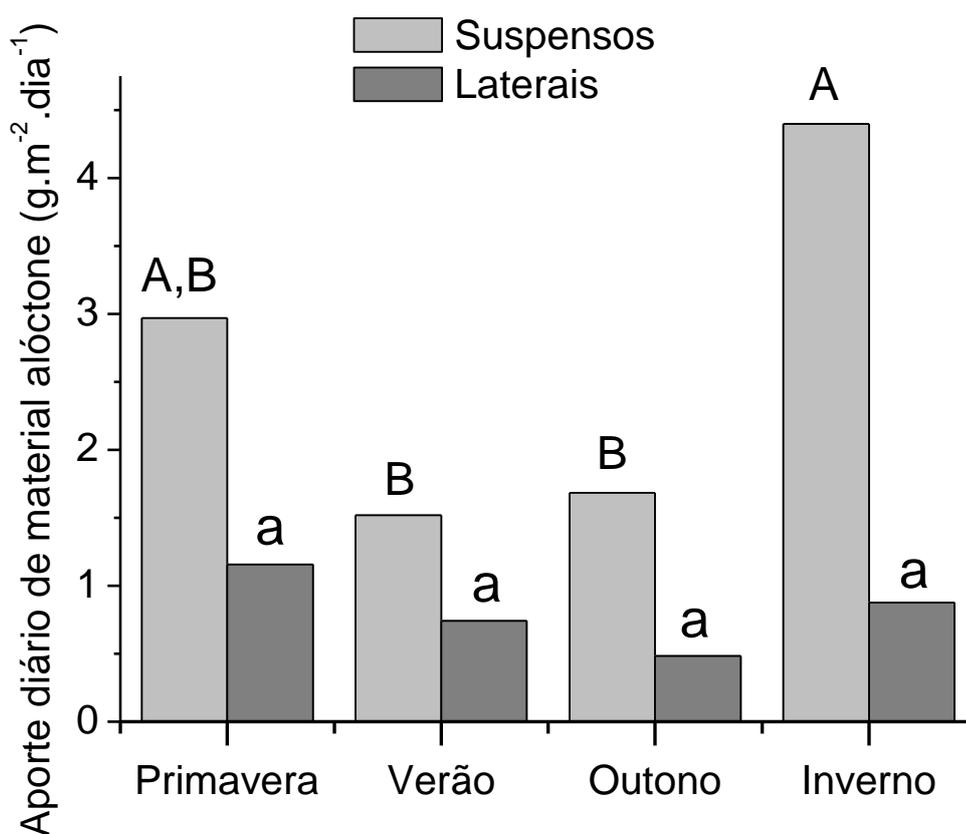


Figura 4 – Sanga do Caranguejo, Rio Grande do Sul, Brasil, entre 2010 e 2011: Aporte diário de material alóctone vegetal (em g.m⁻².dia⁻¹) nas diferentes estações, considerando-se os coletores suspensos e laterais. Letras diferentes significam diferenças estatísticas (maiúsculas: entre os coletores suspensos; minúsculas: entre os coletores laterais).

Realizando a média dos dados obtidos e extrapolando esse valor por estação verificou-se que o aporte vertical anual foi de 957 g.m⁻².ano⁻¹ e o aporte lateral anual

foi de $297 \text{ g. m}^{-2}.\text{ano}^{-1}$, totalizando aproximadamente $1254 \text{ g.m}^{-2}.\text{ano}^{-1}$ ou $3,4 \text{ g.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$.

Não houve correlação entre o aporte total e a precipitação ($r=0,645$; $p=0,3549$), bem como entre o aporte total e a média da velocidade do vento ($r=0,9048$; $p=0,0952$). Estes dados estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Sanga do Caranguejo, Rio Grande do Sul, Brasil. 2010 e 2011. Aporte diário de material alóctone (em $\text{g.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$) por estação nos coletores suspensos e laterais, precipitação (mm) e média da velocidade do vento (m/s).

	Primavera	Verão	Outono	Inverno
Aporte coletor suspenso	2,968	1,518	1,684	4,397
Aporte coletor lateral	1,157	0,741	0,484	0,875
Aporte coletor lateral esquerdo	1,430	0,464	0,606	0,964
Aporte coletor lateral direito	0,884	1,017	0,363	0,785
Aporte total	4.125	2,259	2,169	5,272
Precipitação	96,2	72,2	21,3	79,1
Média da velocidade do vento	2,3	2	1,4	2,7

3.2 O papel dos decápodos na fragmentação de folhas

3.2.1 Taxa de decomposição

As folhas perderam aproximadamente 15% da sua massa inicial nos três primeiros dias, em todos os tratamentos (Figura 5). Houve diferença na taxa de decomposição (k) entre os canais fechados e os demais, mas não houve diferença entre os canais abertos e o controle (ANOVA one-way e Test t; $F=10,1795$; $p=0,0005$).

A decomposição foi mais rápida no controle ($k=0,19408 \pm 0,084 \text{ dia}^{-1}$), seguido pelos canais abertos ($k=0,16397 \pm 0,067 \text{ dia}^{-1}$) e canais fechados

($k=0,03676 \pm 0,016 \text{ dia}^{-1}$). Ou seja, a taxa de decomposição foi mais rápida nos tratamentos em que os decápodos tinham acesso (Figura 5).

Houve interação entre o tempo e os tratamentos na taxa de decomposição (ANOVA bifatorial; $F(\text{interação})= 3,7538$; $p(\text{interação})= 0,004$).

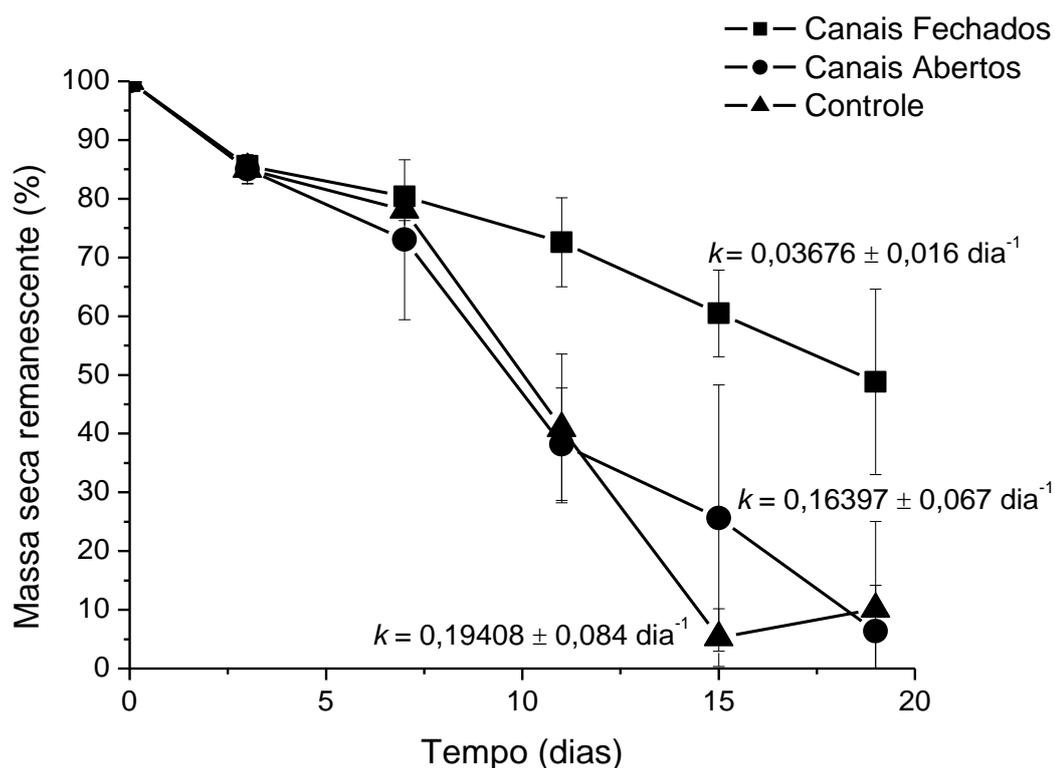


Figura 5 – Sanga do Caranguejo, Rio Grande do Sul, Brasil: Taxa de decomposição k (dia^{-1}) (média \pm desvio padrão) e massa seca remanescente (%) dos diferentes tratamentos após 3, 7, 11, 15 e 19 dias de experimento.

3.2.2 Macroinvertebrados

Foram registrados 987 indivíduos, sendo 823 nos canais fechados, 89 nos canais abertos e 75 no controle (Tabela 4). Além dos indivíduos registrados foi constatada a presença de diversos eglídeos próximos aos sacos de detritos, e

poucos no seu interior, mas estes não foram registrados. Chironomidae foi o grupo mais abundante, correspondendo a 68,5% dos indivíduos.

Houve diferença significativa na densidade de macroinvertebrados entre os canais fechados e os demais, mas não entre os canais abertos e o controle (Kruskal-Wallis e S-N-K; $H=7,435$; $p=0,0243$) (Figura 6).

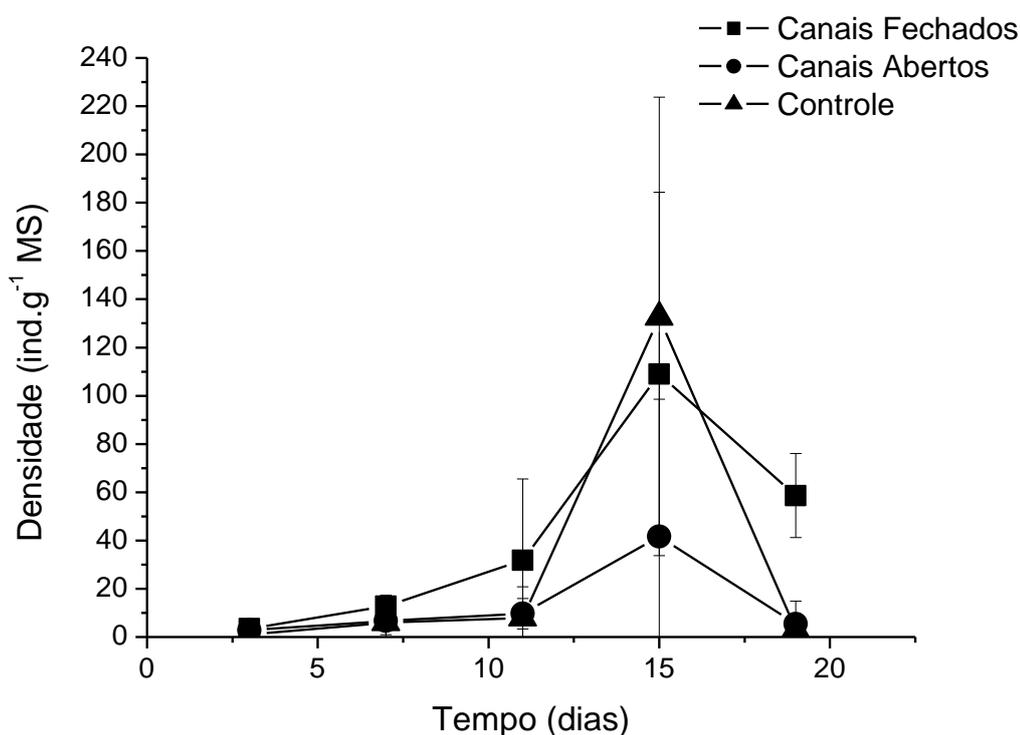


Figura 6 – Sanga do Caranguejo, Rio Grande do Sul, Brasil: Densidade de macroinvertebrados (indivíduos por grama de massa seca: ind.g^{-1} MS) dos diferentes tratamentos após 3, 7, 11, 15 e 19 dias de experimento.

A riqueza taxonômica diferiu entre os canais fechados e os demais, mas não entre os canais abertos e o controle (ANOVA one-way e Test t; $F=16,7637$; $p<0,0001$) (Figura 7).

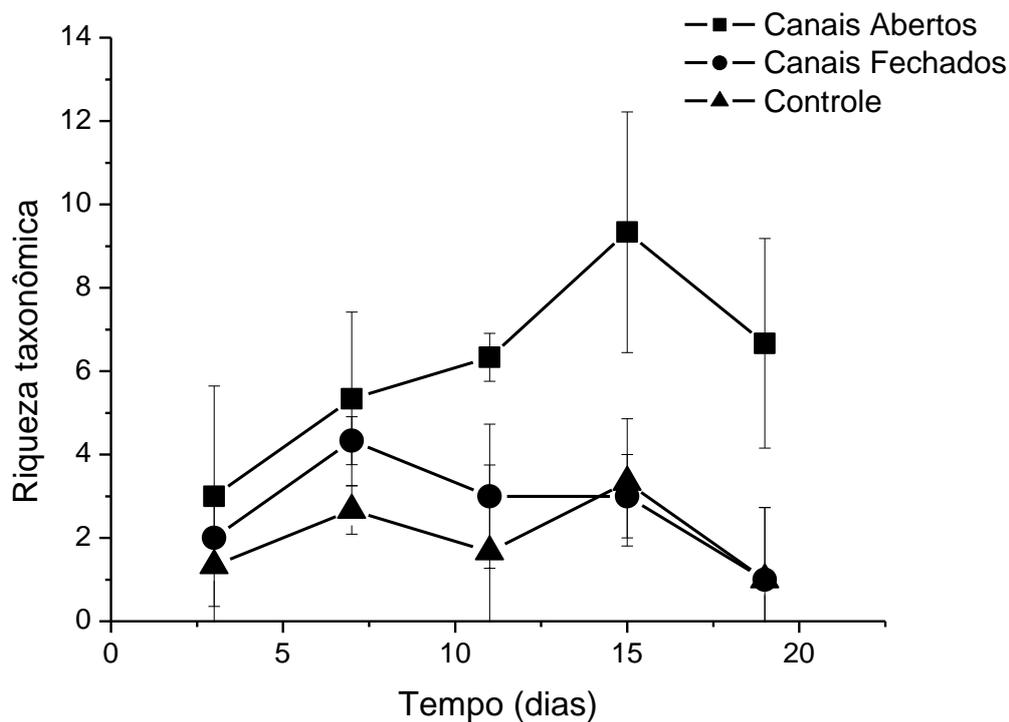


Figura 7 – Sanga do Caranguejo, Rio Grande do Sul, Brasil: Riqueza taxonômica dos diferentes tratamentos após 3, 7, 11, 15 e 19 dias de experimento.

A MANOVA indicou que a composição da comunidade de macroinvertebrados foi diferente entre os tratamentos, ocorrendo diferença entre os canais fechados e os demais, mas não entre os canais abertos e o controle (MANOVA; $Q=2,3363$; $p=0,0001$).

A NMDS (stress=0,088) mostrou uma clara separação entre os canais fechados e os demais, exceto para o dia 3, onde este foi semelhante ao dia 3 nos canais abertos (Figura 8).

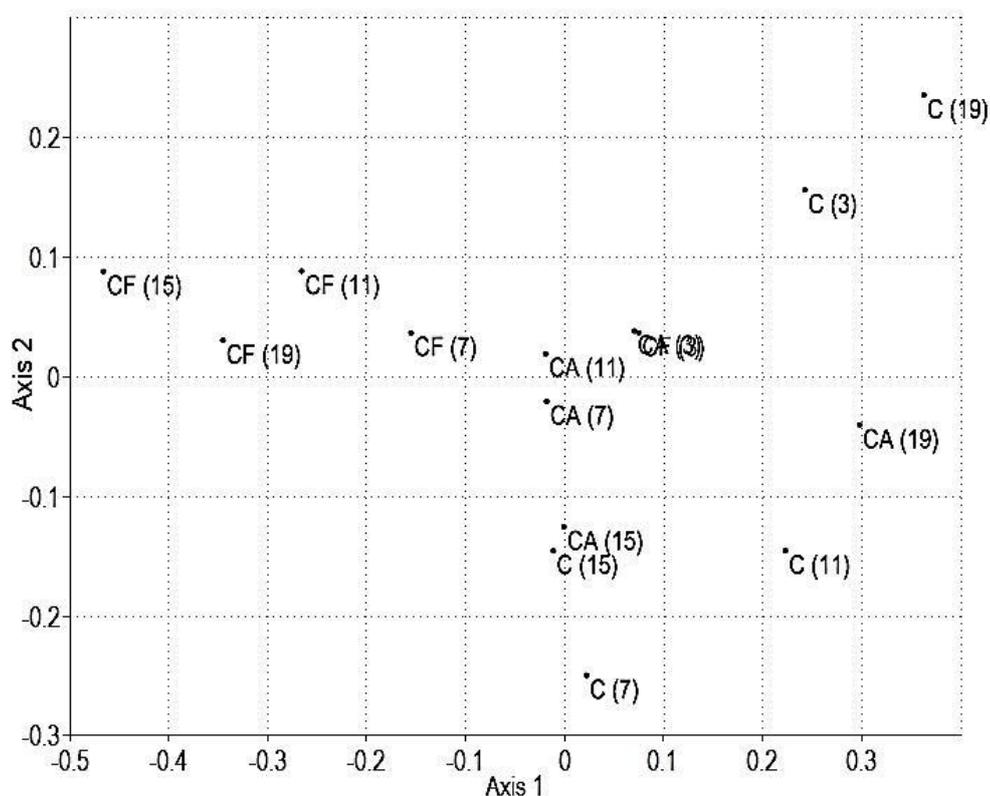


Figura 8: Ordemação NMDS (stress=0,088) para composição e abundância de macroinvertebrados aderidos a folhas dos diferentes tratamentos após 3, 7, 11, 15 e 19 dias de experimento. CF: canais fechados, CA: canais abertos e C: controle.

Os macroinvertebrados tipicamente fragmentadores foram representados pelas famílias Gripopterygidae (Plecoptera) (3,9%) e Sericostomatidae (Trichoptera) (0,1%), representando 4% do total de animais amostrados. Entretanto, espécies de outras famílias podem ter representantes fragmentadores, como é o caso de Chironomidae (Diptera), Elmidae (Coleoptera), Leptoceridae (Trichoptera), Psychodidae (Diptera) e Tipulidae (Diptera), que possuem múltiplos hábitos alimentares, o que dificulta sua classificação em apenas um grupo. O grupo mais representativo foi o dos coletores.

Tabela 4 – Sanga do Caranguejo, Rio Grande do Sul, Brasil: Grupo trófico funcional e abundância total dos *taxa*. Col= coletores; frag= fragmentadores; pred= predadores e rasp= raspadores.

<i>Taxa</i>	Grupo Trófico Funcional	Abundância Total
Filo Annelida		
Polychaeta		6
Filo Arthropoda		
Acari	pred	20
Insecta		
Coleoptera		
Elmidae	col/frag/rasp	4
Hydrophilidae	col/pred	1
Collembola		
Isotomidae	col	1
Diptera		
Ceratopogonidae	pred/col	2
Chironomidae	col/pred/frag	676
Empididae	pred/col	14
Psychodidae	col/frag/rasp	1
Stratiomyidae	col	1
Tipulidae	frag/col	1
Ephemeroptera		
Baetidae	col/rasp	84
Caenidae	col	62
Leptophlebiidae	col/rasp	21
Hemiptera		
Aphididae		2
Mesoveliidae	pred	1
Plecoptera		
Gripopterygidae	frag	38
Perlidae	pred	1

Continua

		<i>Conclusão</i>
Trichoptera	col/frag/pred	1
Leptoceridae	col/pred	
Polycentropodidae	frag	3
Sericostomatidae		3
		1
Filo Mollusca		
Gastropoda	rasp	26
Filo Platyhelminthes		
Temnocephala		18

3.3 Consumo de folhas por *Aegla longirostri*

As fêmeas adultas foram as que consumiram mais folhas, em média $0,019 \pm 0,006$ gramas de folha por dia, seguidas pelos machos adultos com média de $0,016 \pm 0,004$ e pelos juvenis com média de $0,010 \pm 0,002$. Não houve diferença no consumo de folhas entre os adultos (machos e fêmeas), mas houve diferença entre estes e os juvenis (Kruskal-Wallis e S-N-K; $H=20,8417$; $p<0,01$) (Figura 9).

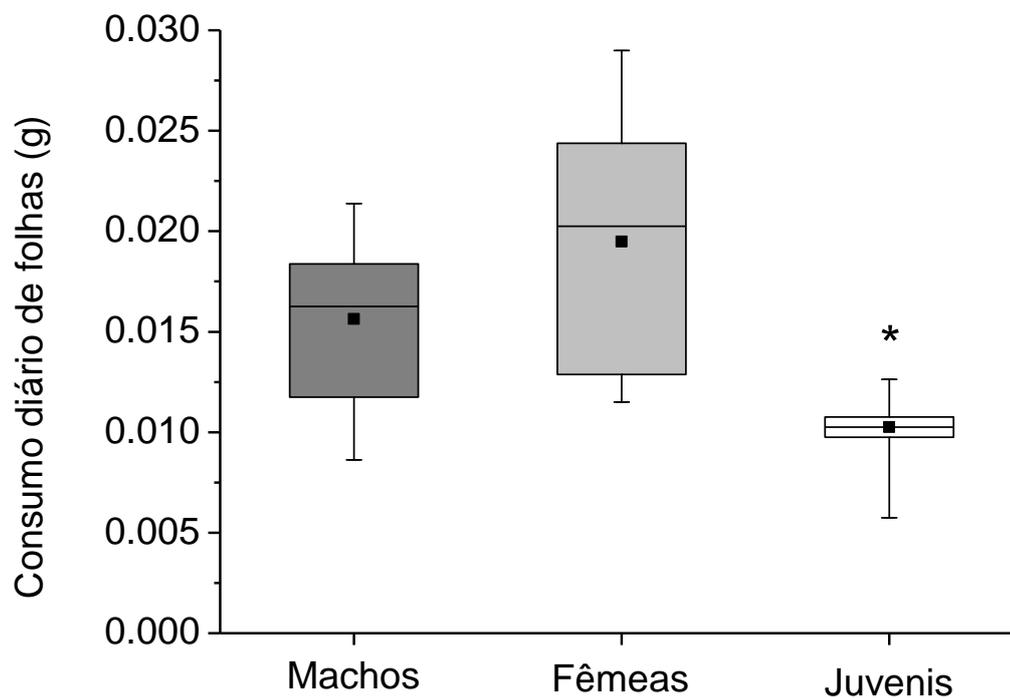


Figura 9 - Consumo diário de folhas (em gramas) por machos, fêmeas e juvenis de *Aegla longirostri* em laboratório. * significa que há diferença.

A Regressão Linear Simples demonstrou que há uma relação positiva entre o tamanho da carapaça do animal e o consumo de folhas ($F=9,4876$; $p=0,0040$; $R^2=0,1715$) (Figura 10).

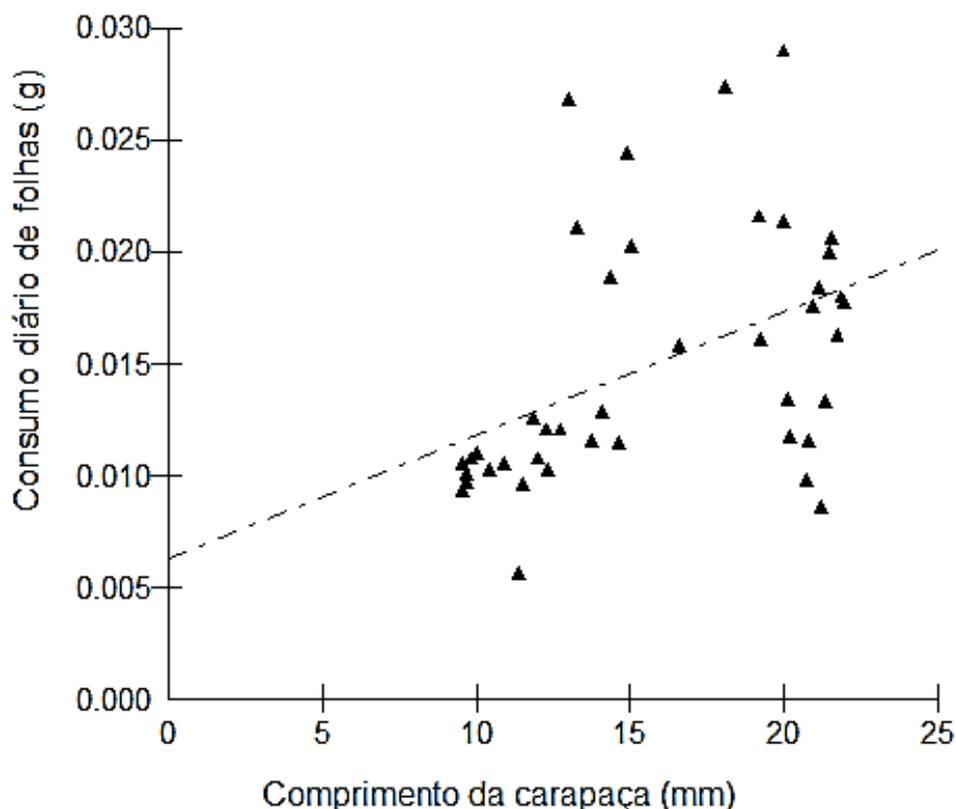


Figura 10 – *Aegla longirostri*: Relação entre o comprimento da carapaça e o consumo diário de folhas.

3.4 Porcentagem de folhas alóctone que *Aegla longirostri* é capaz de processar

A densidade de adultos de *Aegla longirostri* na Sanga do Caranguejo (dados não publicados, em preparação), utilizando o estimador Schumacher-Eschmeyer é de 9,64 ind.m⁻² na primavera e 2,24 ind.m⁻² no outono.

Extrapolando os dados sobre o aporte de folhas, temos um valor diário de 2,586 g.m⁻².dia⁻¹ na primavera e 1,562 g.m⁻².dia⁻¹ no outono. Multiplicando a densidade de indivíduos pela média do consumo de folhas de machos e fêmeas adultos (0,0175 ± 0,005 gramas por dia) temos que a população de *A. longirostri* é capaz de consumir 0,169 gramas de folhas por dia na primavera e 0,039 gramas de folha por dia no outono. Com esses dados tem se que adultos de *A. longirostri* são

capazes de processar 6,5% da quantidade total de folhas que cai na primavera e 2,5% no outono (Figura 11).

Para o cálculo das demais estações, temos que a média da densidade é 5,94 ind.m⁻². O valor diário de aporte de folhas é de 1,515 g.m⁻².dia⁻¹ no verão e 2,307 g.m⁻².dia⁻¹ no inverno. Assim temos que a população de *A. longirostri* é capaz de consumir 0,104 gramas de folhas por dia nestas estações. Portanto, com esses dados tem se que adultos de *A. longirostri* são capazes de processar 6,9% da quantidade total de folhas que cai no verão e 4,5% no inverno (Figura 11).

Deste modo, em média, os adultos de *A. longirostri* são capazes de processar aproximadamente 5,1% da quantidade total de folhas que cai anualmente na Sanga do Caranguejo.

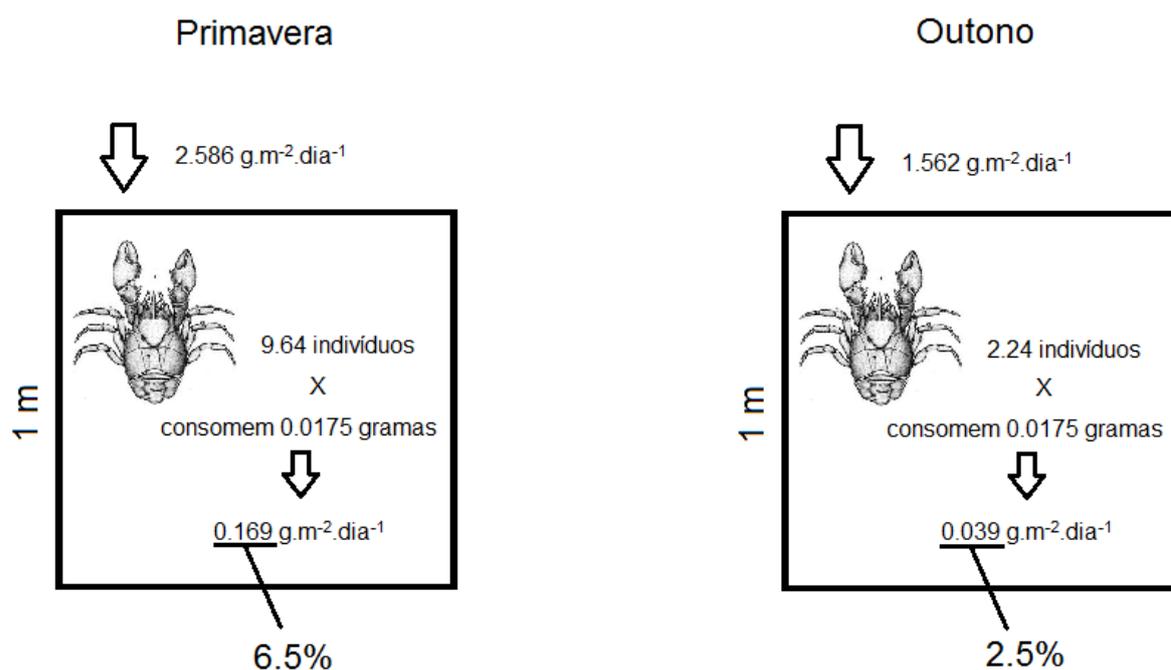


Figura 11 – *Aegla longirostri*: Estimativa da quantidade de folhas que animais adultos da espécie são capazes de processar na primavera e no outono, na Sanga do Caranguejo, Rio Grande do Sul, Brasil.

4. DISCUSSÃO

4.1 Aporte de material alóctone vegetal

A quantidade de material vegetal que entra nos riachos pela via vertical e lateral é variável, mas geralmente a entrada vertical é a mais importante (BENFIELD, 1997). Esta constatação foi confirmada na Sanga do Caranguejo, a qual recebe uma quantidade maior de material alóctone através da queda direta (aporte vertical) deste material no riacho, do que através da ação do vento ou outros fatores que levariam o material do solo ao riacho (aporte lateral). Isto pode ser devido a grande presença de cobertura vegetal sobre o riacho que ocorre em toda a extensão onde foram colocados os coletores.

O maior aporte vertical também foi registrado por Cillero et al. (1999) e Molinero e Pozo (2004) na Espanha, por Afonso et al. (2000) em São Paulo-Brasil e por Gonçalves et al. (2006a) no Cerrado brasileiro. A exceção foi registrada no estudo de França et al. (2009) que, também trabalhando em uma região de cerrado, verificaram que o aporte vertical contribui com menos material para o riacho. Segundo Fleituch (2001), esta diferença pode ser decorrente das diferenças na composição, organização e densidade das árvores em cada local de estudo.

Em geral, a maior parte do material que entrou na Sanga do Caranguejo foi constituído por folhas, uma característica comum tanto para ambientes temperados (ABELHO e GRAÇA, 1998; CILLERO et al., 1999) quanto para ambientes tropicais (AFONSO et al., 2000; GONÇALVES et al. 2006a; FRANÇA et al., 2009; NIN et al., 2009). Esse dado é bastante relevante, pois entre todos os componentes vegetais que caem nos riachos, as folhas geralmente são a principal fonte de energia para a comunidade aquática.

No presente estudo não foi verificada sazonalidade significativa na queda de material alóctone, ou seja, durante todo o ano o riacho recebeu material da vegetação ripária, no entanto, este trabalho não analisou estações de diversos anos para afirmar a ausência de sazonalidade em longo prazo. Apesar disto, há um menor aporte de material alóctone no verão e no outono. O mesmo foi registrado por

Nin et al. (2009) em São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul, que não verificaram sazonalidade significativa, mas registraram um menor aporte de material alóctone nos meses de verão e início do outono.

A maior queda de material, neste estudo, foi registrada no inverno, a mesma estação em que ocorre a maior queda de galhos. Como não houve relação do aporte de material com a pluviosidade e a velocidade do vento não é possível afirmar que uma destas variáveis esteja contribuindo significativamente com o aporte de material alóctone no riacho. Possivelmente a queda está ocorrendo como um processo natural de perda das folhas das árvores.

Como a Sanga do Caranguejo recebe material alóctone de forma uniforme, durante todo o ano, os fragmentadores sempre têm disponibilidade de recurso, não passando por períodos de grande carência destes itens. Além disso, a diversidade de espécies arbóreas no local (Tabela 1) permite a entrada de material vegetal com diferentes composições químicas, oferecendo diferentes recursos a comunidade. Essas, entre outras características, são necessárias para a manutenção destas comunidades aquáticas no riacho.

4.2 O papel dos decápodos na fragmentação de folhas

As taxas de decomposição (k) para a espécie de *Ficus luschnathiana* em todos os tratamentos foram categorizadas como rápidas segundo Petersen e Cummins (1974) ($k > 0,01$: rápida; $k = 0,005 - 0,01$: média; $k < 0,005$: lenta). Apesar de serem consideradas rápidas essas taxas não são iguais ($p = 0,0005$). O valor de k nos canais fechados ($k = 0,03676 \pm 0,016 \text{ dia}^{-1}$) foi semelhante com os encontrados por Rincón e Santelloco (2009) na Venezuela, que também utilizaram folhas de *Ficus* sp. em sacos de detritos de 5mm de abertura de malha em remanso ($k = 0,03132 \pm 0,0037 \text{ dia}^{-1}$) e em corredeira ($k = 0,04693 \pm 0,0045 \text{ dia}^{-1}$). Valores parecidos também foram registrados por Hepp et al (2008), no Rio Grande do Sul, utilizando a espécie *Eugenia uniflora* L. ($k = 0,036 \pm 0,026 \text{ dia}^{-1}$) e por O'Connor et al. (2000), em Porto Rico, com a espécie *Syzygium jambos* (L.) Alston ($k = 0,037 \pm 0,003 \text{ dia}^{-1}$).

A taxa de decomposição foi mais rápida nos tratamentos onde os decápodos tinham acesso as folhas (controle: $k=0,19408 \pm 0,084 \text{ dia}^{-1}$; canais abertos: $k=0,16397 \pm 0,067 \text{ dia}^{-1}$), sendo esses valores os maiores já registrados considerando-se diferentes estudos em regiões tropicais (Apêndice A).

O estudo de Rosemond et al. (1998), em região tropical, onde avaliou-se a função dos macroconsumidores, não verificou uma taxa de decomposição tão elevada como a deste estudo, o k registrado pelos autores foi de 0,08 a 0,09 dia^{-1} , utilizando a espécie *Ficus insipida* Willd.

Possivelmente, neste estudo, *A. longirostri* participou mais ativamente do processo de fragmentação das folhas do que *P. pilimanus*, esta afirmação está alicerçada em dois fatores: 1) maior abundância de *A. longirostri* do que de *P. pilimanus*, verificada em coletas com armadilha tipo covão no local de estudo (dados não publicados); 2) hábito fossorial de *P. pilimanus*, que permanece grande parte do tempo dentro de suas tocas e talvez não tenha acessado ou teve acesso restrito aos sacos de detritos utilizados no experimento (dados não publicados).

A maioria dos estudos não leva em consideração, na sua metodologia, a presença de invertebrados maiores, como crustáceos decápodos, mas há trabalhos com diferentes metodologias que conseguem averiguar o papel de crustáceos na decomposição. Usio (2000) verificou que o lagostim *Paranephrops zealandicus* é um excelente fragmentador, fazendo com que a taxa de decomposição seja mais rápida na sua presença. Os valores de matéria orgânica particulada grossa exportadas, em um experimento em Porto Rico, foram maiores na presença do camarão *Xiphocaris elongata* Guérin-Méneville, 1855, o que indica seu hábito fragmentador (CROWL et al., 2001). O lagostim *Cambarus bartonii* Fabricius também é um fragmentador de folhas em riachos, podendo processar de 4% a 6% do total de matéria orgânica que entra em um riacho na Carolina do Norte (HURYN e WALLACE, 1987). Schofield et al. (2001) constatou que na presença de macroconsumidores, em especial o lagostim *Cambarus bartonii*, a taxa de decomposição foi mais rápida. Assim como no presente estudo, onde *Aegla longirostri* demonstrou ser um eficiente fragmentador, acelerando a taxa de decomposição foliar.

Nosso estudo registrou poucos insetos tipicamente fragmentadores, apenas 4%. Em riachos tropicais, Gonçalves et al. (2007) registraram taxa de apenas 1%, Wantzen e Wagner (2006) verificaram valores entre 1% e 5% e Moretti et al. (2007b) constataram que somente 6-11% dos invertebrados encontrados eram

fragmentadores. Além destes, Rosemond et al. (1998) também constataram uma escassez de fragmentadores. Mas, ao mesmo tempo, nosso estudo registrou a importante presença de crustáceos fragmentadores. Dessa forma não podemos assumir que na Sanga do Caranguejo há uma escassez de fragmentadores, podemos dizer que há poucos insetos fragmentadores e que a fragmentação é realizada principalmente pela ação dos decápodos.

Devido a grande variedade de condições climáticas, geológicas e geomorfológicas que há na região tropical (BOULTON et al., 2008), generalizações precisas sobre os rios tropicais podem ser difíceis de se fazer (BOYERO et al., 2009). Talvez seja por isso que nas regiões tropicais, há locais com poucos fragmentadores (GONÇALVES et al., 2007; WANTZEN e WAGNER, 2006; MORETTI et al. 2007b; MATHURIAU e CHAUVET, 2002; ROSEMOND et al., 1998), locais com abundância de fragmentadores (YULE et al. 2009; CHESIRE et al. 2005) e locais com a presença de fragmentadores que não são insetos (presente estudo; YULE et al., 2009; MARCH et al., 2001).

Além de acelerar o processo de decomposição, os eglídeos foram capazes de modificar a composição da comunidade, a densidade e a riqueza taxonômica de macroinvertebrados associados às folhas. Na amostra do 15º dia a densidade foi maior que nos demais dias, isso pode ser decorrência da maior presença de bactérias que tornariam as folhas mais palatáveis para os invertebrados (CANHOTO e GRAÇA, 1999). No 19º dia os valores de densidade e riqueza taxonômica sofreram uma redução nos canais abertos e no controle, provavelmente em decorrência da pequena biomassa de folha presente neste dia, nestes tratamentos. Um papel semelhante a este é realizado pelo lagostim *Paranephrops zealandicus*, na Nova Zelândia, que também é capaz de diminuir a densidade total de invertebrados durante a decomposição de folhas (USIO, 2000). Da mesma forma, na Costa Rica, onde os macroconsumidores (peixes e crustáceos decápodos) foram impedidos de acessar os sacos com folhas, a densidade de invertebrados era maior (ROSEMOND et al., 1998).

Nossos dados reforçam a ideia que além dos insetos fragmentadores, que são amplamente estudados, pode haver outros grupos que fazem a fragmentação das folhas em riachos neotropicais. Espécies de Decapoda, como *Aegla longirostri* e *Parastacus pilimanus*, devem ser levados em consideração em estudos sobre decomposição. Por isso, em riachos com a presença destes crustáceos e com a

utilização de metodologias adequadas, é possível detectar o efeito da fragmentação destes animais no processo de decomposição de folhas.

Concluindo, os dados obtidos neste estudo indicam que a Sanga do Caranguejo é um local que apresenta reduzida abundância de insetos fragmentadores, mas possui decápodos, e entre eles os eglídeos, como importantes fragmentadores do material alóctone vegetal. Estes são capazes de acelerar a taxa de decomposição das folhas, bem como modificam a comunidade de macroinvertebrados associados a elas.

4.3 Consumo e porcentagem de folhas alóctone que *Aegla longirostri* é capaz de processar

A porcentagem total de material alóctone que a população de *A. longirostri* é capaz de processar depende de várias características como: (1) o tamanho dos animais, (2) a densidade de animais, e (3) o aporte de material foliar. Na Sanga do Caranguejo a densidade dos animais e o aporte de material alóctone variam entre as estações, por isso a porcentagem de material alóctone que estes eglídeos conseguem processar varia durante as épocas do ano. Neste estudo, nós constatamos que os eglídeos podem processar aproximadamente 5% das folhas que caem no riacho, mas este valor provavelmente está subestimado, pois ele foi calculado com base somente nos animais adultos.

Gonçalves et al. (2006c) verificou que na população de *Aegla franciscana* Buckup e Rossi, 1977, no Rio Grande do Sul, 42% dos indivíduos eram juvenis. Se uma proporção de juvenis como esta ocorre para a população estudada de *A. longirostri*, a porcentagem de folhas que estes eglídeos conseguiriam consumir pode chegar a aproximadamente 6,14%. Estas estimativas dependem, entre outros aspectos, se as folhas utilizadas no experimento e o consumo delas em laboratório representam verdadeiramente o que ocorre no riacho.

Os estudos sobre este tema são escassos, até o momento o único registro envolvendo crustáceos foi o de Huryn e Wallace (1987) no qual estimaram que o

lagostim *Cambarus bartonii* pode processar de 4% a 6% do total de material alóctone que entra em um riacho na Carolina do Norte.

No processo de fragmentação das folhas, uma parte delas é consumida pelos eglídeos e outra parte é transformada em matéria orgânica particulada fina. Com isso há a ciclagem de nutrientes e a MOPF resultante deste processo servirá de alimentos para outros organismos, como por exemplo, os coletores, o grupo funcional melhor representado neste estudo. Assim, a população de *A. longirostri* também pode estar regulando a densidade de algumas espécies, através da disponibilidade de MOPF.

5. CONCLUSÕES

Este estudo demonstrou que na Sanga do Caranguejo, um riacho neotropical de primeira ordem, a queda de material alóctone é contínua, ou seja, durante todo o ano há aporte de matéria orgânica no riacho. As folhas são o componente mais abundante que cai da vegetação ripária para o riacho.

O processo de fragmentação das folhas, neste riacho, é realizado principalmente pelo crustáceo decápodo *Aegla longirostri*. Na presença deste decápodo a taxa de decomposição é acelerada e a comunidade de macroinvertebrados é alterada. Exceto este crustáceo, há uma reduzida abundância de insetos fragmentadores, que foram representados pelas famílias Gripopterygidae e Sericostomatidae, representando 4% do total de indivíduos. O grupo alimentar funcional mais representativo foi dos coletores.

O consumo diário de folhas varia entre adultos e juvenis. Os adultos consomem em média $0,0175 \pm 0,005$ gramas de folhas por dia e os juvenis $0,010 \pm 0,002$.

Aegla longirostri pode ser responsável por processar até 6,14% do total de folhas que caem da vegetação ripária para dentro do riacho.

A presente dissertação contribuiu para um melhor entendimento sobre o papel dos decápodos no processo de ciclagem dos nutrientes em ecossistemas aquáticos e pode auxiliar nos futuros estudos sobre o papel de decápodos no processo de decomposição foliar, preferência alimentar destas espécies, interações entre decápodos e insetos, visando o equilíbrio nos ecossistemas aquáticos.

6. REFERÊNCIAS

ABELHO, M. From litterfall to breakdown in streams: a review. **The Scientific World** 1: 656-668. 2001.

ABELHO, M.; GRAÇA, M. A. S. Litter in a first-order stream of a temperate deciduous forest (Margarça Forest, central Portugal). **Hydrobiologia** 386: 147-152. 1998.

AFONSO, A. A. O.; HERY, R.; RODELLA, R. C. S. M. Allochthonous Matter Input in Two Different Stretches of a Headstream (Itatinga, São Paulo, Brazil). **Brazilian Archives of Biology and Technology** 43: 335-343. 2000.

ALLAN, J. D.; CASTILLO, M. M. **Stream ecology: structure and function of running waters. 2 ed.** Dordrecht: Springer, 444p. 2007.

AYRES, M.; AYRES, JR. M.; AYRES, D. L.; SANTOS, A. S. **BioEstat 5.0 Aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas.** Sociedade Civil de Mamirauá, Belém. 291pp. 2007.

BALDY, V.; GESSNER, M. O.; CHAUVET, E. Bacteria, fungi and the breakdown of leaf litter in a large river. **Oikos** 74: 93-102. 1995.

BENFIELD, E. F. Comparison of litterfall input to streams. In: WEBSTER, J. R.; MEYER, J. L. (eds.), Stream Organic Matter Budgets. **Journal of the North American Benthological Society** 16: 3-161. 1997.

BOULTON, A. J.; BOYERO, L.; COVICH, A. P.; DOBSON, M.; LAKE, P. S.; PEARSON, R. G. **Are tropical streams ecologically different from temperate streams?** In: DUDGEON, D. Aquatic ecosystems: tropical stream ecology. Elsevier Science, London, UK, p. 257-284. 2008.

BOYERO, L.; RAMÍREZ, A.; DUDGEON, D.; PEARSON, R. G. Are tropical streams really different? **Journal of the North American Benthological Society** 28: 397-403. 2009.

BUCKUP, L. **Família Parastacidae (lagostins de água doce).** In: BUCKUP, L.; BOND-BUCKUP, G. Os crustáceos do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, p. 319-327. 1999.

BUENO A A P, BOND-BUCKUP G. Natural diet of *Aegla platensis* Schmitt and *Aegla ligulata* Bond-Buckup & Buckup (Crustacea, Decapoda, Anomura) from Brazil. **Acta Limnológica Brasileira** 16: 115-127. 2004.

BUENO, S. L. S.; SHIMIZU, R. M.; ROCHA, S. S. Estimating the population size of *Aegla franca* (Decapoda: Anomura: Aeglidae) by mark-recapture technique from an isolated section of Barro Preto stream, county of Claraval, state of Minas Gerais, southeastern Brazil. **Journal of Crustacean Biology** 27: 553-559. 2007.

CANHOTO, C.; GRAÇA, M. A. S. Leaf barriers to fungal colonization and shredders (*Tipula lateralis*) consumption of decomposing *Eucalyptus globulus*. **Microbial ecology** 37: 163-172. 1999.

CASTRO-SOUZA T, BOND-BUCKUP G. O nicho trófico de duas espécies simpátricas de *Aegla* Leach (Crustacea, Aeglidae) no tributário da bacia hidrográfica do Rio Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia** 21: 805-813. 2004.

CHESIRE, K.; BOYERO, L.; PEARSON, R. G. Food webs in tropical Australian streams: shredders are not scarce. **Freshwater Biology** 50: 748-769. 2005.

CILLERO, C.; PARDO, I.; LÓPEZ, E. S. Comparisons of riparian vs. over stream trap location in the estimation of vertical litterfall inputs. **Hydrobiologia** 416: 171-179. 1999.

COSTA, C. (EDITOR); IDE, S.; SIMONKA, C. E. **Insetos imaturos. Metamorfose e identificação**. Ribeirão Preto:Holos, Editora, 2006.

CROWL, T. A.; McDOWELL, W. H.; COVICH, A. P.; JOHNSON, S. L. Freshwater shrimp effects on detrital processing and nutrients in a tropical headwater stream. **Ecology** 82: 775-783. 2001.

DOBSON, M.; MAGANA, A.; MATHOOKO, J. M.; NDEGWA, F. K. Detritivores in Kenyan highland streams: more evidence for the paucity of shredders in the tropics? **Freshwater Biology** 47: 909-919. 2002.

FLEITUCH, T. Beech leaf breakdown and POM storage along an altitudinal stream gradient. **International Review of Hydrobiology** 86: 515-525. 2001.

FRANÇA, J. S.; GREGÓRIO, S. R.; PAULA, J. D.; GONÇALVES, J. F. JR.; FERREIRA, F. A.; CALLISTO, M. Composition and dynamics of allochthonous organic matter inputs and benthic stock in a Brazilian stream. **Marine and Freshwater Research** 60: 990-998. 2009.

GESSNER, M. O.; CHAUVET, E.; DOBSON, M. A perspective on leaf litter breakdown in stream. **Oikos** 85: 377-384. 1999.

GONÇALVES, J. F. JR.; FRANÇA, J. S.; CALLISTO, M. Dynamics of allochthonous organic matter in a tropical Brazilian headstream. **Brazilian Archives of Biology and Technology** 49: 967-973. 2006a.

GONÇALVES, J. F. JR.; FRANÇA, J. S.; MEDEIROS, A. O.; ROSA, C. A.; CALLISTO, M. Leaf Breakdown in a Tropical Stream. **International Review of Hydrobiology** 2: 164-177. 2006b.

GONÇALVES, J. F. JR.; GRAÇA, M. A. S.; CALLISTO, M. Litter decomposition in a Cerrado savannah stream is retarded by leaf toughness, low dissolved nutrients and a low density of shredders. **Freshwater Biology** 52: 1440-1451. 2007.

GONÇALVES, R. S.; CASTIGLIONI, D. S.; BOND-BUCKUP, G. Ecologia populacional de *Aegla franciscana* (Crustacea, Decapoda, Anomura) em São Francisco de Paula, RS, Brasil. **Iheringia** 96: 109-114. 2006c.

GRAÇA, M. A. S. The role of invertebrates on leaf litter decomposition in streams – a review. **International Review of Hydrobiology** 86: 383-393. 2001.

GRAÇA, M. A. S.; CANHOTO, C. Leaf litter processing in low order streams. **Limnetica** 25: 1-10. 2006.

GRAÇA, M. A. S.; MALTBY, L.; CALOW, P. Importance of fungi in the diet of *Gammarus pulex* and *Asellus aquaticus*. II. Effects on growth, reproduction and physiology. **Oecologia** 96: 304-309. 1993.

HAMMER, Ø.; HARPER, D. A. T.; RYAN P. D. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4: 9pp.

HEPP, L. U.; BIASI, C.; MILESI, S. V.; VEIGA, F. O.; RESTELLO, R. M. Chironomidae (Diptera) larvae associated to *Eucalyptus globulus* and *Eugenia*

uniflora leaf litter in a subtropical stream (Rio Grande do Sul, Brazil). **Acta Limnologica Brasiliensia** 20: 345-350. 2008.

HURYN, A. D.; WALLACE, J. B. Production and litter processing by crayfish in an Appalachian mountain stream. **Freshwater Biology** 18: 277-286. 1987.

IRONS, J. G.; OSWOOD M. W.; STOUT, J. R.; PRINGLE C. M. Latitudinal patterns in leaf litter breakdown: is temperature really important? **Freshwater Biology** 32: 401-411. 1994.

KOCHI, K.; KAGAYA, T.; KUSUMOTO, D. Does mixing of senescent and green leaves result in nonadditive effects on leaf decomposition? **Journal of the North American Benthological Society** 29: 454-464. 2010.

LI, A. O. Y; DUDGEON, D. Food resources of shredders and other benthic macroinvertebrates in relation to shading conditions in tropical Hong Kong streams. **Freshwater Biology** 53: 2011-2025. 2008.

MARCH, J. G.; BENSTEAD, J. P.; PRINGLE, C. M. RUEBEL, M. W. Linking shrimp assemblages with rates of detrital processing along an elevational gradient in a tropical stream. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences** 58: 470-478. 2001.

MATHURIAU, C.; CHAUVET, E. Breakdown of Leaf Litter in a Neotropical Stream. **Journal of the North American Benthological Society** 21: 384-396. 2002.

MERRITT, R. W.; CUMMINS, K. W. **An introduction to the aquatic insects of North America**. 3rded. Kendall/Hunt Publishing Comp. Iowa. 1996.

MOLINERO, J.; POZO, J. Impact of a eucalyptus (*Eucalyptus globulus* Labill.) plantation on the nutrient content and dynamics of coarse particulate organic matter (CPOM) in a small stream. **Hydrobiologia** 528: 143-165, 2004.

MORETTI, M.; GONÇALVES, J. F. JR.; CALLISTO, M. Leaf breakdown in two tropical streams: Differences between single and mixed species packs. **Limnologica** 37: 250–258. 2007a.

MORETTI, M.; GONÇALVES, J. F. JR.; LIGEIRO, R.; CALLISTO, M. Invertebrates Colonization on Native Tree Leaves in a Neotropical Stream (Brazil). **International Review of Hydrobiology** 92: 199-210. 2007b.

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 Editora. 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. Biological Sciences** 31: 263-271. 2009.

NORO, C. K.; **A história natural de *Parastacus defossus* Faxon, 1898 um lagostim fossorial do Brasil meridional (Crustacea, Decapoda, Parastacidae)**. 2007. 242 f. Tese (Doutorado em Biologia Animal) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

O'CONNOR, P. J.; COVICH, A. P.; SCATENA, F. N.; LOOPE, L. L. Non-indigenous bamboo along headwater streams of the Luquillo Mountains, Puerto Rico: leaf fall, aquatic leaf decay and patterns of invasion. **Journal of Tropical Ecology** 16: 499-516. 2000.

PETERSEN, R. C.; CUMMINS, K. W. Leaf processing in a woodland stream. **Freshwater Biology** 4: 343-368. 1974.

PILLAR, V. P. **Multivariate exploratory analysis and randomization testing with MULTIV**. *Coenoses*, *Gorizias* 12: 145-148. 1997.

RICHARDSON, D. M.; HOLMES, P. M.; ESLER, K. J.; GALATOWITSCH, S. M.; STROMBERG, J. C. Riparian vegetation: degradation, alien plant invasions, and restoration prospects. **Diversity & Distributions** 13: 126-139. 2007.

RINCÓN, J.; SANTELLOCO, R. Aquatic fungi associated with decomposing *Ficus* sp. leaf litter in a neotropical stream. **Journal of the North American Benthological Society** 28: 416-425. 2009.

ROSEMOND, A. D.; PRINGLE, C. M.; RAMIREZ, A. Macroconsumer effects on insect detritivores and detritus processing in a tropical stream. **Freshwater Biology** 39: 515-523. 1998.

SANTOS, S.; AYRES-PERES, L.; CARDOSO, R. C. F.; SOKOLOWICZ, C. C. Natural diet of the freshwater anomuran *Aegla longirostri* (Crustacea, Anomura, Aeglidae). **Journal of Natural History** 42: 1027-1037. 2008.

SANTOS, S.; BOND-BUCKUP, G.; PÉREZ-LOSADA, M.; BARTHOLOMEI-SANTOS, M. L.; BUCKUP, L. *Aegla manuinflata*, a new species of freshwater anomuran (Decapoda: Anomura: Aegliidae) from Brazil, determined by morphological and molecular characters. **Zootaxa** 2088: 31-40. 2009.

SCHOFIELD, K. A.; PRINGLE, C. M.; MEYER, J. D.; SUTHERLAND, A. B. The importance of crayfish in the breakdown of rhododendron leaf litter. **Freshwater Biology** 46: 1191-1204. 2001.

STOUT, J. Leaf decomposition rates in Costa Rican lowland tropical rain forest streams. **Biotropica** 12: 264-272. 1980.

USIO, N. Effects of crayfish on leaf processing and invertebrate colonisation of leaves in a headwater stream: decoupling of a trophic cascade. **Oecologia** 124: 608-614. 2000.

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** 37: 130-137. 1980.

WEBSTER, J. R.; BENFIELD, E. F. Vascular plant breakdown in freshwater ecosystems. **Annual Review of Ecology and Systematics** 17: 567-594. 1986.

WEBSTER, J. R.; MEYER, J. L. Organic matter budgets for streams: a synthesis. **Journal of the North American Benthological Society** 16: 141-161. 1997.

WALLACE, J. B.; EGGERT, S. L.; MEYER, J. L.; WEBSTER, J. R. Multiple trophic levels of a forest stream linked to terrestrial litter inputs. **Science** 277: 102-104. 1997.

WANTZEN, K. M.; WAGNER, R. Detritus processing by invertebrate shredders: a neotropical–temperate comparison. **Journal of the North American Benthological Society** 25: 216-232. 2006.

WRIGHT, M. S.; COVICH, A. P. Relative importance of bacteria and fungi in a tropical headwater stream: leaf decomposition and invertebrate feeding preference. **Microbial ecology** 49: 536-546. 2005a.

WRIGHT, M. S.; COVICH, A. P. The effect of macroinvertebrate exclusion on leaf breakdown rates in a tropical headwater stream. **Biotropica** 37: 403-408. 2005b.

YULE, C. M.; LEONG, M. Y.; LIEW, K. C.; RATNARAJAH, L.; SCHMIDT, K.; WONG, H. M.; PEARSON, R. G.; BOYERO, L. Shredders in Malaysia: abundance and richness are higher in cool upland tropical streams. **Journal of the North American Benthological Society** 28: 404-415. 2009.

7. APÊNDICE

Apêndice A – Comparação entre taxas de decomposição de folhas em riachos tropicais, considerando-se diferentes estudos.

Espécies	Local	Malha do litter	Ordem do rio	k (dia ⁻¹)	Referência
<i>Ficus insipida</i>	Rio Sabalo Costa Rica	– Sem litter	4	0,08 a 0,09	Rosemond et al. (1998)
<i>Bambusa</i> spp.	Porto Rico	1mm e sem litter		0,021	O'Connor et al. (2000)
<i>Syzygium jambos</i>	Porto Rico	1mm sem litter		0,018 0,037	O'Connor et al. (2000)
<i>Croton gossypifolius</i>	Rio Cabuyal Colômbia	– 7mm	4	0,0651	Mathuriau e Chauvet (2002)

Continua

Continuação

<i>Clidemia</i> sp.	Rio Cabuyal – Colômbia	7mm	4	0,0235	Mathuriau e Chauvet (2002)
<i>Dacryodes excelsa</i> e <i>Cecropia schreberiana</i>	Porto Rico	10mm		0,040 e 0,038	Wright e Covich (2005b)
		1mm		0,016 e 0,027	
Mix	Rio Indaiá – Brasil	5mm	3	0,0065	Gonçalves et al. (2006b)
			4	0,0157	
<i>Myrcia guyanensis</i> , <i>Ocotea</i> sp., <i>Miconia chartacea</i> , <i>Protium brasiliense</i> , <i>P.heptaphyllum</i> e mix	Rio Indaiá – Brasil	10mm	3	0,0017 a 0,0068	Moretti et al. (2007a)
<i>Myrcia guyanensis</i> , <i>Ocotea</i> sp., <i>Miconia chartacea</i> , <i>Protium brasiliense</i> , <i>P.heptaphyllum</i> e mix	Rio Garcia – Brasil	10mm	3	0,0040 a 0,0088	Moretti et al. (2007a)
<i>Eugenia uniflora</i>	Brasil	2mm	2	0,036	Hepp et al. (2008)

Continuação

Conclusão

<i>Eucalyptus globulus</i>	Brasil	2mm	2	0,042	Hepp et al. (2008)
<i>Ficus</i> sp.	Rio Carichuano – Venezuela	240µm 5mm	2	0,03819 a 0,058470, 03132 a 0,04693	Rincón e Santelloco (2009)
