



CENTRO UNIVERSITÁRIO VILA VELHA  
PRÓ-REITORIA DE EXTENSÃO E PESQUISA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA DE ECOSISTEMAS

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

INFLUÊNCIA DAS FOLHAS DE *Eucalyptus* sp. E *Coffea arabica*  
SOBRE A ASSEMBLÉIA DE INVERTEBRADOS AQUÁTICOS EM  
AMBIENTE LÊNICO E LÓTICO

WALACE PANDOLPHO KIFFER JÚNIOR

Orientador

Prof. Dr. Levy de Carvalho Gomes

VILA VELHA

2009

CENTRO UNIVERSITÁRIO VILA VELHA  
PRÓ-REITORIA DE EXTENSÃO E PESQUISA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA DE ECOSISTEMAS

INFLUÊNCIA DAS FOLHAS DE *Eucalyptus* sp. E *Coffea arabica*  
SOBRE A ASSEMBLÉIA DE INVERTEBRADOS AQUÁTICOS EM  
AMBIENTE LÊNICO E LÓTICO

Dissertação apresentada ao Centro  
Universitário Vila Velha, como pré-  
requisito do Programa de Pós-  
Graduação em Ecologia de  
Ecosistemas, para obtenção do título  
de Mestre em Ecologia.

WALACE PANDOLPHO KIFFER JÚNIOR

Orientador

Prof. Dr. Levy de Carvalho Gomes

VILA VELHA

2009

A Nicole e toda a minha família pelo  
carinho e compreensão.

"Eu também quero a volta à natureza.  
Mas essa volta não significa ir para  
traz, e sim para frente."

*Friedrich Nietzsche*

## AGRADECIMENTOS

Ao prof. Dr. Levy de Carvalho Gomes pelo apoio e discussão de tudo relacionado a esta dissertação. Ao prof. Dr. Ary Gomes pela paciência, apoio e discussão nas análises estatísticas que apesar de difíceis, geraram muitos conhecimentos. Ao amigo Cesar Khroling pelo café e apoio tanto no campo como no desenvolvimento e realização deste trabalho. Ao amigo Rodrigo Teófilo pela ajuda na identificação das espécies vegetais. Aos amigos Danilo Merighetti e Lucas Barreto pela companhia, companheirismo e ajuda no campo e aos amigos de laboratório e coração Rafael Thomazi, Felipe Augusto, Frederico Winehouse, Bruno Ferreira, Larissa Novaes, Adélio Lubiana, Frederico Eutrópio e Filipe Nuam por todas as alegrias durante esses anos. Aos colegas do curso, pelo incentivo, amizade, brigas e discussões.

À UVV pela bolsa de estudo concedida. À ARACRUZ CELULOSE pelo apoio no campo e pela disponibilidade de tempo e funcionários para a realização deste trabalho.

Ao meu pai e minha mãe, que apesar de entenderem quase nada do que se trata essa dissertação, nunca deixaram de apoiar e de me ajudar em todas as fases na minha vida. Às minhas irmãs que comemoraram junto as minhas conquistas. À Nicole que sempre me apoiou e me agüentou durante esses anos juntos.

Á todas as pessoas citadas acima e outros que eu possa ter esquecido, fica meu grande OBRIGADO !

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	1
<b>ABSTRACT</b> .....	3
<b>INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	5
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	12
<b>CAPÍTULO 1</b> Influência das folhas de <i>Eucalyptus</i> sp. e <i>Coffea arabica</i> sobre a assembléia de invertebrados aquáticos num riacho de Mata Atlântica.....	15
RESUMO.....	16
INTRODUÇÃO.....	18
MATERIAIS E MÉTODOS.....	20
RESULTADOS.....	24
DISCUSSÃO.....	34
REFERÊNCIAS.....	39
<b>CAPÍTULO 2</b> Influência das folhas de <i>Eucalyptus</i> sp. sobre a assembléia de invertebrados aquáticos em um ambiente lântico de Mata Atlântica.....	45
RESUMO.....	46
INTRODUÇÃO.....	48
MATERIAIS E MÉTODOS.....	49
RESULTADOS.....	52
DISCUSSÃO.....	61
REFERÊNCIAS.....	65
<b>CONCLUSÕES</b> .....	69

## RESUMO

O objetivo deste trabalho foi verificar a influência das folhas de *Eucalyptus* sp. e *Coffea arabica* sobre a estrutura das assembléias de invertebrados aquáticos em dois ambientes aquáticos de Mata Atlântica (um lântico e outro lótico). O trabalho em ambiente lótico foi realizado em um típico riacho da Mata Atlântica, localizado no distrito de Marechal Floriano, ES. O trabalho em ambiente lântico foi realizado em um lago artificial referente a barragem de 20 anos do córrego Santa Joana. No ambiente lótico foi realizado um experimento fatorial com 3 tratamentos e 4 tempos de amostragem, utilizando litter bags. Os tratamentos utilizados foram: (1) folhas de *Coffea arabica* L., (café) (Rubiaceae), (2) folhas de *Eucalyptus* sp. L'Hér. (Myrtaceae), e (3) um misto de três espécies encontradas na mata atlântica e comumente presentes na matas ciliares, que ficaram imersas durante 60 dias e retiradas no 15°, 30°, 45° e 60°. No ambiente lântico, foram preparados 3 litter bags sendo formados de folhas de *Eucalyptus* sp., um pack contendo folhas de 5 espécies encontradas na região da borda da lagoa: *Xylopia brasiliensis*, *Clidemia hirta*, *Miconia lateocrenata*, *Tibouchina urceolaris* e *Gochnatia polymorpha* e um pack misto de folhas de *Eucalyptus* sp. e as espécies nativas, que ficaram imersas durante 30 dias e foram retirados no 15° e 60° dia. No ambiente lótico, as folhas de *C. arabica* apresentaram uma riqueza significativamente menor e uma densidade significativamente maior do as folhas nativas. As folhas de *Eucalyptus* sp. apresentaram uma riqueza significativamente maior do que os packs com folha nativa. Todas as folhas apresentaram diferenças em relação à velocidade de decomposição sendo que as folhas de *C. arabica* apresentou maior velocidade de perda de massa foliar e as folhas nativas apresentaram menor velocidade.

No ambiente lântico, nenhum dos parâmetros comunitários apresentou diferenças significativas em relação aos tipos de folhas e também não houve diferenças em relação à velocidade de decomposição. O grupo dos fragmentadores foi pouco representativo em ambos os ambientes com frequências abaixo de 20%, com exceção as folhas de *C. arabica* que apresentou valor superior a 30%. A baixa representatividade dos fragmentadores e raspadores, com maior frequência dos coletores e predadores nos dois ambientes sugere que a comunidade utiliza o recurso foliar de forma indireta, ou como área de acúmulo de matéria orgânica particulada fina, ou como abrigo, fato que pode minimizar o efeito da introdução de folhas de espécies exóticas como o *Eucalyptus* nos ambientes aquáticos de Mata Atlântica. As folhas de *Eucalyptus* não afetaram o padrão de colonização da assembléia de invertebrados aquáticos tanto no ambiente lântico quanto no lótico, enquanto as folhas de *C. arabica* resultaram em mudanças significativas no ambiente lótico.

Palavras chave: Impacto, decomposição, tropical, macroinvertebrados, grupos tróficos funcionais



## ABSTRACT

The objective of this paper was to evaluate the influence of the leaves of *Eucalyptus* sp. and *Coffea arabica* on the assemblages structure of aquatic invertebrates in two aquatic environments (a lentic and a lotic one) of the Atlantic rain Forest. The work in the lotic environment was done in a typical stream of 1st order of the Atlantic rain Forest, located in Marechal Floriano, ES. The work in the lentic environment was done in an artificial lagoon from the 20 year old dam of the Santa Joana stream in the city of Aracruz, ES. In the lotic environment was performed a factorial experiment with 3 treatments and 4 sampling times, using litter bags. The treatments were: (1) leaves of *Coffea arabica* L. (coffee) (Rubiaceae), (2) leaves of *Eucalyptus* sp. L'Hér. (Myrtaceae), and (3) a mixture of three species found in forest and commonly present in the riparian forests, which were immersed for 60 days and removed the 15<sup>th</sup>, 30<sup>th</sup>, 45<sup>th</sup>, and 60<sup>th</sup> day. In the lentic environment it was prepared 3 litter bags containing *Eucalyptus* sp. leaves, a pack containing leaves of 5 species found on the edge of the lagoon: *Xylopia brasiliensis*, *Clidemia hirta*, *Miconia lateocrenata*, *Tibouchina urceolaris* e *Gochnatia polymorpha* and a mixed pack with *Eucalyptus* sp., and this native species, that stood immerse for 30 days and were removed on the 15<sup>th</sup> and 30<sup>th</sup> days. In the lotic environment, the leaves of *C. arabica* showed a richness significantly lower and density significantly higher than the native leaves. The *Eucalyptus* sp. leaves showed richness significantly higher than the native leaves. All leaves showed differences regarding the decomposition speed, the *C. arabica* leaves showed higher mass loss speed and the native leaves showed lower speed. In the lentic environment none of the community parameters showed significant differences

regarding the leaf types and there was any difference concerning the leaves decomposition speed. The shredder group was unrepresentative in both environments with frequencies below 20%, except on *C. arabica*, which frequency was over 30%. The low representation of shredders and scrapers, with a higher frequency of collectors and predators in two environments suggests that the community uses the resource leaf indirectly, or as an area of accumulation of fine particulate organic matter, or protection, which may minimize the effect of the introduction of sheets of exotic species such as *Eucalyptus* in aquatic environments of the Atlantic. The leaves of *Eucalyptus* did not affect the pattern of colonization of the assemblage of aquatic invertebrates in the both environment in lotic and lentic, while the leaves of *C. arabica* resulted in significant changes in the lotic environment.

Palavras chave: Impacto, decomposição, tropical, macroinvertebrados, grupos tróficos funcionais

## INTRODUÇÃO GERAL

### A MATA ATLÂNTICA E SEU ESTADO DE CONSERVAÇÃO

O domínio Mata Atlântica ocupa a maior parte costeira do Brasil que se estende desde o Rio Grande do Sul até o Rio Grande do Norte (COIMBRA-FILHO & CÂMARA, 1996), que abrangia originalmente uma área de 1,1 milhão de Km<sup>2</sup> (OYAKAWA *et al.*, 2006). A Mata Atlântica é majoritariamente composta por uma série de serras paralelas ao mar e consiste na sua maioria de muitos tipos de florestas pluviais tropicais e subtropicais. Além disso, apresenta diferentes formas de relevo, paisagens e características climáticas diversas (TONHASCA JR., 2005). Atualmente a Mata Atlântica preservada encontra-se reduzida a pequenas áreas florestais remanescentes, concentradas nas regiões Sul e Sudeste, restrita, praticamente, às Unidades de Conservação desse domínio (OYAKAWA *et al.*, 2006).

Nas últimas três décadas, a perda e a fragmentação de habitats alteraram seriamente a maior parte da Mata Atlântica, resultando na destruição de cerca de 90% da área natural, e por isso, este é provavelmente um dos domínios mais devastados e ameaçados do planeta (PINTO & BRITO, 2005). Os rios e lagos da Mata Atlântica abrigam ricos ecossistemas aquáticos, grande parte deles ameaçados pelo desmatamento das matas ciliares. Entretanto, 70% da população brasileira está concentrada em regiões de domínio da Mata Atlântica o que resulta em uma inevitável pressão sobre a biodiversidade e seus recursos hídricos (LAGOS & MULLER, 2007).

## OS AMBIENTES AQUÁTICOS DA MATA ATLÂNTICA

Na região de Mata Atlântica, ocorreu o soerguimento das várias serras que compõem este Domínio, que separou os rios das bacias costeiras (que correm para o mar), dos rios das bacias que drenam para o interior. Os rios que de pequeno porte existentes são denominados riachos ou córregos e são denominados ambientes lóticos. Em contrapartida os lagos, represas e brejos são ambientes em que as águas circulam com baixa velocidade, e assim denominados de lênticos. Os riachos são divididos em três tipos principais, de acordo com a topografia dos terrenos: riachos de montanha, riachos de planície e riachos litorâneos (OYAKAWA *et al.*, 2006).

Os riachos de Mata Atlântica são caracterizados por apresentar leitos formados predominantemente por rochas e pedras, águas límpidas, forte correnteza, temperaturas relativamente baixas e altas concentrações de oxigênio dissolvido. Os lagos são ambientes formados pela água que transborda dos córregos e riachos durante o período chuvoso e que se acumula em alguma depressão do terreno. Com o passar do período das chuvas e a diminuição do volume das águas, esses lagos podem perder contato com o corpo d'água principal ficando totalmente isolada (OYAKAWA *et al.*, 2006).

Nos riachos de Mata Atlântica existe vasta vegetação marginal que reduz consideradamente a penetração de luz. A matéria orgânica de origem alóctone é a principal fonte de energia utilizada no metabolismo do ecossistema (BENFIELD, 1997; HENRY *et al.*, 1994; GRIFFITH & PERRY, 1993; GRAÇA *et al.*, 2005). Essa matéria orgânica é formada basicamente por três frações: a particulada grossa (MOPG), composta por troncos, galhos, folhas, flores e

frutos, a particulada fina (MOPF) resultado da atividade microbiológica, dos invertebrados aquáticos e dos componentes físico-químicos do riacho, como: pH, temperatura, vazão, condutividade elétrica e outros, e a matéria orgânica dissolvida (MOD) formada por compostos químicos, lixiviação e excretas de algas e animais (ALLAN, 1995; GONÇALVES, 2005).

Dentre os tipos de matéria orgânica de origem alóctone, as de maior importância para a comunidade de invertebrados aquáticos são a MOPG e a MOPF. A MOPG é utilizada diretamente como alimento pelos fragmentadores ou como abrigo para outros grupos de invertebrados (GRAÇA *et al.*, 2002; MORETTI, 2005). A MOPF acumula-se na superfície do sedimento ficando disponível para os organismos coletores e raspadores sendo então transferida aos níveis tróficos superiores (GRAÇA *et al.*, 2002).

## O IMPACTO DA SUBSTITUIÇÃO DA MATA NATIVA POR ESPÉCIES NÃO NATIVAS

A substituição da vegetação ripária nativa por florestas plantadas de espécies exóticas como o *Eucalyptus* ou por plantios de café pode causar a perda de qualidade e quantidade da matéria alóctone e resultar na exclusão da participação de diversos grupos de organismos fragmentadores, que são um dos principais agentes da transformação da MOPG em MOPF, no processo de decomposição (CANHOTO & GRAÇA, 1995). Além disso, as alterações antrópicas nos ecossistemas aquáticos podem ser avaliadas através de modificações no processo de decomposição e nos padrões de colonização da comunidade de invertebrados aquáticos (GESSNER & CHAUVET, 2002).

O processo de decomposição desses materiais ocorre por basicamente 3 fases: 1ª - lixiviação, que é a perda rápida das moléculas solúveis, logo após a imersão das folhas. Esta fase dura algumas horas. 2ª – condicionamento, que é a modificação da matéria orgânica pela atividade de microorganismos (fungos e bactérias), que pode durar algumas semanas. 3ª - fragmentação física, resultante da abrasão física do fluxo da água, e da atividade alimentar de invertebrados (Figura 1), que pode demorar meses. Esta seqüência de fases não deve ser vista apenas como um processo sucessional ou temporal, mas também como eventos simultâneos que interagem entre si durante a decomposição da matéria orgânica (ALLAN, 1995; GESSNER *et al.*, 1999). O processo de decomposição permite estudar as alterações antrópicas nos ecossistemas aquáticos através de modificações no padrão de colonização das assembléias de invertebrados aquáticos ao longo do processo de decomposição (GESSNER & CHAUVET, 2002; GONÇALVES, 2005).

Fonte: José Francisco Gonçalves Júnior (GONÇALVES, 2005).

## Seqüência de decomposição de folhiço

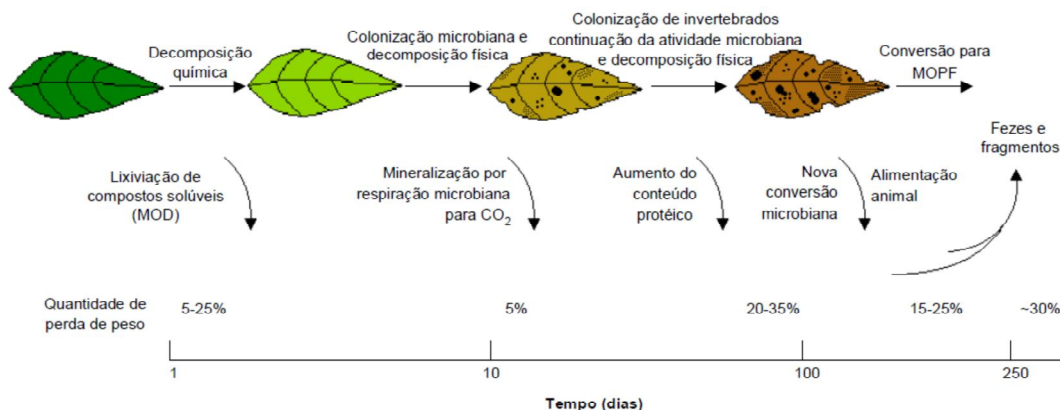


Figura 1. Modelo teórico dos processos e interações ocorridos na decomposição dos detritos vegetais (modificado de Allan, 1995).

Fonte: José Francisco Gonçalves Júnior (GONÇALVES, 2005).

Alguns efeitos do aporte de plantações de *Eucalyptus* são tratados na literatura e incluem a baixa qualidade da matéria alóctone gerada dessas florestas plantadas em relação às vegetações naturais (SABARÁ, 1994), as diferenças nos períodos de queda foliar, que apresentam diferenças principalmente em regiões temperadas (GRAÇA *et al.*, 2002; ABELHO & GRAÇA, 1996; GONÇALVES *et al.*, 2006a) e as propriedades físico-químicas das folhas como possíveis agentes para as mudanças dos padrões de colonização da comunidade de invertebrados bentônicos (GRAÇA *et al.*, 2002; ABELHO & GRAÇA, 1996; POZO, 1993; GONÇALVES *et al.*, 2006b)

Tanto a qualidade quanto a quantidade da matéria alóctone gerada pela vegetação marginal são de grande importância para a comunidade de invertebrados aquáticos e apresentam reflexos diretos na sua estrutura (ABELHO & GRAÇA, 1996). Este fornecimento de matéria alóctone pode ser considerado um poderoso agente na dinâmica da comunidade, e as plantações de outros grupos vegetais podem representar segundo Sabará (1994) a perda de 2,5 vezes a quantidade de matéria gerada pela floresta secundária e causando diferenças na estrutura natural da comunidade e na sua diversidade.

Os compostos químicos e alguns nutrientes presentes nas folhas variam nas diferentes espécies vegetais. Esses compostos provavelmente envolvidos na proteção das plantas contra bactérias, fungos e herbivoria podem permanecer

ativos após a queda foliar e são lixiviados e eliminados das folhas no decorrer do processo de decomposição (GESSNER *et al.*, 1999). A quantidade de compostos secundários presentes nas folhas dos *Eucalyptus*, pode retardar o crescimento da comunidade de microorganismos e tornar as folhas pouco palatáveis para alguns fragmentadores, principal grupo de invertebrado envolvido no processo de decomposição. Assim o padrão de colonização da comunidade de invertebrados bentônicos tende a ser diferente das espécies nativas (GRAÇA *et al.*, 2002).

## **PERGUNTAS**

Esta dissertação foi baseada nas seguintes perguntas

- 1- As folhas de *Eucalyptus* sp. e as folhas de *Coffea arabica* afetam o padrão de colonização dos invertebrados aquáticos?
- 2- Os coeficientes de decomposição dos detritos foliares das espécies estudadas são diferentes?
5. A composição e a estrutura das assembléias de invertebrados associados aos detritos variam de acordo com o tipo de detrito e o tempo de incubação?



4- A presença das folhas de *Eucalyptus* sp. e as folhas de *Coffea arabica* resultam na exclusão da participação de algum grupo de invertebrado?

### **HIPÓTESE DE ESTUDO**

Tanto as folhas de *Eucalyptus* sp. quanto as folhas de *Coffea arabica* alteram o processo de colonização dos invertebrados aquáticos e implicam na exclusão da participação de organismos fragmentadores e conseqüentemente alteram o funcionamento do processo de decomposição dos detritos foliares.

### **OBJETIVO GERAL**

Avaliar a influência das folhas de *Eucalyptus* sp. e as folhas de *Coffea arabica* sobre a assembléia de invertebrados aquáticos durante o processo de decomposição dos detritos foliares.

## REFERÊNCIAS

- ABELHO, M. & GRAÇA, M.A.S. 1996. Effects of eucalyptus afforestation on leaf litter dynamics and macroinvertebrate community structure of streams in Central Portugal. *Hydrobiologia* 324: 195-204.
- ALLAN, D.J. 1995. Stream Ecology: Structure and function of Running Waters. Chapman & Hall, Londres, 388 pp.
- BENFIELD, E.F. 1997. Comparison of litterfall input streams. Stream Organic Matter Budgets. *Journal of the North American Benthological Society* 16: 104-108.
- CANHOTO, C. & GRAÇA, M.A.S. 1995. Food value of introduced eucalypt leaves for a Mediterranean stream detritivore: *Tipula lateralis*. *Freshwater Biology* 34: 209–214.
- COIMBRA-FILHO, A.F. & CÂMARA, I.G. 1996. Os limites originais do Bioma Mata Atlântica na região Nordeste do Brasil. Fundação Brasileira para a conservação da natureza, 86p.
- GRIFFITH, M.B. & PERRY, S.A. 1993. Colonization and processing of leaf litter by macroinvertebrate shredders in streams of contrasting pH. *Freshwater Biology* 30: 93-103.
- GESSNER, M.O. & CHAUVET, E. 2002. A case for using litter breakdown to assess functional stream integrity. *Ecological Application* 12: 498-510.

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

GONÇALVES, J.F.Jr. 2005. Decomposição de detritos foliares em riachos: composição química, invertebrados e microrganismos. Tese de Doutorado, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte (MG), Brasil.

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

GONÇALVES, J.F.Jr.; FRANÇA, J.S.; MEDEIROS, A.O.; ROSA, C.A. & CALLISTO, M. 2006b. Leaf breakdown in a tropical stream. ***International Review of Hydrobiology*** 91: 164–177.

GRAÇA, M.A.S.; BÄRLOCHER, F. & GESSNER, M.O. 2005. Methods to Study Litter Decomposition: A Practical Guide, Springer, 957pp.

GRAÇA, M.A.S.; POZO, J.; CANHOTO, C. & ELOSEGI, A. 2002. Effects of Eucalyptus plantations on detritus, decomposers, and detritivores in streams. ***The Scientific World Journal***, 2:1173–1185.

HENRY, R.; UIEDA, V.S.; AFONSO, A.A. de O. & KIKUCHI, R.M. 1994. Input of allochthonous matter and structure of fauna in a Brazilian headstrem. ***Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie*** 25: 1866-1870.

LAGOS, A.R. & MULLER, B.L.A. 2007. Hotspot brasileiro: Mata Atlântica. **Saúde & Ambiente em revista**, Duque de Caxias 2 (2): 35-45.

MORETTI, M.S. 2005. Decomposição de detritos foliares e sua colonização por invertebrados aquáticos em dois córregos na Cadeia do Espinhaço (MG). Dissertação de Mestrado, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte (MG), Brasil.

OYAKAWA, O.T.; AKAMA, A.; MAUTARI, K.C. & NOLASCO, J.C. 2006. Peixes de riachos de Mata Atlântica nas unidades de conservação do vale do Rio Ribeira de Iguapé no Estado de São Paulo, São Paulo: Neotrópica.

PINTO, L.P. & BRITO, C.W. 2005. Dinâmica da perda de biodiversidade na Mata Atlântica brasileira: uma introdução. Belo Horizonte: SOS Mata Atlântica / Conservação Internacional do Brasil.

POZO, J. 1993. Leaf litter processing of alder and eucalyptus in the Agüera Stream system (North Spain) I. Chemical changes. **Archives für Hydrobiologie** 127: 299-317.

SABARÁ, M.G. 1994. Avaliação dos impactos do plantio de Eucalyptus spp., sobre dois lagos naturais no médio Rio Doce, MG: propostas de mitigação e manejo. Dissertação de Mestrado, UFMG, PPG-ECMVS, MG, 156p.

TONHASCA JR., A. 2005. Ecologia e história natural da Mata Atlântica. Ed. Interciência, Rio de Janeiro.

## CAPÍTULO 1

### Influência das folhas de *Eucalyptus* sp. e *Coffea arabica* sobre a assembléia de invertebrados aquáticos num riacho de Mata Atlântica

W. P. KIFFER; A. G. SILVA; L. C. GOMES



litter bags alocados no riacho da Gruta.

## RESUMO

Foi estudada a influencia das folhas de *Eucalyptus* sp. e *Coffea arabica* sobre a assembléia de invertebrados aquáticos no riacho da Gruta, típico riacho de 1ª ordem de Mata Atlântica. Folhas de *Eucalyptus* sp., *C. arabica*, *Inga* sp., *Euterpe edulis* e *Tibouchina granulosa* foram colocadas em litter bags de 10 mm de malha e imersos durante 60 dias, sendo retiradas do 15º, 30º, 45º e 60º dia de imersão. Os valores de riqueza e densidade foram significativamente diferentes entre as folhas e os períodos de incubação. As folhas de *C. arabica* demonstraram maiores divergências em relação às folhas da mata com valores significativamente menores de riqueza (25 táxons no *C. arabica* e 27 táxons na Mata) e maiores de densidade ( $45,2 \pm 12,7$  ind.  $g^{-1}$  peso seco de folha no *C. arabica* e  $8,63 \pm 5,47$  ind.  $g^{-1}$  peso seco de folha no *Eucalyptus*). As folhas de *Eucalyptus* sp. variou em relação às folhas da mata apenas nos valores de riqueza onde houve aumento significativo (31 táxons). Todas as folhas apresentaram velocidades de perda de massa foliar significativamente diferente com *C. arabica* apresentando maior velocidade de decomposição ( $k= 0,10059$  dia<sup>-1</sup>) e as folhas da mata, menor velocidade ( $k= 0,01836$  dia<sup>-1</sup>). O grupo dos coletores foram os mais representativos (27-43%), indicando o consumo indireto do recurso. O grupo dos fragmentadores foi pouco representativo (<18%) o que pode ter minimizado o efeito da introdução de folhas exóticas no riacho da Gruta e promovendo pouca interferência das folhas de *Eucalyptus* sp.

Palavras chave: Impacto, decomposição, tropical, macroinvertebrados, grupos tróficos funcionais

## ABSTRACT

It was studied the influence of *Eucalyptus* sp. and *Coffea arabica* leaves on the aquatic invertebrates assemblages in the Gruta stream, common stream of 1st order of Atlantic rain forest. Leafs of *Eucalyptus*, *C. arabica*, *Inga* sp., *Euterpe edulis* and *Tibouchina granulosa* were allocated in litter bags of 10 mm of mash and immerse for 60 days, being withdrawn on 15<sup>th</sup>, 30<sup>th</sup>, 45<sup>th</sup> and 60<sup>th</sup> day of incubation. The richness and density values were significantly different between leaves and timing of incubation. Leaves of *C. arabica* showed bigger differences regarding the forest leaves with significant lower richness values (25 taxons on *C. arabica* and 27 taxons on forest leaves) and higher in density ( $45,2 \pm 12,7$  ind. g<sup>-1</sup> leaf dry mass on *C. arabica* and  $8,63 \pm 5,47$  ind. g<sup>-1</sup> leaf dry mass on *Eucalyptus*). The *Eucalyptus* sp. leaves differ to the forest leaves only regarding the richness values where there was a significant increase (31 taxons). All leaves showed significant differences on the speed of leaf mass loss, with *C. arabica* showing higher decomposing speed ( $k= 0,10059 \text{ dia}^{-1}$ ) and the forest leaves showed lower speed ( $k= 0,01836 \text{ dia}^{-1}$ ). The Collectors group was the most significant (27-43%), indicating an indirect absorption of the resource. Shredders were less significant (<18%) which might have minimized the effects on the introduction of exotic leaves in the Gruta's stream and providing little interference of *Eucalyptus* sp. leaves.

Key words: Impact, decomposition, tropical, macroinvertebrates, functional feeding group

## INTRODUÇÃO

A maior fonte de energia e carbono encontrada nos riachos cercados por vegetação ripária é proveniente da matéria alóctone gerada pela própria vegetação que recobre as margens (VANNOTE *et al.*, 1980; ABELHO, 2001, GRAÇA *et al.*, 2005). Entre as matérias de origem alóctone, as de maior importância para a comunidade de invertebrados bentônicos são as folhas (BAÑUELOS *et al.*, 2004; GONÇALVES *et al.*, 2006), que se acumulam em determinadas faixas dos riachos e formam bancos de fragmentos foliares (KOBAYASHI & KAGAYA, 2004). Estes fragmentos são utilizados como fonte de alimento e ou abrigo por determinados grupos de invertebrados aquáticos (RICHARDSON, 1991; DOBSON & HILDREW, 1992; ABELHO & GRAÇA, 1996). Tanto a qualidade quanto a quantidade dessa matéria alóctone gerada é de suma importância para a manutenção das relações ecológicas que envolvem toda essa comunidade (GRAÇA *et al.*, 2002).

Com o passar dos anos a vegetação da mata atlântica tem sofrido intervenções antrópicas e atualmente, estima-se que apenas de 2 a 5% das terras originalmente localizadas na Mata Atlântica permanecem inalteradas (TONHASCA JR., 2005). No Espírito Santo parte das áreas de vegetação nativa foi gradativamente substituída por monoculturas de *Eucalyptus*, utilizado principalmente como combustível para geração de energia e na indústria para produção de Celulose (DEAN, 1996). Outras formas de perda da área vegetal original no estado são pelos plantios de café, uma vez que o Espírito Santo é o segundo maior produtor brasileiro deste produto, com uma produção estimada em 10.055 mil sacas beneficiadas e uma área plantada de 519.798 ha



(CONAB, 2009). Alguns trabalhos têm investigado os efeitos das plantações de *Eucalyptus* sobre a estrutura das comunidades naturais (POZO, 1993; CANHOTO & GRAÇA, 1995; POZO *et al.*, 1997), mas até o momento nenhum trabalho relaciona outros tipos de monoculturas de larga escala como o café.

A substituição da mata natural seja por monoculturas ou áreas de pastagem alteram os ambientes aquáticos associados. As principais alterações são causadas pelo uso de fertilizantes e produtos agroquímicos utilizados no manejo das plantações (GUERRA, 1997), e pela diminuição do fornecimento quali-quantitativo da matéria alóctone produzida por essas plantações quando comparadas com a matéria produzida pela mata natural (SABARÁ, 1994). Todas essas atividades contribuem no processo de perda de diversidade que pode ser observado quando analisada a assembléia de invertebrados bentônicos.

A estrutura trófica da comunidade e sua composição refletem a qualidade e a viabilidade da matéria gerada pelas vegetações marginais, que podem também alterar a abundância e a riqueza dos organismos presentes, além de afetar toda a teia alimentar dos organismos aquáticos (VANNOTE *et al.*, 1980; CUMMINS *et al.*, 1989; WALLACE *et al.*, 1997; WALLACE *et al.*, 1999). Todas essas ferramentas proporcionam um método de avaliação da influência da entrada de folhas de espécies não nativas nos ambientes aquáticos para a comunidade de invertebrados bentônicos. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência das folhas de *Eucalyptus* sp. e *C. arabica*, espécies não nativas, sobre a assembléia de invertebrados bentônicos em um ambiente lótico de Mata Atlântica no riacho da Gruta em Marechal Floriano, ES.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### ÁREA DE AMOSTRAGEM

O estudo foi realizado em um trecho do riacho da Gruta (24K 310,122m E; 7737,503m S), drenagem no rio Santa Maria, efluente da margem direita do rio Jucú. O riacho da Gruta está situado no distrito de Santa Maria de Marechal, Município de Marechal Floriano, Espírito Santo. O experimento foi realizado nos meses de agosto e setembro de 2008, período de estiagem e de maior estabilidade dos fatores ambientais.

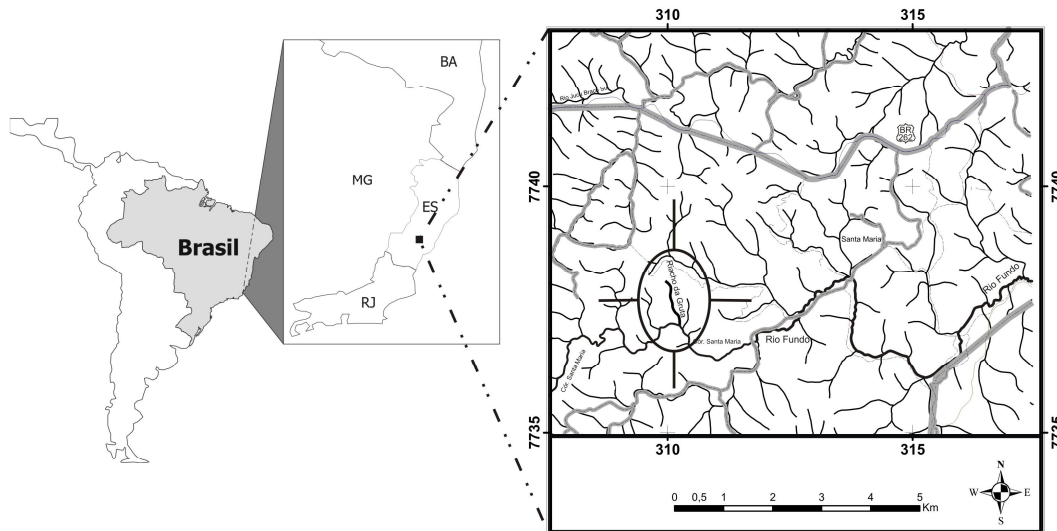


Figura 1. Mapa da área de estudo, destacando o Riacho da Gruta, no Município de Marechal Floriano, ES.

O riacho da Gruta é um típico riacho de 1ª ordem de Mata Atlântica, apresentando largura e profundidades sempre inferiores a um metro. O substrato é predominantemente arenoso com muito material orgânico de origem alóctone como folhas, galhos e outros. Suas águas são claras e cristalinas, apresenta boa oxigenação e baixos valores de compostos

nitrogenados e fosforados (Tabela 1). O trecho escolhido para a realização do experimento é completamente recoberto por densa vegetação nativa, com pouca interferência antrópica.

Tabela 1. Média e desvio padrão dos parâmetros físico-químicos da água no trecho estudado do riacho da Gruta. Os resultados são referentes a 4 amostras durante os tempos amostrais de 15, 30, 45 e 60 dias.

<b>Parâmetros</b>	<b>Riacho da Gruta</b>
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	7,07±0,2
Temperatura (°C)	19,33±2,7
pH	6,99±0,2
Condutividade elétrica (µs/cm)	29,06±0,6
Nitrato (µg/L)	0,01±0,0
Nitrito (µg/L)	0,01±0,0
Fósforo (µg/L)	0,01±0,0
DBO (mg/L)	0,01±0,0

## COLETA E ANÁLISE DOS DADOS

Para a execução do trabalho foi realizado um experimento fatorial com 3 tratamentos e 4 tempos de amostragem. Os tratamentos utilizados foram: (1) folhas de *Coffea arabica* L., (café) (Rubiaceae), (2) folhas de *Eucalyptus* sp. L'Hér. (Myrtaceae), e (3) um misto de três espécies encontradas na mata atlântica e comumente presentes nas matas ciliares (LORENZI, 1998; BORÉM; OLIVEIRA-FILHO, 2002), *Tibouchina granulosa* (Desr.) Cogn. (quaresmeira) (Melastomataceae), *Inga* sp. Mill. (ingazeira) (Fabaceae) e folíolos de *Euterpe edulis* Mart. (palmito-Juçara) (Arecaceae). Os tempos de amostragem foram 15, 30, 45 e 60 dias, Foram testadas três repetições de cada combinação de tratamento com o tempo. Folhas senescentes das espécies estudadas foram

manualmente coletadas, colocadas em sacos plásticos e levadas ao laboratório onde foram secas em temperatura ambiente durante um dia.

As folhas de *C. arabica* e *Eucalyptus* foram colocadas separadamente em “litter bags” de 20x20 cm com abertura de malha de 10 mm. As folhas das espécies da mata atlântica foram dispostas no mesmo litter bag formando um pack misto de espécies da mata. Foram colocados  $4 \pm 0,1$ g de folhas nos litter bags e no pack misto a proporção das folhas foi definida como  $2 \pm 0,05$ g de folha de *Inga* sp.,  $1 \pm 0,03$ g de folha de *T. granulosa*. e  $1 \pm 0,03$ g de folíolo de *E. edulis* para melhor padronização dos mesmos. Trinta e seis litter bags foram colocados próximos a margem do riacho e amarrados na vegetação marginal em local de remanso sobre semelhantes condições de vazão e fluxo de água (MORETTI *et al.*, 2007).

Após 15, 30, 45 e 60 dias três repetições de cada tratamento foram coletados com auxílio de uma peneira de malha de 140 $\mu$ m, colocados em sacos plásticos individuais e levados ao laboratório. Nos dias de amostragem foram coletados amostras de água para análises físico-químicas. As folhas foram cuidadosamente lavadas em malha de 140 $\mu$ m e os organismos triados. Após a triagem os organismos foram condicionados em álcool 70% para futura identificação. Após lavagem as folhas foram secas em estufa a 70°C durante 48 horas para determinar o peso final. Os organismos após identificação foram contados e agrupados por táxons. Os representantes da família Chironomidae foram identificados em nível de gênero e os demais taxons em nível de família utilizando chaves de identificação (PÉREZ, 1988; TRIVINHO-STRIXINO & STRIXINO, 1995; MERRIT & CUMMINS, 1996). Todos os organismos foram classificados de acordo com os seguintes grupos tróficos funcionais: coletores,

predadores, fragmentadores e raspadores (MERRIT & CUMMINS, 1996). Os táxons que podem pertencer a mais de um grupo trófico, foram uniformemente divididos entre as possíveis categorias (MORETTI *et al.*, 2007).

## ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Foi calculada a abundância relativa de cada táxon. A densidade total (ind.g<sup>-1</sup> de folha), densidade de cada grupo trófico funcional e riqueza de espécies foram comparadas pela análise de variância de dois fatores (ANOVA two-way) seguida do teste de Tukey ( $P < 0,05$ ), tendo o tipo de folha e os dias de imersão como fatores. Todos os dados foram Log transformados para normalização. Foi realizada com auxílio do programa estatístico Fitopac 1.6 a análise de espécies indicadoras TWINSpan utilizando os táxons amostrados nos tipos de folhas e nos tempos de imersão. As taxas de perda de massa foliar durante a imersão das folhas foram comparadas pela Análise de Covariância (ANCOVA) seguida pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ), considerando os ângulos das curvas exponenciais dos valores das massas foliares remanescentes (ZAR, 1999). As análises foram realizadas com auxílio do programa estatístico Statistica 7.

## RESULTADOS

### FAUNA ASSOCIADA

As folhas de *C. arabica* apresentaram os maiores valores de riqueza no 15º dia de incubação ( $11 \pm 2$  táxons) e ao longo do experimento esses valores foram gradativamente diminuindo até atingir o menor valor ao final do experimento (60º dia apresentou  $6 \pm 1,73$  táxons). O inverso aconteceu com o pack de folhas da mata que apresentaram os menores valores de riqueza no início do experimento ( $5,67 \pm 1,15$  táxons no 15º dia) e os maiores valores no final do experimento ( $11 \pm 1,73$  táxons no 60º dia). *Eucalyptus* sp. sofreu algumas variações nos valores de riqueza ao longo dos períodos de imersão, apresentando valor menor no 15º dia e maior no 30º ( $7,67 \pm 1,15$  e  $11,33 \pm 0,57$  respectivamente) (Fig. 2). Todas as folhas e os tempos de imersão apresentaram diferenças significativas (ANOVA tempo,  $F=2,936$ ,  $P=0,050$ ; ANOVA folhas,  $F=9,913$ ,  $P<0,001$ ).

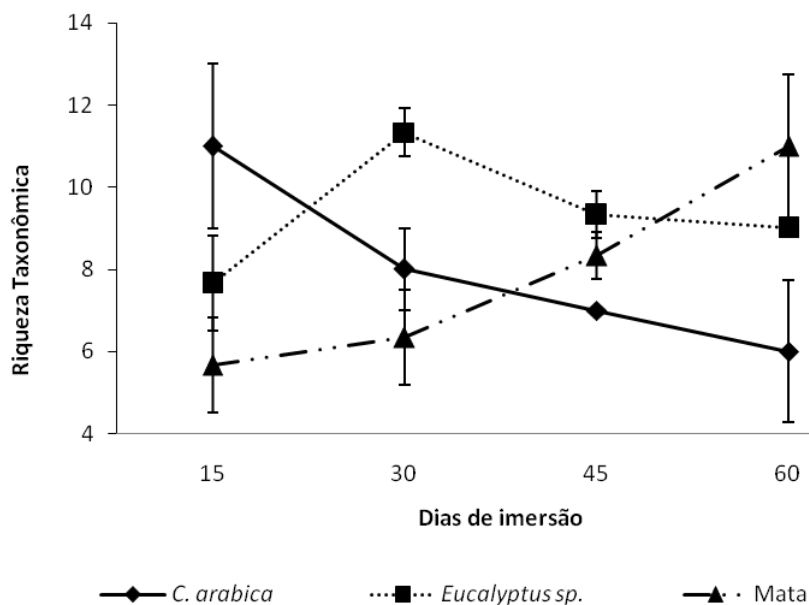


Figura 2. Média e desvio padrão de três amostras dos valores de riqueza taxonômica por litter bag dos invertebrados associados às folhas durante o tempo de imersão no riacho da Gruta, Marechal Floriano, ES.

*C. arabica* apresentou maior número total de organismos (327 ind.) sendo que no 15º dia foram encontrados os maiores valores ( $38 \pm 7$  ind.). As folhas de *Eucalyptus* sp. sofreram variações constantes durante o tempo de incubação e não houve um padrão definido no número de indivíduos. Nas folhas da mata foram encontrados 287 indivíduos que expressaram maior valor no 45º dia ( $43 \pm 6,24$  ind.) e menor valor no 15º, estes foram o maior e o menor valor dentre as folhas testadas (Fig. 3). Não houve diferença significativa entre as folhas nem entre os tempos de incubação (ANOVA folhas,  $F=0,587$ ,  $P=0,564$ , ANOVA tempo,  $F=2,907$ ,  $P=0,055$ ).

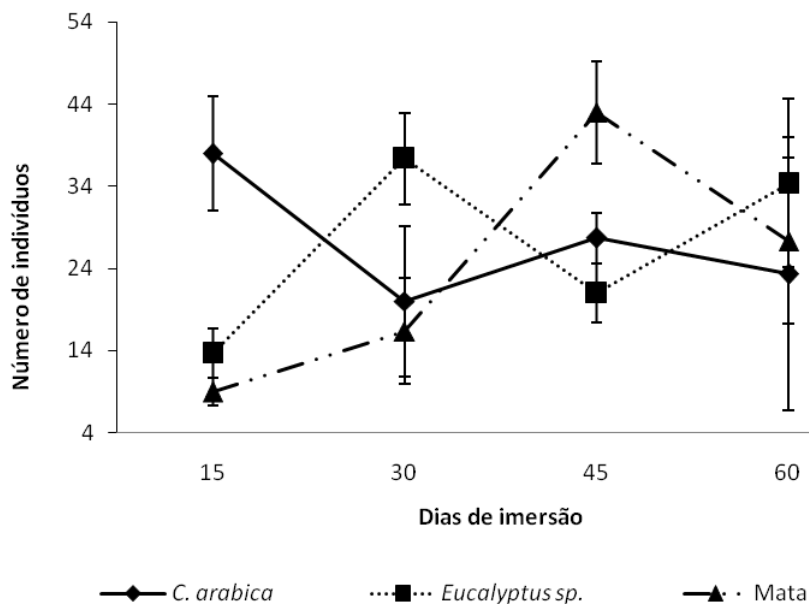


Figura 3. Média e desvio padrão de três amostras dos valores de abundância por litter bag dos invertebrados associados as folhas durante os período de imersão no riacho da Gruta, Marechal Floriano, ES.

A família Chironomidae apresentou frequência relativa variando entre 55,8% e 65,4%. A composição da fauna de invertebrados aquáticos apresentou resultado semelhante entre os três tratamentos foliares e alguns taxons como: *Phaenopsectra*, *Polypedilum*, *Labrundinia*, *Rheotanytarsus*, Leptoceridae e Baetidae foram responsáveis por mais de 50% das frequências encontradas em todos os tratamentos (Tabela 2). Ao todo 19 taxons foram comuns aos tratamentos, 4 foram exclusivamente encontrados nas folhas da mata (Belostomatidae, Hydrophilidae, Tricorythidae e *Stempellina*, com todos os representantes com frequências abaixo de 0,7%), 5 exclusivos do *Eucalyptus* sp. (Gerridae, Libellulidae, Tipulidae, *Larsia* e *Nilotanypus* com frequências abaixo de 1,26%) e apenas um táxon foi exclusivo das folhas de *C. arabica* (*Asheum* com 2,75%).

Tabela 2. Abundância relativa dos invertebrados associados aos tipos de folhas utilizados no riacho da Gruta. GTF = grupo trófico funcional, Co = Coletores, Pr = Predadores, Scr = Raspadores e Shr = Fragmentadores.

Táxon	GTF	<i>C. arabica</i>	Mata	<i>Eucalyptus</i> sp.
COLLEMBOLA	Co	-	2,09	0,32
HEMIPTERA				
Gerridae	Pr	-	-	0,32
Belostomatidae	Pr	-	0,35	-
COLEOPTERA				
Elmidae	Co/Scr	0,92	0,35	0,63
Hydrophilidae	Co/Pr	-	0,70	-
TRICHOPTERA				
Helicopsychidae	Scr	4,59	1,05	2,52
Calamoceratidae	Shr	5,81	3,14	1,58
Leptoceridae	Co/Shr/Pr	6,42	4,18	6,62
Hydropsychidae	Co/Pr	2,45	5,57	0,95
ODONATA				
Coenagrionidae	Pr	0,31	0,70	0,32
Megapodagrionidae	Pr	0,92	4,88	1,89
Calopterygidae	Pr	1,53	6,97	6,94
Libellulidae	Pr	-	-	1,26
PLECOPTERA				
Perlidae	Pr	4,59	2,44	5,36



EPHEMEROPTERA				
Baetidae	Co/Scr	5,81	10,80	11,36
Tricorythidae	Co	-	0,35	-
DIPTERA				
Simuliidae	Co	0,92	-	2,84
Tipulidae	Co/Shr	-	-	0,63
Culicidae	Co	0,31	-	0,63
Chironomidae				
Tanypodinae				
<i>Labrundinia</i>	Pr	7,65	13,59	14,83
<i>Larsia</i>	Pr	-	-	0,95
<i>Nilotanypus</i>	Pr	-	-	0,95
<i>Zavrelimyia</i>	Pr	3,67	4,53	3,47
Orthoclaadiinae				
<i>Corynoneura</i>	Co	0,61	-	2,84
<i>Parametricnemus</i>	Co	2,75	0,70	0,95
Chironominae				
<i>Asheum</i>	Co/Shr/Pr	2,75	-	-
<i>Chironomus</i>	Co/Shr	-	1,74	1,89
<i>Cryptochironomus</i>	Pr	0,61	0,70	-
<i>Harnischia</i>	Co	-	1,05	0,63
<i>Nimbocera</i>	Co	5,50	3,83	5,99
<i>Phaenopsectra</i>	Co/Scr	14,37	6,27	8,52
<i>Polypedilum</i>	Co/Shr/Pr	12,54	14,63	2,21
<i>Rheotanytarsus</i>	Co	4,59	5,92	10,09
<i>Stempellina</i>	Co	-	0,35	-
<i>Stenochironomus</i>	Co/Shr	8,56	-	0,63
<i>Tanytarsini</i>	Co	0,61	1,39	1,26
<i>Tanytarsus</i>	Co	1,22	1,74	0,63
Numero total de táxons		25	27	31
Numero total de organismos		327	287	319

*C. arabica* apresentou os maiores valores de densidade durante todo o experimento com  $45,2 \pm 12,7$  ind.  $g^{-1}$  peso seco de folha. As folhas de *Eucalyptus* sp. e as folhas da mata apresentaram valores relativamente baixos durante todo o experimento, sendo que as folhas da mata foram as que apresentaram menores valores de densidade total com  $8,63 \pm 5,47$  ind.  $g^{-1}$  peso seco de folha e as de *Eucalyptus*  $12,58 \pm 5,9$  ind.  $g^{-1}$  peso seco de folha

(Fig. 4). Os valores de densidade total foram significativamente diferentes entre os períodos de incubação e somente as folhas de *C. arabica* apresentou diferenças significativas entre os tipos de folhas (período de incubação: ANOVA,  $F=11,751$ ,  $P<0,001$ ; tipo de folha: ANOVA,  $F=77,007$ ,  $P<0,001$ ).

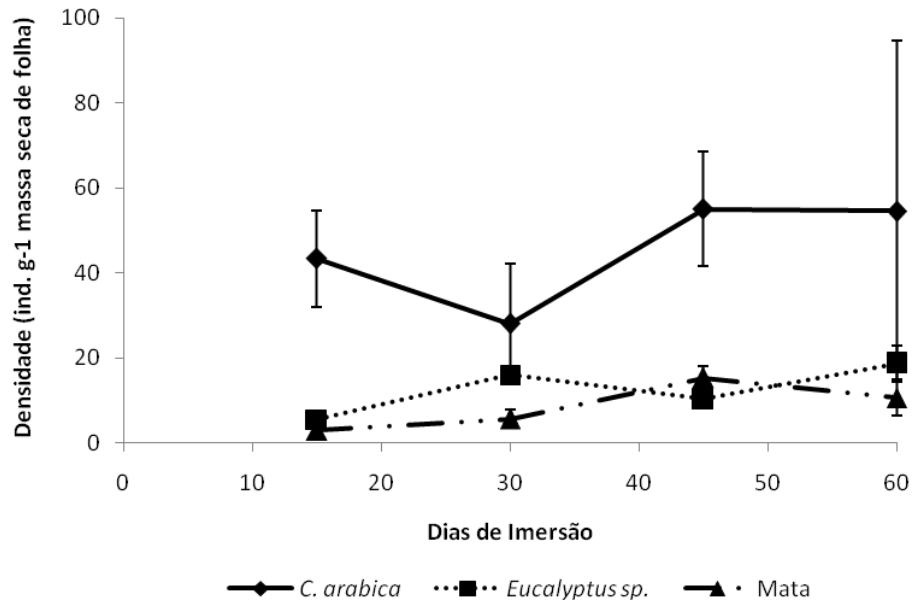


Figura 4. Média e desvio padrão de três amostras dos valores de densidade (ind. g<sup>-1</sup> de massa seca de folhas) dos invertebrados associados às folhas durante o período de imersão no riacho da Gruta, Marechal Floriano, ES.

A composição dos grupos tróficos funcionais variou entre as folhas. Os organismos coletores foram dominantes nas folhas de *C. arabica* e *Eucalyptus* (39,83 na *C. arabica* e 41,48% no *Eucalyptus*). Nas folhas da mata os predadores foram dominantes (43,63%). Tanto os fragmentadores quanto os raspadores apresentaram valores considerados baixos nas folhas da mata e no *Eucalyptus* (Ambos com frequência abaixo dos 17%). Nas folhas de *C. arabica*, os fragmentadores apresentaram frequência elevada principalmente no 15° e 30° dia de imersão (representando 18 e 33% respectivamente) enquanto os

raspadores foram mais freqüentes no 60º dia quando representaram 34,3% (Fig. 5).

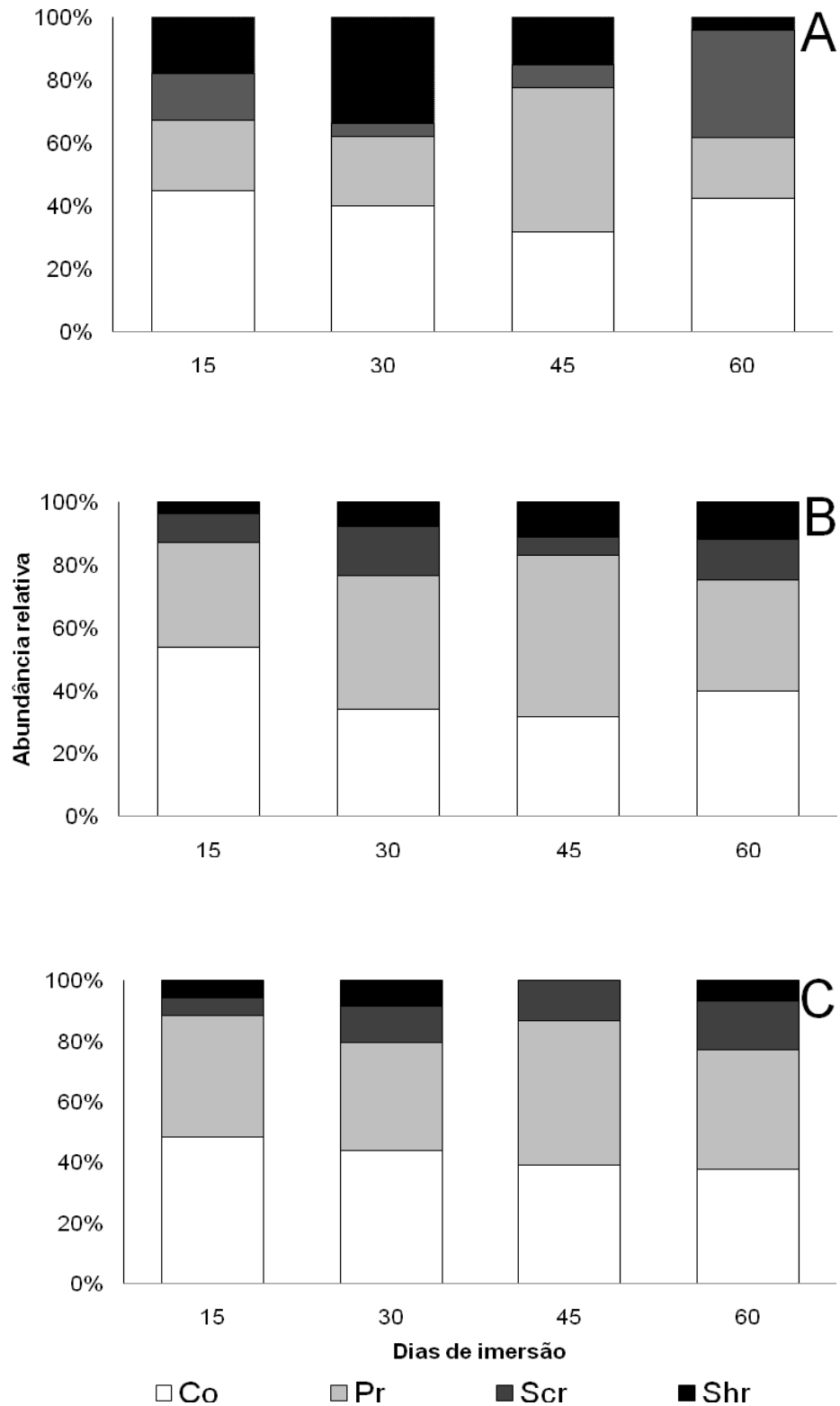


Figura 5. Composição dos grupos tróficos funcionais (%) dos invertebrados associados as folhas em decomposição no riacho da Gruta. A=*C. arabica*, B=Mata, C=*Eucalyptus* sp. Co=coletores, Pr=predadores, Scr=raspadores, Shr=fragmentadores.

Os Coletores apresentaram maiores densidades nas folhas de *C. arabica* ( $17,6 \pm 4,9$  ind. g<sup>-1</sup> de folha seca) e da Mata ( $5,1 \pm 1,2$  ind. g<sup>-1</sup> de folha seca). Nas folhas de *Eucalyptus*, os predadores foram o grupo de maior densidade ( $5,1 \pm 1,2$  ind. g<sup>-1</sup> de folha seca). Os fragmentadores e os raspadores apresentaram densidades consideradas altas apenas nas folhas de *C. arabica* ( $7,5 \pm 5,2$  e  $7 \pm 2,1$  ind. g<sup>-1</sup> de folha seca) (Tabela 3). Todos os grupos funcionais foram significativamente diferentes entre os tipos de folha quando considerados os valores de densidade e somente os coletores não foram diferentes em relação ao tempo de imersão.

Tabela 3. Média e erro padrão dos valores de densidade dos grupos tróficos funcionais dos invertebrados associados as folhas em decomposição no riacho da Gruta. *F* e *P* valores da ANOVA two-way utilizando as folhas e o tempo de imersão como fatores. \* indica diferença significativa pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

GTF	Densidade (ind. g <sup>-1</sup> de folha seca)			Valores de <i>F</i>		
	<i>Coffea arabica</i>	<i>Eucalyptus</i> sp.	Mata	Folha	Tempo	Interação
Coletores	17,6±4,9	3,1±0,9	5,1±1,2	43,40*	2,84	2,33
Raspadores	7,5±5,2	0,8±0,4	1,6±0,8	10,34*	3,25*	2,00
Predadores	12,8±4,2	3,7±1,4	4,9±1,3	30,52*	12,49*	4,27*
Fragmentadores	7±2,1	0,8±0,3	0,7±0,3	94,82*	2,08*	9,08*

A análise de TWINSpan de espécies indicadoras separou os dados em três grupos: o grupo do período referente ao 15º dia; o grupo formado pelos 30º e 45º dias; e o grupo formado pelo 60º dia. Não houve separação dos grupos considerando os tipos de folhas (Fig. 6). Os principais organismos responsáveis pelo agrupamento foram a família Coenagrionidae e o gênero

*Asheum* para o grupo do 15° dia, a família Leptoceridae para o grupo dos 30° e 45° dias e os gêneros *Parametriocnemus* e *Phaenopsectra* e a ordem Collembola para o grupo do 60° dia.

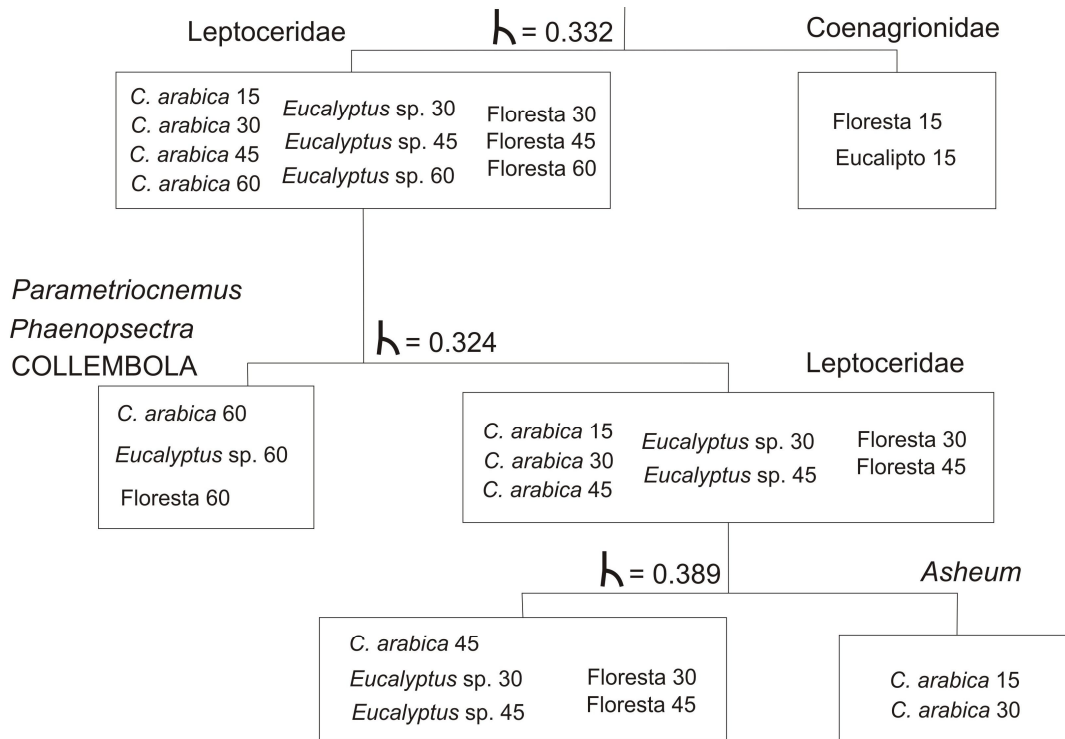


Figura 6. Grupos formados pela análise de espécies indicadoras indicando quais táxons foram responsáveis pela formação dos grupos. h = Haigenvalues.

## TAXAS DE DECOMPOSIÇÃO FOLIAR

As folhas de *C. arabica* foram as que apresentaram a maior velocidade de decomposição ( $k = 0,10059 \text{ dia}^{-1}$ ) com perda de  $3,11 \pm 0,10\text{g}$  (77,7%) da massa foliar inicial no 15° dia de imersão e  $3,57 \pm 0,02\text{g}$  (89,2%) no 60° dia. *Eucalyptus* sp. apresentou velocidade intermediária de decomposição ( $k = 0,03153 \text{ dia}^{-1}$ )

expressando perda de  $1,49 \pm 0,3g$  (37,2%) da massa foliar do 15º dia e  $2,18 \pm 0,16g$  (54,5%) no 60º. As folhas da mata apresentaram menor velocidade de decomposição ( $k = 0,01836 \text{ dia}^{-1}$ ), sendo que no 15º dia as folhas perderam  $0,96 \pm 0,05g$  (24%) de sua massa inicial e no 60º dia perderam  $1,41 \pm 0,09g$  (35,1%) (Fig. 7). Todas as folhas e os tempos de imersão apresentaram diferenças significativas nas taxas de decomposição (ANCOVA folhas,  $F=103,93$  e  $P<0,001$  e ANCOVA tempo,  $F=57,95$  e  $P<0,001$ ).

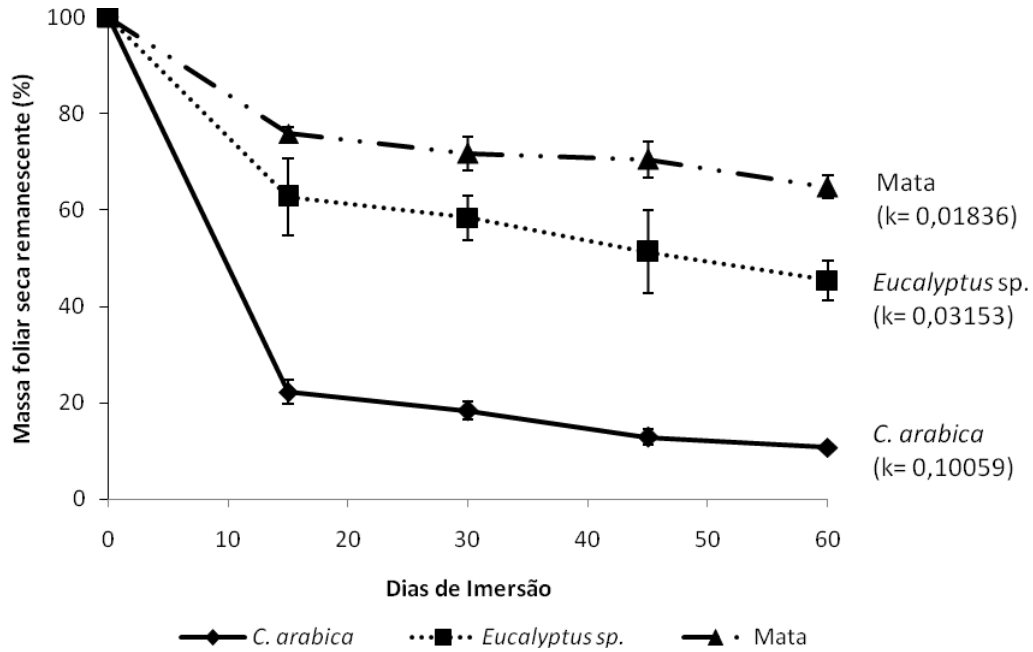


Figura 7. Média e desvio padrão de três amostras da massa seca remanescente (%) das folhas ao longo do tempo de imersão no riacho da Gruta, Marechal Floriano, ES, indicando as taxas de decomposição das folhas dos tratamentos ( $k \text{ dia}^{-1}$ ).

## DISCUSSÃO

Os padrões de colonização dos invertebrados foram diferentes entre as folhas e entre os tempos de incubação, sendo que as folhas de *C. arabica* foram as que apresentaram maiores divergências em relação as folhas da mata. As folhas de *C. arabica* responderam com maiores valores de abundância, porém menores valores de riqueza. A densidade de invertebrados foi significativamente maior nas folhas de *C. arabica* do que nas demais folhas testadas. A densidade chegou a ser 5,2 vezes maior que as encontradas nas folhas da mata, e 3,5 vezes maior que nas folhas de *Eucalyptus*. Este resultado pode estar relacionado à velocidade de decomposição, que foi a maior nas folhas de *C. arabica* do que nas demais as folhas testadas. A propriedade física foliar encontrada no café pode ter contribuído na degradação acelerada das folhas nos primeiros dias de imersão, correspondendo com altos valores de abundância e riqueza. A rápida perda de massa foliar resultou no declínio contínuo dos valores de riqueza no decorrer do experimento.

As taxas de decomposição dos detritos foi semelhante aos valores encontrados por Moulton & Magalhães (2003) utilizando espécies da Mata Atlântica e imersos em córregos de Mata Atlântica, porém a decomposição foi das maiores taxas observadas em outros trabalhos aplicados em regiões tropicais (MATHURIAU & CHAUVET, 2002; MORETTI *et al.*, 2007).

Algumas características das folhas das espécies vegetais ripárias de florestas tropicais como cutina espessa, dureza (MORETTI *et al.*, 2007), componentes químicos tóxicos, lignina (MARQUES *et al.*, 2000), além dos compostos secundários presentes em altas quantidades nos *Eucalyptos* (GRAÇA *et al.*, 2002), tornam esses recursos inicialmente pouco atrativos para os invertebrados e assim, a comunidade correspondeu com baixos valores de



riqueza e abundância nessas folhas no início do experimento. No decorrer do tempo de imersão e a dinâmica da comunidade de microorganismos (MATHIRIAU & CHAUVET, 2002), as folhas perdem essas características, o que resultou em gradativo aumento nos valores de riqueza e abundância até o fim do experimento. Esses valores foram superiores aos encontrados por Moulton & Magalhães (2003) quando analisado o processamento de detritos foliares em córregos de Mata Atlântica e considerados baixos quando comparados com trabalhos aplicados em outros rios tropicais, onde foram encontrados mais de 2000 indivíduos nos dois primeiros meses de incubação das folhas (DUDGEON & WU, 1999; MATHIRIAU & CHAUVET, 2002). Provavelmente pelas diferenças na dinâmica de cada região.

A presença da família Chironomidae em alta abundância e frequência em todas as folhas testadas, evidencia a capacidade de colonização do grupo independente da quantidade ou do estágio de decomposição dos detritos foliares (GONÇALVES *et al.*, 2006). Essa família é um importante grupo de invertebrado que geralmente é encontrada em grande abundância, alta diversidade e em diferentes classes de cursos d'água (EPLER, 1992). Vários estudos compreendendo o processo de decomposição das folhas e a comunidade de invertebrados aquáticos apresentou a família Chironomidae como o grupo mais representativo dentre os macroinvertebrados (MATHIRIAU & CHAUVET, 2002; GONÇALVES *et al.*, 2006; MORETTI *et al.*, 2007).

No geral, os Chironomidae apresentam baixa participação no consumo direto de fragmentos foliares (CALLISTO *et al.*, 2007), poucos gêneros são considerados fragmentadores, mas podem interferir diretamente no processo de decomposição foliar raspando ou minando a superfície foliar (ROSEMOND

*et al.*, 1998) e, além disso, têm importante papel no fluxo de energia e na ciclagem e circulação dos nutrientes (DÉVAI, 1990).

Todas as características foliares presentes nas folhas de *Eucalyptus* não representaram exclusão de táxons como observado por Canhoto & Graça, (1992) e Canhoto & Graça, (1995) onde duas espécies de fragmentadores comuns em Portugal foram incapazes de sobreviverem quando alimentados por folhas condicionadas de *Eucalyptus globulus*. No riacho da Gruta, poucos táxons foram exclusivos de algum dos grupos foliares utilizados, e aqueles que foram exclusivos, foram encontrados em baixas frequências (<3%). Os efeitos da introdução de folhas de espécies exóticas no meio aquático alteram a comunidade de invertebrados de forma diferente dependendo das características das folhas de cada espécie (BÄRLOCHER *et al.*, 1995).

Os coletores foram o grupo de maior representatividade dentre as folhas utilizadas e sugere uma acumulação gradativa de MOPF na superfície das folhas (GRUBBS *et al.*, 1995; MORETTI *et al.*, 2007). Tanto a frequência quanto a densidade dos fragmentadores indicam uma baixa representatividade dos invertebrados no processo de fragmentação foliar e reforçam as conclusões obtidas por Dobson *et al.*, (2002) e Gonçalves *et al.*, (2006) onde existe maior importância da comunidade de microorganismos e das ações físicas no processo de decomposição, em regiões tropicais, que propriamente da comunidade de invertebrados. Mas se introduzido folhas de espécies com características semelhantes às encontradas em regiões temperadas pode ocorrer um aumento da participação dos fragmentadores no processo de decomposição como ocorrido nas folhas de *C. arabica* onde os fragmentadores foram mais representativos e em maior densidade. Estas conclusões

minimizam os efeitos da introdução de folhas de algumas espécies exóticas no riacho da Gruta visto que o recurso oferecido foi pouco utilizado de forma direta.

A classificação trófica da comunidade de invertebrados associados aos detritos foliares é ainda incerta (MORETTI *et al.*, 2007), mas se considerado a estrutura trófica da comunidade, pode-se concluir que a utilização do recurso se dá de forma indireta, ou seja, por acúmulo de MOPF e biofilme ou como substrato e abrigo (GONÇALVES *et al.*, 2006; MORETTI *et al.*, 2007), sugerindo ainda que a sucessão ecológica degradativa seja o principal componente que atua no padrão de colonização e na estrutura da comunidade de invertebrados associados às folhas em decomposição no riacho da Gruta (BEGON *et al.*, 1996; GONÇALVES *et al.*, 2003; GONÇALVES *et al.*, 2004; MORETTI *et al.*, 2007).

Com os resultados obtidos é possível concluir que a interferência das folhas de *C. arabica* é mais intensa que as folhas de *Eucalyptus* que apresentaram resultados semelhantes aos das folhas da mata. Os padrões de colonização da comunidade foram pouco influenciados pelas folhas de *Eucalyptus* provavelmente pela baixa representatividade dos fragmentadores na ecologia do riacho da Gruta, assim como em outros rios tropicais (DOBSON *et al.*, 2002) o que minimizou os efeitos dos compostos químicos e das propriedades físicas de suas folhas. O tempo de condicionamento necessário para o estabelecimento da comunidade de microorganismos (GESSNER; CHAUVET, 1993) nas folhas é outro fator que pode ter influenciado a semelhança entre as folhas da mata e de *Eucalyptus*. O tempo de condicionamento nas folhas de *C. arabica*, pode ter sido menor, expressando padrões diferentes na colonização

logo nos períodos iniciais. Para as folhas de *Eucalyptus* e da mata, o tempo de condicionamento necessário pode ser maior, não sendo possível perceber as diferenças de padrões no período de 60 dias.

## REFERÊNCIAS

ABELHO, M. 2001. From litterfall to breakdown in streams: a review. *The Scientific World* 1: 656-680.

ABELHO, M.; GRAÇA, M.A.S. 1996. Effects of eucalyptus afforestation on leaf litter dynamics and macroinvertebrate community structure of streams in Central Portugal. *Hydrobiologia* 324: 195-204.

BAÑUELOS, R.; LARRAÑAGA, S.; ELOSEGI, A.; POZO, J. 2004. Effects of eucalyptus plantations on CPOM dynamics in headwater streams: a manipulative approach. *Archiv für Hydrobiologie* 159: 211-228.

BÄRLOCHER, F.; CANHOTO, C.; GRAÇA, M.A.S. 1995. Fungal colonization of alder and eucalypt leaves in a Portuguese stream. *Archiv für Hydrobiologie* 133: 457-470.

BEGON, M.; HARPER J.L.; TOWNSEND, C.R. 1996. Ecology- Individuals, Populations and Communities. 3rd Edition, Blackwell Science, London, UK.

BORÉM, R.A.T.; OLIVEIRA FILHO, A.T. 2002. Fitossociologia do estrato arbóreo em uma toposequência alternada de mata atlântica, no município de Silva Jardim-RJ, Brasil. *Revista Árvore*, 26 (6): 727-742.

CALLISTO, M.; GONÇALVES, J.F.Jr.; GRAÇA, M.A.S. 2007. Leaf litter as a possible food source for chironomids (Diptera) in Brazilian and Portuguese headwater streams. *Revista Brasileira de Zoologia* 24 (2): 442-448.

CANHOTO, C.; GRAÇA, M.A.S. 1992. Importância das folhas de eucalipto na alimentação de detritívoros aquáticos em ribeiros da zona centro de Portugal. **Actas do V Congresso Iberico de Entomologia** 1: 473-483.

CANHOTO, C.; GRAÇA, M.A.S. 1995. Food value of introduced eucalypt leaves for a Mediterranean stream detritivore: *Tipula lateralis*. **Freshwater Biology** 34: 209–214.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. 2009. Acompanhamento da safra brasileira Café safra 2009, segunda estimativa, maio 2009. Companhia Nacional de Abastecimento, Brasília.

CUMMINS, K.W.; WILZBACH, M.A.; GATES, D.M.; PERRY, J.B.; TALAIFERRO, W.B. 1989. Shredders and riparian vegetation. **BioScience** 39: 24–30.

DEAN, W. 1996. A ferro e fogo – a história e a devastação da Mata Atlântica brasileira. São Paulo: Companhia das Letras, 484p.

DÉVAI, G. 1990. Ecological background and importance of the change of chironomid fauna (Diptera: Chironomidae) in shallow Lake Balaton. **Hydrobiologia** 191: 189-198.

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

DOBSON, M.; HILDREW, A.G. 1992. A test of resource limitation among shredding detritivores in low order streams in southern England. ***Journal of Animal Ecology*** 61: 69–77.

DUDGEON, D.; WU, K.K.Y. 1999. Leaf litter in a tropical stream: food or substrate for macroinvertebrates? ***Archives für Hydrobiologie*** 146:65-82.

EPLER, J.H.1992. Identification manual for the larval Chironomidae (Díptera) of Florida. Flórida Departament of Environmental Protection, 315 p.

GESSNER, M.O.; CHAUVET, E. 1993. Ergosterol to biomass conversion factors for aquatic hyphomycetes. ***Applied Environmental Microbiology*** 59: 502-507.

GONÇALVES, J.F.Jr., FRANÇA, J.S.; MEDEIROS, A.O.; ROSA, C.A.; CALLISTO, M. 2006. Leaf breakdown in a tropical stream. ***International Review of Hydrobiology*** 91: 164–177.

GONÇALVES, J.F.Jr.; SANTOS, A.M.; ESTEVES, F.A. 2004. The influence of the chemical composition of *Typha domingensis* and *Nymphaea ampla* detritus on invertebrate colonization during decomposition in a Brazilian coastal lagoon. ***Hydrobiologia*** 527: 125-137.

GONÇALVES, J.F.Jr.; ESTEVES, F.A.; CALLISTO, M. 2003. Chironomids colonization in *Nymphaea ampla* L. detritus during a degradative ecological succession experiment in a Brazilian coastal lagoon. ***Acta Limnologica Brasiliensia*** 15: 21-27.

GRAÇA, M.A.S.; BÄRLOCHER, F.; GESSNER, M.O. 2005. Methods to Study Litter Decomposition: A Practical Guide, Springer, 957pp.

GRAÇA, M.A.S.; POZO, J.; CANHOTO, C.; ELOSEGI, A. 2002. Effects of Eucalyptus plantations on detritus, decomposers, and detritivores in streams. ***The Scientific World Journal***: 1173–1185.

GRUBBS, S.A.; JACOBSEN, R.E.; CUMMINS, K.W. 1995. Colonization by Chironomidae (Insecta, Diptera) on three distinct leaf substrates in an Appalachian mountain stream. ***Annals Limnology*** 31: 105–118.

GUERRA, C.B. 1997. Environment and work in the Eucalyptus world: a case study from the Piracicaba River region, in Minas Gerais, Brazil. Conferência IUFRO sobre Silvicultura e Melhoramento de Eucaliptos, Salvador, pp. 17-24.

KOBAYASHI, S.; KAGAYA, T. 2004. Litter patch types determine macroinvertebrate assemblages in pools of a Japanese headwater stream. ***Journal of the North American Benthological Society*** 23: 78–89.

LORENZI, H.1998. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum, 1, 352p.

MARQUES, A.R.; GARCIA, Q.S.; RESENDE, J.L.P.; FERNANDES, G.W. 2000. Variations in leaf characteristics of two species of Miconia in the Brazilian cerrado under different light intensities. ***Journal of Tropical Ecology*** 41: 47–60.

MATHURIAU, C.; CHAUVET, E. 2002. Breakdown of leaf litter in a neotropical stream. ***Journal of the North American Benthological Society*** 21: 384-396.



MERRITT, R.W.; CUMMINS, K.W. 1996. An introduction to the aquatic insects of North America. – Kendall/Hunt Publishing Company, Dubuque, Iowa.

MOULTON, T.P.; MAGALHÃES, S.A.P. 2003. Responses of leaf processing to impacts in streams in Atlantic Rain Forest, Rio de Janeiro, Brazil – A test of the biodiversity-ecosystem functioning relationship? ***Brazilian Journal of Biology*** 63 (1): 87-95.

MORETTI, M.S.; GONÇALVES, J.F.Jr.; LIGEIRO, R.; CALLISTO, M. 2007. Invertebrates colonization on native tree leaves in a neotropical stream (Brazil). ***International Review of Hydrobiology*** 92 (2): 199-210.

PÉREZ, G.R. 1988. Guia para el estudio de los macrinvertebrados acuáticos del departamento de Antioquia. Fen Colombia, Colciencias, 217p.

POZO, J. 1993. Leaf litter processing of alder and eucalyptus in the Agüera Stream system (North Spain) I. Chemical changes. ***Archives für Hydrobiologie*** 127: 299-317.

POZO, J.; GONZÁLEZ, E.; DÍEZ, J. R.; MOLINERO, J.; ELÓSEGUI, A. 1997. Inputs of particulate organic matter to streams with different riparian vegetation. ***Journal of the North American Benthological Society*** 16(3): 602-611.

RICHARDSON, J.S. 1991. Seasonal food limitation of detritivores in a montane stream: an experimental test. ***Ecology*** 72: 873–887.

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

SABARÁ, M.G. 1994. Avaliação dos impactos do plantio de *Eucalyptus* spp., sobre dois lagos naturais no médio Rio Doce, MG: propostas de mitigação e manejo. Dissertação de Mestrado, UFMG, PPGECMVS, MG, 156p.

TONHASCA JR., A. 2005. Ecologia e história natural da Mata Atlântica. Ed. Interciência, Rio de Janeiro.

TRIVINHO-STRIXINO, S.; STRIXINO, G. 1995. Larvas de Chironomidae (Díptera) do Estado de São Paulo. Guia de identificação e diagnose dos gêneros. PPG-ERN/UFSCar, São Carlos.

VANOTTE, R.L.; MINSHALL, G.W.; CUMMINS, K.W.; SEDELL, J.R.; CUSHING, C.E. 1980. The river continuum concept. ***Canadian Journal Fisheries Aquatic Science*** 37: 130-137.

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

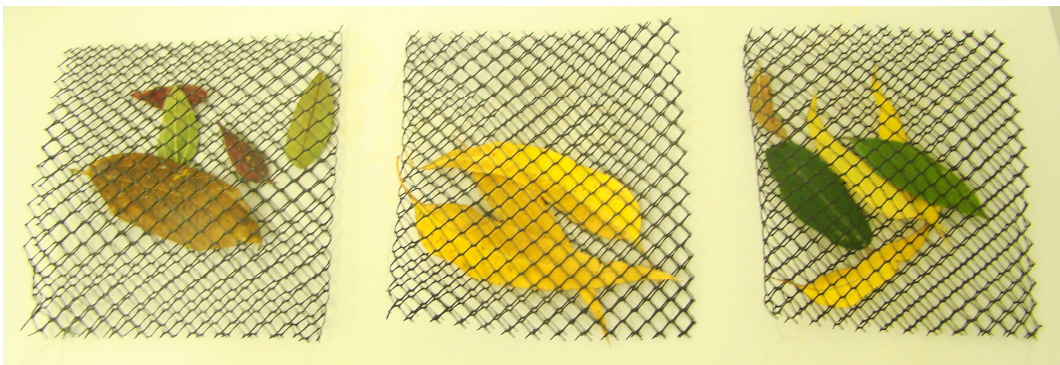
WALLACE, J.B.; EGGERT, S.L.; MEYER, J.L.; WEBSTER, J.R. 1999. Effects of resource limitation on a detrital-based ecosystem. ***Ecological Monographs*** 69: 409–442.

ZAR, J.H. 1999. Biostatistical analysis. 4 ed Prentice Hall. Upper Saddle River, New Jersey, U.S.A. xii +. 663 pp.

## CAPÍTULO 2

Influência das folhas de *Eucalyptus* sp. sobre a assembléia de invertebrados aquáticos em um ambiente lêntico de Mata Atlântica

W. P. KIFFER; A. G. SILVA; L. C. GOMES



Leaf packs utilizados no ambiente lêntico.

## RESUMO

A influência das folhas de *Eucalyptus* sp. sobre a assembléia de invertebrados aquáticos foi estudada em um ambiente lântico, Aracruz, ES. Folhas de *Eucalyptus*, sp., *Xylopia brasiliensis*, *Clidemia hirta*, *Miconia latecrenata*, *Tibouchina urceolaris* e *Gochnatia polymorpha* foram colocadas em litter bags de 10 mm de malha e imersos durante 30 dias, sendo retiradas no 15° e 30° dia de incubação. Não houve diferenças significativas entre as folhas em nenhum dos parâmetros comunitários analisados. Os valores de riqueza, abundância e densidade só foram significativamente diferentes em relação ao tempo de imersão. Não houve diferenças significativas entre a perda de massa pelas folhas durante o processo de decomposição. O grupo dos predadores foi o mai representativo (51-72%) indicando o consumo indireto do recurso. O grupo dos fragmentadores foi pouco representativo o que pode ter minimizado o efeito da introdução de folhas exóticas no Lago de represa e não sendo possível visualizar nenhum efeito por parte das folhas de *Eucalyptus* sp.

Palavras chave: Impacto, decomposição, tropical, macroinvertebrados, grupos tróficos funcionais

## ABSTRACT

The influence of *Eucalyptus* sp. leaves on the aquatic invertebrates assemblages was studied in a lentic environment, Aracruz, ES. Leaves of *Eucalyptus*, sp., *Xylopia brasiliensis*, *Clidemia hirta*, *Miconia latecrenata*, *Tibouchina urceolaris* and *Gochnatia polymorpha* were allocated in leaf bags of 10 mm mesh size and immersed for 30 days, being withdrawn on 15<sup>th</sup> and 30<sup>th</sup>, day of incubation. There were no significant differences between leaf species in any community parameters analyzed. The richness, abundance, and density values were only significantly different regarding timing of incubation. There were no significant differences between leaf mass loss during the decomposition process. Predators group was the most significant (51-72%), indicating an indirect resource absorption. Shredders were less significant, which could minimize the effects on the introduction of exotic leaves in the lagoon and not being possible to see any effect of the *Eucalyptus* sp. leaves.

Key words: Impact, decomposition, tropical, macroinvertebrates, functional feeding group

## INTRODUÇÃO

Estudos ecológicos sobre a consequência das plantações de espécies não nativas sobre a comunidade de invertebrados aquáticos, presentes na região litorânea dos corpos hídricos brasileiros, ainda são escassos (CALLISTO *et al.*, 2002), sendo que no estado do Espírito Santo nenhum registro científico a respeito desses estudos é relatado.

A Comunidade vegetal natural encontrada no estado foi parcialmente substituída por plantações de monocultura de *Eucalyptus*, matéria-prima na produção de celulose. A substituição da mata natural pela floresta de *Eucalyptus* altera os ambientes aquáticos associados, principalmente pelo uso de fertilizantes e produtos agroquímicos que são utilizados no manejo das plantações (GUERRA, 1997). As plantações de Eucaliptos produzem baixa quantidade de matéria alóctone quando comparada com uma mata natural, pois a mata natural produz cerca de duas vezes e meia mais matéria alóctone que a floresta de Eucaliptos, além disso, a mata natural fornece três vezes mais carboidratos dissolvidos, lipídios e proteína bruta (SABARÁ, 1994).

A comunidade de invertebrados aquáticos é excelente para estudos sobre os impactos humanos nos ambientes aquáticos, pois exibem alta riqueza de espécies, larga distribuição espaço-temporal, e apresentam espécies que representam diversos grupos tróficos funcionais, como fragmentadores, coletores, herbívoros e carnívoros (ARMITAGE *et al.*, 1995; CALLISTO *et al.*, 1996). A comunidade de invertebrados aquáticos participa da ciclagem dos nutrientes presentes na coluna d'água e no substrato (BUCKUP *et al.*, 2007), atuam na decomposição dos materiais de origem alóctone (WALLACE &

WEBSTER, 1996), e são constituintes da cadeia trófica aquática, funcionando como elo principal entre os recursos basais (considerados detritos e algas) e crustáceos e peixes (THOMSON *et al.*, 2002; CARVALHO & UIEDA, 2004; RIBEIRO & UIEDA, 2005).

O objetivo deste trabalho foi verificar os efeitos do aporte de folhas de *Eucalyptus* sp. sobre a estrutura da assembléia de invertebrados bentônicos em um ambiente lântico de Mata Atlântica.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado em um trecho de um lago de represa (24K 382,430m E 7808,945m S), localizada no município de Aracruz estado do Espírito Santo. O referente lago é proveniente da barragem de 20 anos do córrego Santa Joana e funciona como lago de contenção. Em uma das margens do lago há a presença de um fragmento florestal de Mata Atlântica secundária e o restante é cercado por áreas de plantios de Eucalyptos comerciais respeitando trinta metros de área de borda com presença de espécies nativas da região.

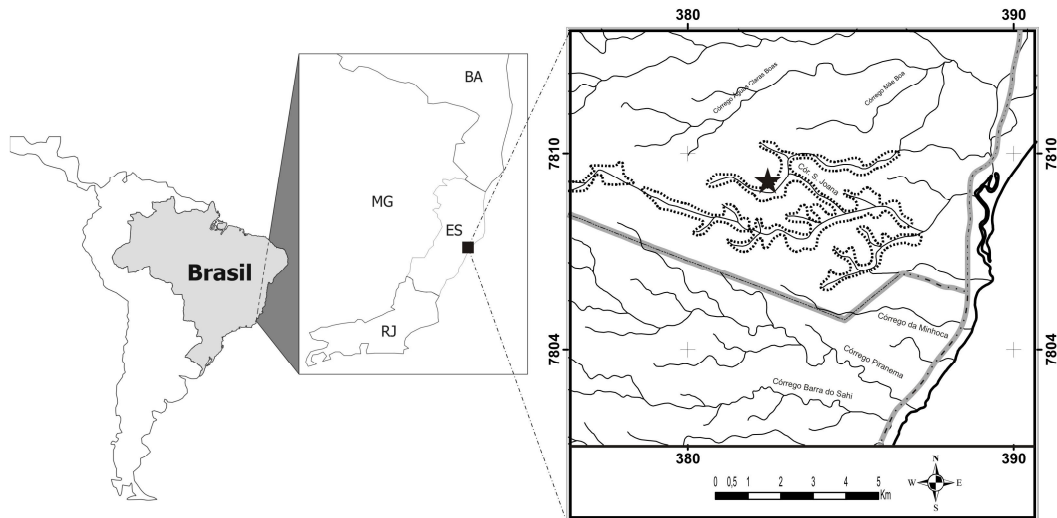


Figura 1. Mapa da área de estudo com o local onde foram colocados os litter bags.

## COLETA E ANÁLISE DOS DADOS

Três diferentes grupos de “litter bags” foram preparados para o experimento através da coleta manual de folhas senescentes. Para o primeiro litter bag foi utilizado  $4 \pm 0,2$  gramas de folhas de *Eucalyptus* sp. L'Hér. (Myrtaceae). Para o segundo foram utilizadas  $4 \pm 0,2$ g de folhas de cinco espécies comumente encontradas na vegetação na borda da região ( $0,8 \pm 0,1$ g de folha de cada espécie), que foram: *Xylopia brasiliensis* Spreng. (Annonaceae), *Clidemia hirta* (L.) D. Don (Melastomataceae), *Miconia latecrenata* (DC.) Naudin (Melastomataceae), *Tibouchina urceolaris* Cogn. (Melastomataceae) e *Gochnatia polymorpha* (Less.) Cabrera (Asteraceae). E no terceiro, foi utilizado um misto de folhas de *Eucalyptus* sp. com as folhas das espécies da borda na proporção estabelecida:  $1 \pm 0,1$ g de folhas de *Eucalyptus* sp.,  $0,6 \pm 0,05$ g de *X. brasiliensis*,  $0,6 \pm 0,05$ g de *C. hirta*,  $0,6 \pm 0,05$ g de *M. latecrenata*,  $0,6 \pm 0,05$ g de



*T. urceolaris* e  $0,6\pm 0,05$ g de *G. polymorpha*, para melhor padronização dos litter bags. Todos os litter bags foram confeccionados envoltos com tela plástica de 20x20 cm com malha de 10 mm. Um total de 30 litter bags foram alocados próximos a margem e amarrados na vegetação marginal da lagoa.

Após 15 e 30 dias cinco réplicas de cada tratamento foram coletadas com auxílio de uma peneira de malha de  $140\mu\text{m}$ , colocados em sacos plásticos individuais e levados ao laboratório. As folhas eram cuidadosamente lavadas em malha de  $140\mu\text{m}$  e os organismos após triagem foram condicionados em álcool 70% para futura identificação. Após lavagem as folhas foram secas em estufa a  $70^{\circ}\text{C}$  durante 48 horas para determinar o peso final. Os organismos após identificação foram contados e agrupados por táxons. Os representantes da família Chironomidae foram identificados em nível de gênero e os demais taxas em nível de família utilizando chaves de identificação (PÉREZ, 1988; TRIVINHO-STRIXINO & STRIXINO, 1995; MERRIT & CUMMINS, 1996). Todos os organismos foram classificados de acordo com os seguintes grupos tróficos funcionais: coletores, predadores, fragmentadores e raspadores (MERRIT & CUMMINS, 1996). Os táxons que podem pertencer a mais de um grupo trófico, foram uniformemente divididos entre as possíveis categorias (MORETTI *et al.*, 2007).

## ANÁLISE ESTATÍSTICA

Foi calculada a abundância relativa de cada táxon. A densidade total ( $\text{ind.g}^{-1}$  de folha), densidade de cada grupo trófico funcional e riqueza de espécies foram comparadas pela análise de variância (ANOVA two-way) seguido do teste Tukey ( $p < 0,05$ ), tendo o tipo de folha e os dias de imersão como fatores. Todos os dados foram Log transformados para normalização. As taxas de quebra foliar durante a imersão das folhas foram comparadas pela Análise de Covariância (ANCOVA) seguida pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ), considerando os ângulos das curvas exponenciais dos valores das massas foliares remanescentes (ZAR, 1999). As análises foram realizadas com auxílio do programa estatístico Statistica 7.

## RESULTADOS

### FAUNA ASSOCIADA

As folhas do pack misto apresentaram os menores valores de riqueza no 15º dia de imersão e os maiores valores no 30º dia ( $7,2 \pm 0,8$  e  $10,5 \pm 0,7$  indivíduos). As folhas de *Eucalyptus* apresentaram maior riqueza no início do experimento (15º dia) e as folhas da borda apresentaram o menor valor no final do experimento (30º dia) (Fig. 2). Não houve diferenças significativas dos valores de riqueza entre os tipos de folha (ANOVA folha,  $F=0,320$ ;  $P=0,731$ ), mas houve diferenças entre o tempo de imersão (ANOVA tempo,  $F=22,459$ ;  $P < 0,001$ ).

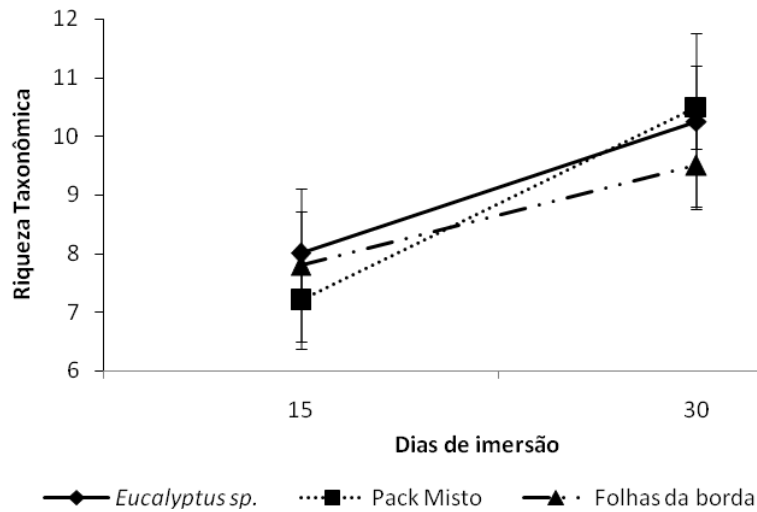


Figura 2. Média e desvio padrão de três amostras dos valores de riqueza de táxons por litter bag dos invertebrados associados às folhas durante o tempo de imersão no Lago de represa, Aracruz, ES.

Considerando os valores de abundância as folhas de *Eucalyptus* também apresentaram maiores valores no 15º dia de imersão ( $34 \pm 5,8$  ind.) sendo que no 30º dia as folhas do pack misto foram as que apresentaram maiores valores ( $72 \pm 0,0$  ind.). As folhas das espécies da borda apresentaram menores valores de abundância tanto no 15º quanto no 30º dia ( $31 \pm 11,9$  e  $49 \pm 15,4$  indivíduos) (Fig. 3). Não houve diferenças significativas dos valores de abundância entre os tipos de folha (ANOVA folha,  $F=0.816$ ;  $P=0.459$ ), mas houve diferenças entre o tempo de imersão (ANOVA tempo,  $F=22.223$ ;  $P<0,001$ ).

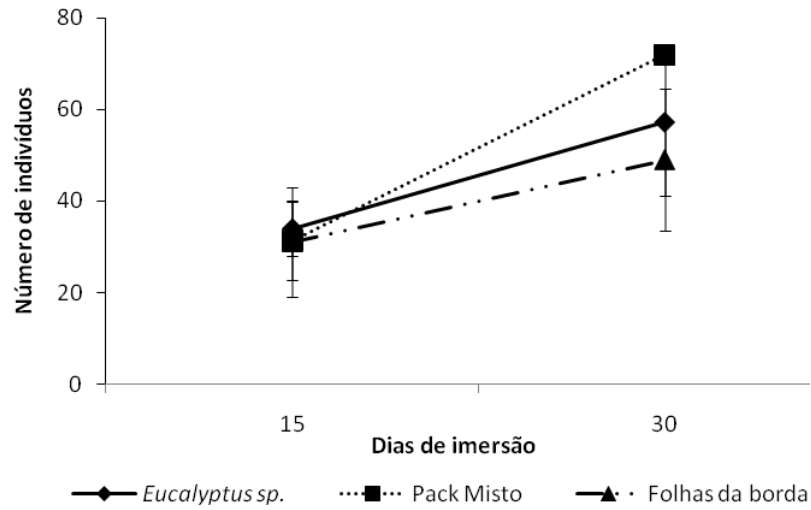


Figura 3. Média e desvio padrão de três amostras dos valores de abundância dos invertebrados por litter bag associados as folhas durante os período de imersão no Lago de represa, Aracruz, ES.

No geral as folhas de *Eucalyptus* foram as que apresentaram maiores valores de riqueza e abundância (18 taxons e 399 indivíduos), as folhas das espécies da borda apresentaram menores valores de abundância (255 indivíduos) e as folhas do Pack misto apresentaram os menores valores de riqueza (14 taxons) (Tabela 1).

Tabela 1. Abundância relativa dos invertebrados associados aos tipos de folhas utilizados no lago de represa, Aracruz, ES. GTF = grupo trófico funcional, Co = Coletores, Pr = Predadores, Scr = Raspadores e Shr = Fragmentadores.

Táxons	GTF	<i>Eucalyptus</i> sp.	pack Misto	Folhas da borda
<b>ODONATA</b>				
Gomphidae	Pr	-	0,67	0,39
Libellulidae	Pr	5,76	6,69	8,24
Coenagrionidae	Pr	18,55	17,73	12,94
<b>COLEOPTERA</b>				
Elmidae	Co/Scr	-	0,33	-
<b>HEMIPTERA</b>				
Belostomatidae	Pr	0,25	-	-
<b>TRICHOPTERA</b>				
Hydropsychidae	Co/Pr	0,25	-	-
<b>DIPTERA</b>				
Culicidae	Co	0,75	-	-
Ceratopogonidae	Co/Pr	1,25	-	0,78
<b>Chironomidae</b>				
<i>Asheum</i>	Co/Shr/Pr	20,30	16,72	23,53
<i>Polypedilum</i>	Co/Shr/Pr	0,50	1,00	-
<i>Nimbocera</i>	Co	9,52	7,02	12,16
<i>Phaenopsectra</i>	Co/Scr	1,00	1,00	1,18
<i>Procladius</i>	Co/Pr	-	-	0,78
<i>Ablabesmyia</i>	Pr	16,79	9,03	11,76
<i>Labrundinia</i>	Pr	14,79	26,42	16,47
<i>Larsia</i>	Pr	1,00	-	-
<i>Chironomus</i>	Co/Shr	2,76	6,02	4,31
<i>Cricotopus</i>	Co/Shr	0,25	0,33	1,57
<i>Parachironomus</i>	Co/Pr	1,00	1,00	-
<i>Tribelos</i>	Co	0,25	-	-
<i>Rheotanytarsus</i>	Co	-	-	0,39
<i>Kiefferulus</i>	Co	-	-	0,78
<i>Cripto-chironomus</i>	Pr	-	-	0,39
<b>OLIGOCHAETA</b>	Co	5,01	6,02	4,31
Número total de táxons		18	14	16
Número total de organismos		399	299	255

A família Chironomidae foi responsável por 73-77% da frequência nos três tratamentos foliares sendo que os gêneros *Asheum*, *Nimbocera*, *Ablabesmyia* e *Labrundinia* foram responsáveis por 59-63% da fauna encontrada. Dez táxons foram comuns a todos os tratamentos, cinco foram exclusivos das folhas de *Eucalyptus* (Belostomatidae, Hydropsychidae, Culicidae, *Larsia* e *Tribelos*), um foi exclusivo do pack misto (Elmidae) e quatro foram encontrados apenas nas folhas das espécies da borda (*Procladius*, *Rheotanytarsus*, *Kiefferulus* e *Criptochironomus*). Todas as frequências dos táxons exclusivos de algum dos tipos foliares foram iguais ou inferiores a 1% (Tabela 1).

O pack misto apresentou os maiores valores de densidade expressando  $13,6 \pm 3,2$  ind.  $g^{-1}$  massa seca de folha no 15° dia de imersão e  $34,0 \pm 1,8$  ind.  $g^{-1}$  no 30°. As folhas da borda apresentaram os menores valores de densidade com  $25,6 \pm 8,7$  ind.  $g^{-1}$  massa seca de folha no 30° dia. As folhas de *Eucalyptus* sp. apresentaram valores de densidade intermediários expressando  $26,3 \pm 7,1$  ind.  $g^{-1}$  massa seca de folha no 30° dia de imersão (Fig. 4). Não houve diferenças significativas nos valores de densidade entre os tipos de folha (ANOVA folha,  $F=0,775$ ;  $P=0,476$ ), mas houve diferenças entre o tempo de imersão (ANOVA tempo,  $F=32,850$ ;  $P<0,001$ ).

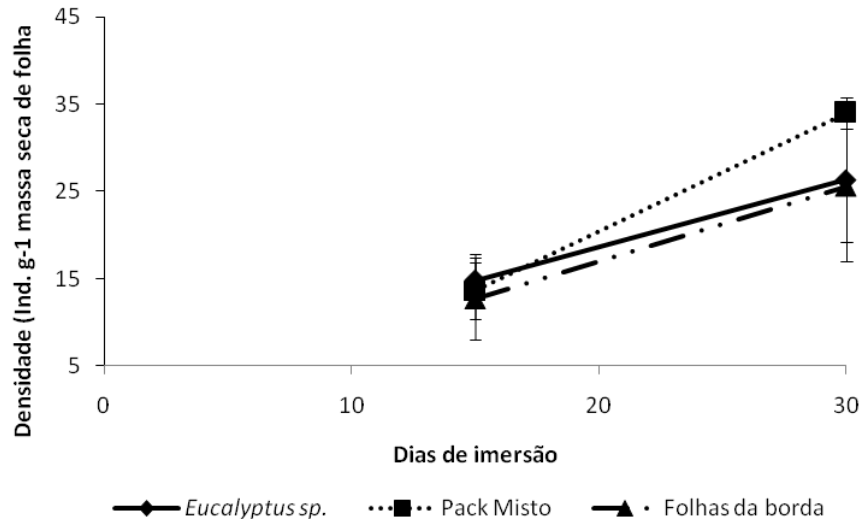


Figura 4. Média e desvio padrão de três amostras dos valores de densidade dos invertebrados associados (ind.g<sup>-1</sup> massa seca de folha) às folhas durante o período de imersão no lago de represa, Aracruz, ES.

A composição dos grupos tróficos funcionais não variou entre os tratamentos. Os organismos predadores foram dominantes em todas as folhas variando de 51,36% no 30° dia nas folhas da floresta e 72,13% no 30° dia nas folhas de *Eucalyptus*. Os coletores foram o segundo grupo mais abundante nas folhas variando entre 20,25% no 30° dia nas folhas do pack misto e 39,63% no 30° dia nas folhas da floresta. Em todas as folhas os raspadores apresentaram baixa representatividade, com freqüências sempre inferiores a 1,1%. Os fragmentadores também foram considerados pouco freqüentes apresentando 5,53% no 30° dia nas folhas de *Eucalyptus* e 12,53% no 15° dia nas folhas do Pack misto (Fig. 4).

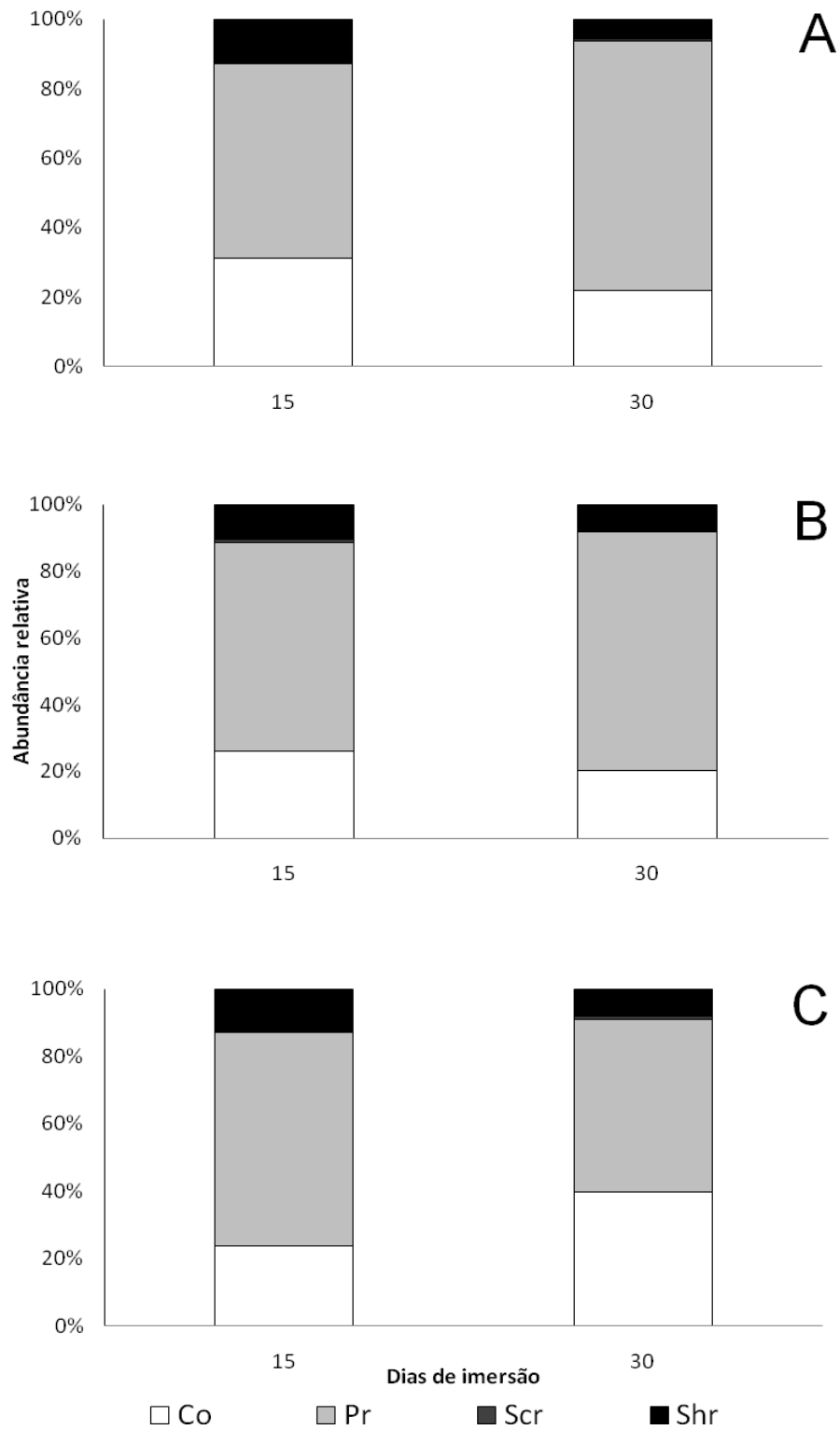


Figura 4. Composição dos grupos tróficos funcionais (%) dos invertebrados associados as folhas em decomposição no lago de represa, Aracruz, ES. A=*Eucalyptus* sp., B=Pack Misto, C=folhas da borda. Co=coletores, Pr=predadores, Scr=raspadores, Shr=fragmentadores.



O grupo dos predadores apresentou maiores densidades em relação aos grupos tróficos nos diferentes tipos de folhas e tempo de imersão ( $13,04 \pm 3,18$  ind.  $g^{-1}$  de folha seca nas folhas de *Eucalyptus* sp. e  $9,63 \pm 2,29$  ind.  $g^{-1}$  de folha seca nas folhas das espécies da borda). Em todas as folhas as densidades de raspadores e fragmentadores foram consideradas baixas e em nenhuma folha as densidades foram superiores a 2 ind.  $g^{-1}$  de folha seca (Tabela 2). A densidade de predadores variou significativamente entre as folhas e entre o tempo de imersão (ANOVA folha,  $F=3,62$ ;  $P=0,049$  ANOVA tempo,  $F=41,87$ ;  $P<0,001$ ) enquanto os coletores variaram somente em relação ao tempo (ANOVA tempo,  $F=14,78$ ;  $P<0,001$ ) e os demais grupos não apresentaram diferenças significativas.

Tabela 3. Média e erro padrão dos valores de densidade dos grupos tróficos funcionais dos invertebrados associados as folhas em decomposição no lago de represa, Aracruz, ES.  $F$  e  $P$  valores da ANOVA two-way utilizando as folhas e o tempo de imersão como fatores. \* indica diferença significativa pelo teste de Tukey ( $p<0,05$ ).

GTF	Densidade (ind. $g^{-1}$ de folha seca)			Valores de $F$		
	<i>Eucalyptus</i> sp.	Misto	Folhas da Borda	Folha	Tempo	Interação
Coletor	$5,1 \pm 1,0$	$4,6 \pm 1,5$	$5,2 \pm 2,1$	1,01	14,78*	3,58*
Predador	$13,0 \pm 3,1$	$13,1 \pm 4,4$	$9,6 \pm 2,2$	3,62*	41,87*	3,14*
Raspador	$0,0 \pm 0,0$	$0,12 \pm 0,1$	$0,1 \pm 0,1$	0,2	2,96	0,94
Fragmentador	$1,6 \pm 0,4$	$1,7 \pm 0,3$	$1,7 \pm 0,3$	0,6	2,2	2,46

## TAXAS DE DECOMPOSIÇÃO FOLIAR

As folhas da borda foram as que apresentaram maior velocidade de decomposição dentro de 30 dias ( $k= 0,24661 \text{ dia}^{-1}$ ) com perda de  $2,1\pm 0,1\text{g}$  (52,6%), sendo que no 15º dia houve a perda de  $1,5\pm 0,0\text{g}$  (43,6%) de sua massa inicial. A menor velocidade de decomposição foliar foi obtida nas folhas de *Eucalyptus* sp. ( $k= 0,25106 \text{ dia}^{-1}$ ) que ao final de 30 dias apresentou perda de  $1,8\pm 0,0\text{g}$  (46,1%) da massa inicial. As folhas da borda apresentaram velocidade intermediária de decomposição ( $k= 0,25273 \text{ dia}^{-1}$ ) com perda de  $1,7\pm 0,1\text{g}$  (38,3%) no 15º dia e  $1,9\pm 0,0\text{g}$  (52,6%) no 30º (Fig. 5). Não houve diferenças significativas na velocidade de decomposição entre os tipos de folha (ANCOVA folha,  $F=0,722$ ;  $P=0,494$ ), mas houve diferenças entre o tempo de imersão (ANCOVA tempo,  $F=38,319$ ;  $P<0,001$ ).

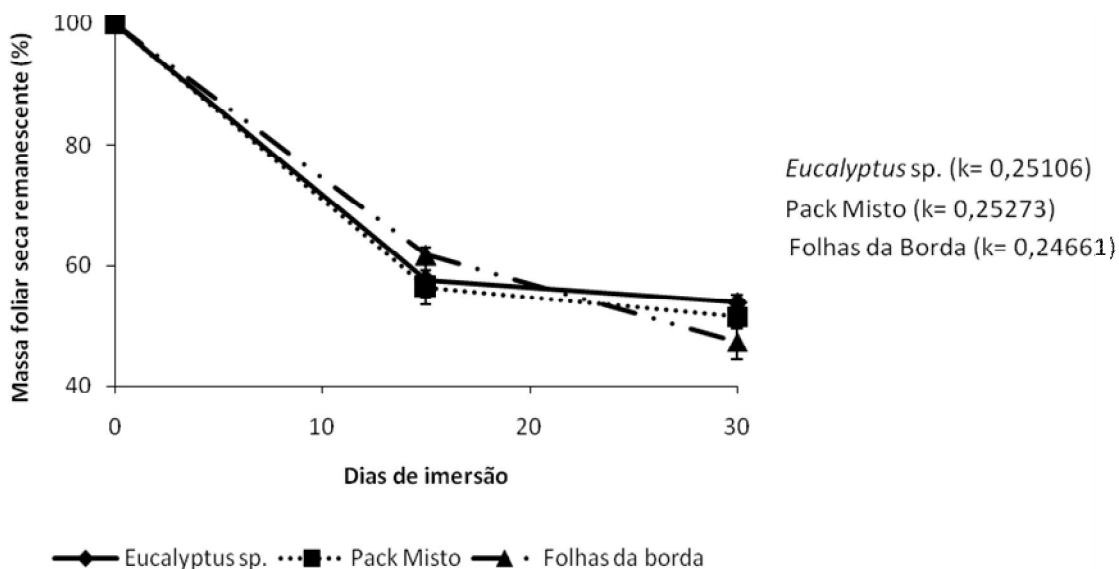


Figura 5. Média e desvio padrão de três amostras da massa foliar seca remanescente (%) das folhas ao longo do tempo de imersão no lago de represa, Aracruz, ES.

## DISCUSSÃO

Todos os tratamentos de folhas utilizado neste trabalho apresentaram resultados semelhantes e nenhuma das análises utilizadas apresentou diferenças significativas para os tipos de folhas. Todas as diferenças observadas foram em relação ao tempo de imersão onde os valores de riqueza de espécies, abundância e densidade foram maiores no 30º dia. É possível que o tempo de imersão de 30 dias não tenha sido suficiente para expressar as possíveis diferenças no padrão de colonização da comunidade de invertebrados aquáticos no Lago utilizado neste trabalho, mas os valores obtidos em 30 dias de imersão são semelhantes aos obtidos por MORETTI, *et. al.*, (2007) em 120 dias de imersão de folhas de espécies do cerrado brasileiro.

As taxas de decomposição dos detritos foi semelhante aos valores encontrados por Moulton & Magalhães (2003) utilizando espécies da Mata Atlântica e imersos em córregos de Mata Atlântica, porém a, nos ambientes aquáticos que apresentam maior incidência solar, a principal fonte de energia se dá através da produção primária principalmente com as algas e com as macrófitas (HILL; WEBSTER, 1983), que aumenta a carga nutricional e a biomassa de bactérias e fungos que conseqüentemente aumentam a velocidade da decomposição.

A composição dos grupos tróficos apresentando os grupos dos coletores e predadores representando cerca de 85% da comunidade em todas as folhas, evidencia a utilização do recurso de forma indireta, ou seja, pelo acúmulo de matéria orgânica particulada fina (MOPF) ou para abrigo dos invertebrados (GONÇALVES *et. al.*, 2006; MORETTI, *et. al.*, 2007). A baixa representatividade dos fragmentadores também foi obtida em outros trabalhos aplicados em regiões lóticis tropicais (DOBSON, *et. al.*, 2002; GONÇALVES, *et. al.*, 2006; MORETTI, *et. al.*, 2007), o que demonstra uma baixa participação

dos invertebrados no processo de decomposição dos detritos foliares também em ambientes lênticos tropicais.

A família Chironomidae foi o principal táxon encontrado e sua plasticidade ecológica pode ter sido determinante para a inexistência de diferenças nos padrões de colonização. Sua presença em alta abundância e frequência em todas as folhas testadas evidencia a capacidade de colonização do grupo independente da quantidade ou do estágio de decomposição dos detritos foliares (GONÇALVES, *et. al.*, 2006). Essa família é um importante grupo de invertebrado que geralmente é encontrada em grande abundância, alta diversidade e em diferentes classes de cursos d'água (EPLER, 1992). Algumas características peculiares como a tolerância a vários graus de poluição, capacidade de colonizar amplamente todos os ambientes, presença de espécies com ciclo de vida longo e estarem presentes antes e após eventos impactantes (MODDE; DREWES, 1990), podem ter minimizado os possíveis efeitos causados pelas folhas de *Eucalyptus*.

A velocidade de decomposição das folhas neste ambiente foi considerada rápida quando comparado com outras espécies alocadas em ambientes lóticos, que apresentam fatores de dinâmica ecológica diferentes, como a velocidade de corrente, (HEARD *et. al.*, 1999) que é considerado juntamente com a comunidade de microorganismos (SUBERKROPP, 1998) e os invertebrados bentônicos (GRAÇA, 2001), um dos principais fatores que atuam na decomposição dos materiais orgânicos de origem alóctone. A perda de cerca de 50% da massa foliar nos 30 dias de imersão assemelham-se aos valores encontrados por GONÇALVES, *et. al.*, (2006) e MORETTI, *et. al.*, (2007), em 90-120 dias de experimento. Esta diferença pode estar relacionada a intensa

atividade microbiológica, uma vez que o fator de velocidade de corrente é pequena por se tratar de um ambiente lântico.

Se o consumo direto dos detritos foliares é pouco expressivo na ecologia dos ambientes aquáticos tropicais devido a baixa representatividade dos fragmentadores (DOBSON *et. al.*, 2002), a introdução de espécies exóticas nesses ambientes tende a não causar impactos perceptíveis sobre essa comunidade uma vez que a utilização do recurso não está sendo feita de forma direta. Em um estudo realizado em Minas Gerais, em área de plantações de *Eucalyptus* foi constatado o aumento da diversidade e riqueza de táxons na margem da lagoa bordada por plantações de *Eucalyptus* que na margem bordada por mata secundária (CALLISTO *et. al.*, 2002).

O aporte de folhas de *Eucalyptus* sp. na ecologia do lago de represa não afetou os padrões de colonização da comunidade de invertebrados bentônicos no período de quinze e trinta dias. As propriedades físico-químicas de suas folhas parecem não ser suficientes para causar diferenças em relação as folhas das espécies que são encontradas naturalmente no lago e assim não expressou diferenças nos padrões analisados.

De acordo com os resultados obtidos, a introdução de folhas de *Eucalyptus*, não alteram os padrões de colonização da assembléia de invertebrados aquáticos no lago de represa. A comunidade de microorganismos juntamente com a sucessão ecológica degradativa são provavelmente os principais fatores que atuam na estrutura da assembléia de invertebrados bentônicos no lago estudado.

## REFERÊNCIAS

- ARMITAGE, P.; CRANSTON, P.S.; PINDER, L.C.V. 1995. The Chironomidae: The biology and ecology of non-biting midges. London, Chapman & Hall, 538p.
- BEGON, M.; HARPER J.L.; TOWNSEND, C.R. 1996. Ecology- Individuals, Populations and Communities. 3rd Edition, Blackwell Science, London, UK.
- BUCKUP, L.; BUENO, A.A.P.; BOND-BUCKUP, G.; CASAGRANDE, M.; MAJOLO, F. 2007. The benthic macroinvertebrate fauna of highland streams in southern Brazil: composition, diversity and structure. **Revista Brasileira de Zoologia** 24(2): 291-301.
- CALLISTO, M.; BARBOSA, F.A.R.; MORENO, P. 2002. The influence of *Eucalyptus* plantations on the macrofauna associated with *Salvinia auriculata* in southeast Brazil. **Brazilian Journal of Biology** 62(1): 63-68.
- CALLISTO, M.; SERPA-FILHO, A.; DE OLIVEIRA, S.J.; ESTEVES, F.A. 1996. Chironomids on leaves of *Thypha dominguensis* in a lagoon of Rio de Janeiro State (Brazil). **Studies on Neotropical Fauna and Environment** 31: 51-53.
- CARVALHO, E.M.; UIEDA, V.S. 2004. Colonização por macroinvertebrados bentônicos em substrato artificial e natural em um riacho de serra em Itatinga, São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia** 22: 287-293.
- DOBSON, M.; MAGANA, A.; MATHOOKO, J.M.; NDEGWA, F.K. 2002. Detritivores in Kenyan highland streams: more evidence for the paucity of shredders in the tropics? **Freshwater Biology** 47: 909-919.

EPLER, J.H.1992. Identification manual for the larval Chironomidae (Díptera) of Florida. Flórida Departament of Environmental Protection, 315 p.

GONÇALVES, J.F.Jr.; SANTOS, A.M.; ESTEVES, F.A. 2004. The influence of the chemical composition of *Typha domingensis* and *Nymphaea ampla* detritus on invertebrate colonization during decomposition in a Brazilian coastal lagoon. ***Hydrobiologia*** 527: 125-137.

GONÇALVES, J.F.Jr.; ESTEVES, F.A.; CALLISTO, M. 2003. Chironomids colonization in *Nymphaea ampla* L. detritus during a degradative ecological succession experiment in a Brazilian coastal lagoon. ***Acta Limnologica Brasiliensia*** 15: 21-27.

GONÇALVES, J.F.Jr., FRANÇA, J.S.; MEDEIROS, A.O.; ROSA, C.A.; CALLISTO, M. 2006. Leaf breakdown in a tropical stream. ***International Review of Hydrobiology*** 91: 164–177.

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

GUERRA, C.B. 1997. Environment and work in the Eucalyptus world: a case study from the Piracicaba River region, in Minas Gerais, Brazil. Conferência IUFRO sobre Silvicultura e Melhoramento de Eucaliptos, Salvador, pp. 17-24.

HEARD, S.B.; SCHULTZ, G.A.; OGDEN, C.B.; GRIESEL, T.C. 1999. Mechanical abrasion and organic matter processing in an Iowa stream. ***Hydrobiologia*** 400: 179-186.

HILL, B.H.; WEBSTER, J.R. 1983. Aquatic macrophyte contribution to the New River organic matter budget. In: FONTAINE, T.; BARTELL, D. Dynamics of lotic ecosystems (pp. 273-282). Ann Arbor Science, Michigan.

MERRITT, R.W.; CUMMINS, K.W. 1996. An introduction to the aquatic insects of North America. – Kendall/Hunt Publishing Company, Dubuque, Iowa.

MODDE, T.; DREWES, H.G. 1990. Comparison of biotic index values for invertebrate collections from natural and artificial substrates. ***Freshwater Biology*** 23: 171-180.

MOULTON, T.P.; MAGALHÃES, S.A.P. 2003. Responses of leaf processing to impacts in streams in Atlantic Rain Forest, Rio de Janeiro, Brazil – A test of the biodiversity-ecosystem functioning relationship? ***Brazilian Journal of Biology*** 63 (1): 87-95.

MORETTI, M.S.; GONÇALVES, J.F.Jr.; LIGEIRO, R.; CALLISTO, M. 2007. Invertebrates colonization on native tree leaves in a neotropical stream (Brazil). ***International Review of Hydrobiolog*** 92 (2): 199-210.

PÉREZ, G.R. 1988. Guia para el estudio de los macrinvertebrados acuáticos del departamento de Antioquia. Fen Colombia, Colciencias, 217p.

RIBEIRO, L.O.; UIEDA, V.S. 2005. Estrutura da comunidade de macroinvertebrados bentônicos de um riacho de serra em Itatinga, São Paulo, Brasil. ***Revista Brasileira de Zoologia*** 22: 613-618.

SABARÁ, M.G. 1994. Avaliação dos impactos do plantio de *Eucalyptus* spp., sobre dois lagos naturais no médio Rio Doce, MG: propostas de mitigação e manejo. Dissertação de Mestrado, UFMG, PPGECMVS, MG, 156p.



SUBERKROPP, K. 1998. Microorganisms and organic matter decomposition. 120-143pp. In: Naiman, R.J. & Bilby, R.E. (eds). River Ecology and Management: Lessons from the pacific coastal ecoregion. Springer Verlag, New York.

THOMSON, J. R., LAKE, P. S., DOWNES, B. J. 2002. The effect of hydrological disturbance on the impact of a benthic invertebrate predator. **Ecology** 83: 628-642.

TRIVINHO-STRIXINO, S.; STRIXINO, G. 1995. Larvas de Chironomidae (Díptera) do Estado de São Paulo. Guia de identificação e diagnose dos gêneros. PPG-ERN/UFSCar, São Carlos.

WALLACE, J.B.; WEBSTER, J.R. 1996. The role os macroinvertebrates in stream ecosystems function. **Annual Review Of Entomology** 41: 115-139.

ZAR, J.H. 1999. Biostatistical analysis. 4 ed Prentice Hall. Upper Saddle River, New Jersey, U.S.A. xii +. 663 pp.

## CONCLUSÕES

Os padrões de colonização das assembléias de invertebrados aquáticos sofreu pouca influência das folhas de *Eucalyptos* sp. quando comparado com as folhas das espécies nativas utilizadas no trabalho, tanto para o riacho da Gruta, ambiente lótico, quanto para o lago estudado, ambiente lêntico.

A baixa densidade de fragmentadores nos ambientes aquáticos estudados pode ter minimizado os efeitos da introdução das folhas de *Eucalyptus* nesses ambientes. Quando inseridas folhas com propriedades diferentes das encontradas na região, como as folhas de *C. arabica*, a participação dos fragmentadores aumenta, assim como sua densidade, resultado em diferenças nos padrões de colonização das assembléias de invertebrados aquáticos.

Tanto no ambiente lêntico quanto no lótico, as folhas introduzidas não causaram exclusão participativa de táxon, uma vez que todos os táxon exclusivos de algum dos tipos foliares utilizados apresentaram frequência relativa menor de 2%.

A comunidade de microorganismos parece ter a maior influência dentre os fatores que atuam no processo de decomposição dos detritos foliares nos ambientes estudados, pois quando retirada a vazão d'água no ambiente lêntico, a perda de massa foliar continuou rápida assim como apresentado no ambiente lótico.