

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

**JÉSSICA DA ROSA PIRES**

INFLUÊNCIA DA ESTRUTURA DO HABITAT NO  
PROCESSAMENTO DE DETRITOS FOLIARES ALÓCTONES EM  
UMA LAGOA COSTEIRA SUBTROPICAL

FLORIANÓPOLIS  
2015

**JÉSSICA DA ROSA PIRES**

**INFLUÊNCIA DA ESTRUTURA DO HABITAT NO  
PROCESSAMENTO DE DETRITOS FOLIARES ALÓCTONES EM  
UMA LAGOA COSTEIRA SUBTROPICAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à disciplina BIO7013 como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharelado em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Santa Catarina.

Orientadora: Prof. Dr. Mauricio Mello Petrucio  
Co-orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup> Ana Emília Siegloch  
(UNIPLAC)

FLORIANÓPOLIS  
2015

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

PIRES, JESSICA DA ROSA  
INFLUÊNCIA DA ESTRUTURA DO HABITAT NO PROCESSAMENTO DE  
DETRITOS FOLIARES ALÓCTONES EM UMA LAGOA COSTEIRA  
SUBTROPICAL / JESSICA DA ROSA PIRES ; orientador,  
MAURICIO MELLO PETRUCIO ; coorientadora, ANA EMILIA  
SIEGLOCH. - Florianópolis, SC, 2015.  
50 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -  
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências  
Biológicas. Graduação em Ciências Biológicas.

Inclui referências

1. Ciências Biológicas. 2. Heterogeneidade. 3. Macrófitas  
Aquáticas. 4. Invertebrados Aquáticos. 5. Decomposição de  
Matéria Orgânica Alóctone. I. MELLO PETRUCIO, MAURICIO. II.  
SIEGLOCH, ANA EMILIA. III. Universidade Federal de Santa  
Catarina. Graduação em Ciências Biológicas. IV. Título.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao andar da formação acadêmica pensei e esperei tanto a escrita destes agradecimentos que agora me faltam palavras. Agradeço primeiramente a Deus pela saúde e força de superar todas dificuldades.

Aos meus pais, Andréia e Rogério, que me apoiaram em todas minhas escolhas, que me ensinaram os valores que hoje levo comigo e que nunca me deixaram desanimar. Sou eternamente grata por me darem a vida e o amor eterno. Vocês são MEU tudo!

Ao meu companheiro, amor maior e amigo, João Paulo, por me enxergar melhor do que eu sou. Agradeço imensamente por andar de mãos dadas comigo nesta caminhada e acompanhar todo o desenvolvimento deste meu trabalho.

A minha família e amigos que foram incentivadores, apoiadores e questionadores de que bicho é esse, além dos colegas de biologia que sempre estiveram ao lado durante esta jornada (Amandinha e Miriam valeu a amizade!). Com grande carinho agradeço Clisten e Mari por todo companheirismo, almoços, conversas e por embelezarem este trabalho.

A Universidade Federal de Santa Catarina pelo ambiente incentivador e amigável, por todo apoio financeiro proporcionado e por sua equipe docente que são ídolos, mestres e amigos.

Agradeço ao professor Mauricio Mello Petrucio, por ter me aceito como membro da família Limnos, confiado e dado a liberdade de dar meus próprios passos sob sua supervisão. À professora Ana Emília Siegloch por ter me apresentado o mundo mágico dos insetos aquáticos e por fazer me apaixonar pelos rios e lagoas e pelo prazer de fazer ciência, agradeço todo apoio, paciência, carinho e por ter sempre acreditado em mim.

Um agradecimento especial à família Limnos, que esteve sempre junto apoiando, rindo e até brigando. Esta caminhada foi mais intensa com a presença de todos vocês que passaram por este laboratório. Aurea e Leonardo que me ensinaram o prazer da pesquisa, que foram os

primeiros a me acolherem e fazerem de mim sua cria, o meu sincero agradecimento! Em particular a Aurea pela amizade e por toda ajuda, por estar sempre me orientado no laboratório e na vida, meus sinceros agradecimentos! A Denise Tonetta que também me proporcionou grandes ensinamentos e momentos! A Marizinha, Rafael, Débora, Mariana Iung, Eduardo, Renan, Denise Faccin e Lize, que também me acompanharam e se preocuparam comigo e muitas vezes com uma simples conversa informal fizeram meus dias mais felizes, valeu galera!

Ao apoio fornecido pelos funcionários Carla e Walter do Departamento de Ecologia e Zoologia (ECZ), que além da ajuda no trabalho também foram amigos e me deram todo o apoio pessoal.

**DOU RESPEITO ÀS COISAS  
DESIMPORTANTES...**



**...E AOS SERES  
DESIMPORTANTES**



**PREZO INSETOS  
MAIS QUE AVIÕES**



**PREZO A VELOCIDADE  
DAS TARTARUGAS MAIS  
QUE A DOS MÍSSEIS**



**TENHO EM MIM  
UM ATRASO DE  
NASCENÇA**



**EU FUI APARELHADO  
PARA GOSTAR DE  
PASSARINHOS**

Manoel de Barros  
1916 - para sempre

## RESUMO

A zona litorânea de uma lagoa é caracterizada pela colonização de macrófitas aquáticas que tornam essa região o compartimento mais heterogêneo desse ecossistema, podendo influenciar a dinâmica de várias comunidades e dos processos ecológicos. Entre os processos, a taxa de decomposição é uma métrica importante para avaliar a integridade dos ecossistemas. Desse modo, o objetivo desse estudo foi avaliar a influência da comunidade de macrófitas na taxa de decomposição e colonização por insetos aquáticos de detritos foliares alóctones, provenientes da zona ripária. O estudo foi realizado na Lagoa do Peri, sul do município de Florianópolis, SC. Em setembro 2013 *litter bags* contendo folhas de *Ficus eximia* foram incubados em uma profundidade de 0,5m em 3 pontos diferentes da lagoa, tendo eles uma região com macrófitas e outra sem, espaçadas a 5m de distância entre si. Cada *litter bags* continha 3g dos detritos foliares com 3 réplicas para cada local e 4 tempos de incubação (7, 15, 30, 45 dias). *In situ* foram mensurados os valores de temperatura da água (°C), condutividade ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) e  $\text{O}_2$  dissolvido (mg/l). Um litro de água foi coletado em todos os pontos para posterior análise de nutrientes totais. Após os períodos de incubação, os *litter bag* foram retirados e em laboratório, lavados sob peneira de 0,25 mm. Os organismos retidos foram triados, identificados e quantificados. Dos detritos uma folha de cada *litter bag* teve um disco retirado para análise de massa seca livre de cinzas. Posteriormente todas as folhas foram secas em estufa para determinação do peso seco e da composição química dos detritos (polifenóis e nitrogênio). Na estrutura do habitat não houve diferença nos parâmetros físico-químicos analisados entre as áreas. Foram encontrados 16 *taxa*, sendo Chironomidae abundante na área com macrófitas e classificados como onívoros e Tanaidaceae detritívoros na área arenosa. A maior riqueza foi encontrada na área com macrófitas onde é presente uma maior complexidade de habitat. Apesar disso, a decomposição em ambas áreas foi rápida ( $k=0,0979 \text{ dia}^{-1}$  arenoso, e  $k= 0,0983 \text{ dia}^{-1}$  em macrófitas), porém sem diferença significativa entre os locais, apenas entre os tempos. A perda de massa entre 7 e 15 dias foi maior devido a lixiviação. No tempo 30 houve um incremento de massa, provavelmente induzido pela colonização de hifomicetos aquáticos. A decomposição de 98% do detrito ocorreu em 45 dias. Quanto a composição química, o carbono diminuiu ao longo do processo e os valores polifenóis foram constantes, não influenciando o processamento. Os valores de nitrogênio variaram ao longo do processo em ambas as áreas, uma maior quantidade foi encontrada nos detritos incubados nas macrófitas, o que demonstra um

aumento de palatabilidade destes para a fauna. Assim a presença de macrófitas, como componente de complexidade do habitat e de produtividade do sistema, não influenciam de forma significativa o processo de decomposição de detritos foliares, no entanto são determinantes para a riqueza e estrutura trófica da comunidade de invertebrados aquáticos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Heterogeneidade, Macrófitas Aquáticas, Invertebrados Aquáticos, Matéria Alóctone, Decomposição, Ambiente Lântico.



## ABSTRACT

The coastal area of a lake is characterized by the colonization of aquatic plants which make this region the most heterogeneous compartment of this ecosystem, influencing the dynamics of various communities and ecological processes. Among these processes, the decomposition rate is an important metric for measuring the integrity of ecosystems. Thus, the aim of this study was to evaluate the influence of macrophyte community in the rate of decomposition and colonization of allochthonous debris from the riparian zone. The study was conducted in Peri Lake, south of the city of Florianópolis, SC. In September 2013, litter bags containing *Ficus eximia* leaves were incubated at a depth of 0.5 m in 3 different points of the lake, each one of them presenting a region with macrophytes and one without aquatic plants, spaced 5 m apart. Each location presented 3 replicates of a litter bag containing 3g of leaf litter for each 4 incubation times (7, 15, 30, 45 days). In situ, we measured the water temperature values (° C) Conductivity (S / cm), and dissolved O<sub>2</sub> (mg / l). One liter of water was collected at every point analyzed for total nutrients. Following the incubation periods the litter bags were removed and washed in the laboratory using 0.25 mm sieve. Retained bodies were screened, identified and quantified. Debris of one leave in each litter bag had a disc removed to analyze its dry mass free of ashes. Subsequently all leaves were oven dried to determine its dry weight and chemical composition of the debris (carbon, polyphenols and nitrogen). In habitat structure there was no difference in the physical-chemical parameters. We found 16 taxa (total), being Chironomidae, classified as omnivorous, the most abundant in the area with macrophytes and Tanaidaceae, classified as detritivorous, the most frequent ones sandy área. Nevertheless, the decomposition in both areas was fast ( $k = 0.0979 \text{ days}^{-1}$  sandy,  $k = 0.0983 \text{ days}^{-1}$  in macrophytes) with no significant difference between the places but only between the incubation times. The weight loss of 7 to 15 days was higher due to leaching. At time 30 was a mass increase likely induced by colonization of water hyphomycetes. The breakdown occurred already complete in time 45. The chemical composition presented the expected carbon loss and frequent polyphenols values that did not harm the processing. A higher amount of nitrogen in the leaves incubated within macrophytes was found which shows an increase palatability of them. Thus the presence of macrophytes, as a habitat complexity component and system producer, not significantly influence the process of decomposition of leaf litter, however seem to be important to the trophic structure of the aquatic community.

**KEYWORDS:** Heterogeneity, Aquatic macrophytes, Aquatic Invertebrate, allochthonous matter, decomposition, lentic environment.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	Diferentes formas de vida de macrófitas aquáticas.....	2
<b>Figura 2</b>	Banco de macrófitas dominado por <i>Schoenoplectus californicus</i> na Lagoa do Peri, Florianópolis, SC, com destaque para a inflorescência desta planta.....	3
<b>Figura 3</b>	Desenho demonstrando parte da biota presente entre a vegetação aquática.....	6
<b>Figura 4</b>	Localização da Lagoa do Peri, adaptado de Lisboa et al., 2011.....	9
<b>Figura 5</b>	Lagoa do Peri, Florianópolis, SC, com os respectivos pontos selecionados para o trabalho de análise nos bancos de macrófitas, sendo eles P1, P2 e P3. Imagem: Google Earth.....	10
<b>Figura 6</b>	Desenho demonstrando a diferença da paisagem em áreas sem e com macrófitas.....	14
<b>Figura 7</b>	a) Litter bag utilizado no experimento, b) disposição para incubação dos litters e c) estrutura dos litter bags já incubados no ambiente aquático lântico. Fotos: acervo do autor.....	15
<b>Figura 8</b>	Rede para coleta de detritos foliares da mata ripária. Estes detritos foram utilizados para incubação nos pontos selecionados na Lagoa do Peri. Foto: acervo do autor.....	16
<b>Figura 9</b>	Esquemas da metodologia que foi aplicada no estudo da influência das macrófitas aquáticas na Lagoa do Peri, Florianópolis, SC. a) esquema da distância do banco de macrófita e da região sem macrófitas além da profundidade média, e em b) esquematização da metodologia dos litter bags.....	17
<b>Figura 10</b>	Esquema demonstrando a retirada de disco de folha de <i>Ficus</i> sp. O disco retirado foi utilizado para análise de massa seca livre de cinzas, sendo pesado, incinerado e pesado novamente.....	18
<b>Figura 11</b>	Porcentagem de perda de massa remanescente de <i>Ficus eximia</i> durante o período de 45 dias em áreas com a presença de vegetação aquática (Macrófita) e sem a vegetação (Arenoso).....	22
<b>Figura 12</b>	Concentração de carbono, nitrogênio e polifenóis totais (%) no detrito foliar durante o tempo amostral de dias em áreas com a presença de vegetação aquática (Macrófita) e sem a vegetação (Arenoso).....	23
<b>Figura 13</b>	Análise de rarefação comparando a riqueza de taxa de invertebrados aquáticos em áreas com macrófitas e áreas arenosas. As linhas pontilhadas correspondem a rarefação em torno da curva.....	24



<b>Figura 14</b>	Porcentagem da composição de invertebrados aquáticos classificados por categorias tróficas (Detritívoros, Carnívoros, Onívoros e Herbívoros) nos diferentes tempos amostrais (dias) no ambiente arenoso.....	28
<b>Figura 15</b>	Ordenação NMDS para a estrutura da comunidade de invertebrados aquáticos em categorias tróficas entre as áreas arenosa e com macrófitas na Lagoa do Peri.....	28

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1** Parâmetros físico-químicos da água em áreas sem (Arenoso) e com a presença de vegetação aquática (Macrófita) na Lagoa do Peri, Ilha de Santa Catarina, SC.....21

**Tabela 2** Classificação taxonômica, categoria trófica, abundância, abundância total e porcentagem total (% Total) por taxa de invertebrados aquáticos presentes em detritos foliares ao longo do período de incubação em habitat com diferentes complexidades, sendo eles arenoso e macrófitas em uma lagoa subtropical.....25

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVO GERAL.....</b>	<b>8</b>
<b>3</b>	<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....</b>	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>9</b>
4.1	LOCAL DE ESTUDO.....	9
4.2	DELINEAMENTO AMOSTRAL.....	10
4.2.1	<i>Seleção dos bancos de macrófitas.....</i>	<i>10</i>
4.2.2	<i>Decomposição da matéria orgânica alóctone.....</i>	<i>11</i>
4.2.3	<i>Estrutura do habitat.....</i>	<i>13</i>
4.2.4	<i>Colonização e decomposição dos detritos.....</i>	<i>14</i>
4.2.5	<i>Composição química dos detritos.....</i>	<i>15</i>
4.3	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	16
<b>5</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>17</b>
5.1	PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DA ÁGUA.....	17
5.2	DECOMPOSIÇÃO DOS DETRITOS FOLIARES.....	17
5.3	QUALIDADE DOS DETRITOS.....	20
5.4	COLONIZAÇÃO DOS DETRITOS.....	21
<b>6</b>	<b>DISCUSSÃO.....</b>	<b>26</b>
<b>7</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>30</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>31</b>





## INTRODUÇÃO

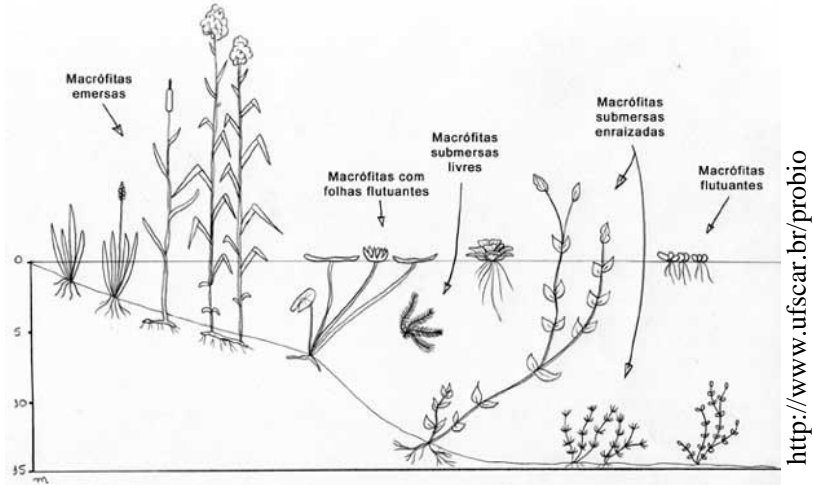
O habitat é um posicionamento físico ou local no qual organismos vivem, e na ecologia estes locais são identificados por suas características físicas mais visíveis (Ricklefs, 2003). A estrutura do habitat é considerada um dos fatores determinantes da diversidade biológica (MacArthur & MacArthur, 1961) sendo quanto mais complexo um habitat maior sua riqueza biológica (Thomaz et al., 2008; Kovalenko et al., 2012).

Em ecossistemas aquáticos, a estrutura do habitat é fornecida por vários fatores, entre eles os mais importantes são a composição do substrato, sedimento, topografia, qualidade da água e entre estes as macrófitas aquáticas que ficam na região litorânea dos ambientes aquáticos tem um papel fundamental (Lopes et al., 2001; Thomaz et al., 2008). Sua importância como habitat é demonstrada pela grande abundância e riqueza de invertebrados aquáticos comparada as áreas sem vegetação (Warfe & Barmuta, 2006). A maior complexidade encontrada nestas plantas é devida as conformações de suas estruturas físicas (Thomaz, 2008) produção de biomassa ou densidade (Wafer & Barmuta, 2006) que servem de refúgio de predadores, local para reprodução e recurso alimentar à fauna. Entretanto, Verdonshot (2012), demonstrou que diferenças na morfologia de diferentes espécies de macrófitas não traz grandes interferências na abundância de espécies, mas sim apenas sua presença com qualquer morfologia estrutural no ambiente já o torna de maior complexidade comparado a áreas com nenhuma presença de macrófitas aquáticas.

As macrófitas aquáticas são classificadas como um grupo diverso de organismos fotossintéticos, cujas partes vegetativas se desenvolvem, periodicamente ou integralmente, sobre a superfície da água (Chambers et al., 2008). Devido à grande heterogeneidade do grupo, estes vegetais são preferencialmente classificados quanto às suas formas de vida (Figura 1), refletindo o grau de adaptação que possuem em relação ao ambiente aquático (Thomaz & Esteves, 2011).

As zonas litorâneas, que são conhecidas como áreas de transição entre os ambientes aquáticos e terrestres, apresentam condições ambientais favoráveis ao desenvolvimento de macrófitas aquáticas. Esta vegetação torna a região litorânea o compartimento mais heterogêneo, podendo influenciar na dinâmica de várias comunidades e dos processos ecológicos. A alta produtividade das macrófitas aquáticas é um dos principais motivos para o grande número de nichos ecológicos e a grande diversidade de espécies animais encontrados na região litorânea. A

heterogeneidade do habitat na escala local é o fator que determina a diversidade beta da comunidade de invertebrados em riachos, inclusive de maior importância que as variáveis regionais de maior escala (Astorga et al. 2014). Segundo os resultados encontrados por tais autores em estudo realizado em riachos da Nova Zelândia, a produtividade, mensurada através da clorofila-a, teria uma contribuição secundária.



**Figura 1.** Diferentes formas de vida de macrófitas aquáticas.

A macrófita popularmente conhecida como "Peri", *Schoenoplectus californicus* (C.A. Mey.) Soják é abundante na zona litorânea de lagoas subtropicais. De forma de vida fixa emersa esta espécie apresenta características morfológicas simples. Sendo uma ciperácea composta de talo fotossintetizante, afilas e frequentemente portando inflorescência terminal e sistema caulinar subterrâneo bem desenvolvido (Corsino et al., 2013) (Figura 2).

A influência das macrófitas aquáticas sobre o metabolismo dos ecossistemas aquáticos continentais pode ocorrer de três maneiras



Jéssica da R. Pires

**Figura 2.** Foto de um banco de macrófitas dominado por *Schoenoplectus californicus* na Lagoa do Peri, Florianópolis, SC, com destaque para a inflorescência desta planta.

principais: a) o efeito filtro que ocorre devido à sedimentação do aporte alóctone, b) o efeito “bombeamento” a partir das raízes das macrófitas com forma biológica fixa que absorvem nutrientes do sedimento e são fundamentais na ciclagem de nutrientes c) e pela própria produtividade primária oriunda das macrófitas (Esteves, 2011). As macrófitas influenciam na ciclagem de nutrientes e no fluxo de energia por intermédio da mineralização e fixação dos detritos alóctones (Pompêo & Moschini-Carlos, 2003).

O desenvolvimento da comunidade de macrófitas é limitado por fatores, como a profundidade da coluna d’água, temperatura e concentração de nutrientes dissolvidos na água e no sedimento (Camargo et al., 2003; Thomaz & Esteves, 2011). Além disso, as flutuações no nível da água também são limitantes na produtividade das macrófitas aquáticas, comprometendo o seu estabelecimento e desenvolvimento no ambiente, causando a morte dos indivíduos (Howard & Harley, 1998; Camargo et al., 2003). Esse fenômeno, bem como a complexidade apresentada pelas macrófitas e a zona litorânea podem influenciar, portanto, no processo de decomposição da matéria orgânica.

A presença das plantas aquáticas torna muito produtiva a zona litorânea proporcionando a colonização por organismos que ao decompor

os detritos, contribuem para a ciclagem de nutrientes e a rápida decomposição da matéria orgânica que se acumula (Tundisi & Matsumura-Tundisi, 2008). É importante ressaltar que a classificação como zona litorânea é apenas didática uma vez que esta seção está em intensas trocas de matéria e energia com outros compartimentos (Esteves & Caliman, 2001).

A decomposição de matéria orgânica é caracterizada por um conjunto de processos químicos, físicos e biológicos que interagem entre si e os seus efeitos combinados são geralmente estudados medindo a perda de massa ao longo do tempo (Gessner et al., 1999). Caracterizada como um processo no qual a matéria orgânica particulada grossa é reduzida e transformada em moléculas mais simples (Webster & Benfield, 1986), a decomposição foliar, em sistemas aquáticos é tradicionalmente dividida em três fases: inicialmente ocorre a lixiviação, que consiste na rápida perda de massa foliar, devido a remoção dos compostos solúveis por ação da água, seguido pelo “condicionamento dos detritos foliares” por microorganismos conferindo-lhes maior palatabilidade e, finalmente, a fragmentação por invertebrados aquáticos (Gessner et al., 1999; Gimenes et al., 2010).

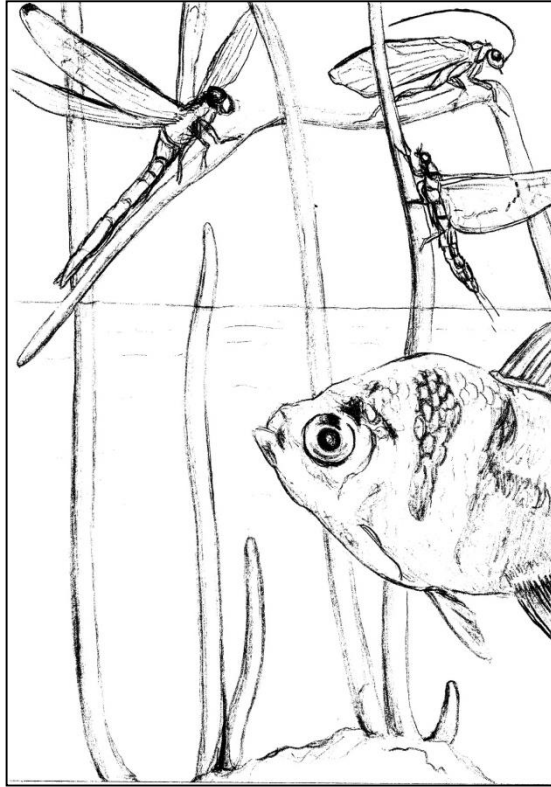
A taxa de decomposição dos detritos foliares é específica para cada espécie vegetal e depende de fatores intrínsecos determinados pelo tamanho, estrutura morfológica e composição química inicial do detrito como lignina, fósforo, nitrogênio e carboidratos (Hieber & Gesner, 2002) e de fatores extrínsecos como temperatura, teor de oxigênio, atividade dos micro-organismos e dos invertebrados e efeitos físicos (ação da água) (Suberkropp & Chauvet, 1995; Graça, 2001; Osono & Takeda, 2001; Cunha-Santino & Bianchini Jr. 2006). Assim, uma complexa interação dos componentes abióticos e bióticos está envolvida no processo contínuo da decomposição da matéria orgânica (Gonçalves Jr. et al., 2006). Como exemplo, o aumento da temperatura (Dang et al., 2009) e da concentração de nutrientes na coluna da água (Parron et al., 2011) estimulam o crescimento, reprodução e o metabolismo dos hifomicetos, promovendo uma maior taxa de decomposição foliar (Ferreira et al., 2006; Suberkropp et al., 2010).

As características químicas do detrito também influenciam as taxas de decomposição foliar, uma vez que folhas com maior conteúdo de compostos estruturais, secundários (como polifenóis) e maior dureza produzem um detrito de baixa qualidade (Ardón & Pringle, 2008) que, portanto dificultará a colonização e crescimento de micro-organismos

decompositores, reduzindo a palatabilidade e o incremento nutricional para invertebrados detritívoros (Schindler & Gessner, 2009).

A entrada de detritos alóctone na zona litoral dos lagos exerce um papel importante na produtividade do ecossistema, fornecendo área de refúgio e alimento para os invertebrados aquáticos (Pope et al., 1999; Kaufmann et al., 2014). A importância dos invertebrados aquáticos para o processo de decomposição varia entre os ambientes e o tipo de detrito, que pode ser favorável ou não à colonização. Ao longo do processo degradativo é comum o aumento na diversidade de organismos, representada por diferentes categorias tróficas e funcionais (Gonçalves Jr. et al., 2003). Essa variação nos grupos encontrados está relacionada com as mudanças na composição química dos detritos, que tornam-se palatáveis e digeríveis com o avanço da decomposição (Swan & Palmer, 2006). Os estudos com ênfase nos processos que ocorrem na zona litoral, como a decomposição e a colonização dos detritos pelos invertebrados, auxiliam no entendimento da interação entre o ambiente terrestre-aquático e o fluxo de energia entre esses compartimentos (Pope et al., 1999).

Muitos invertebrados, principalmente os detritívoros fragmentadores, obtêm energia e nutrientes necessários ingerindo os detritos foliares que tenham sido preferencialmente condicionados por micro-organismos (Graça, 2001). Ao se alimentarem diretamente do tecido foliar, os invertebrados detritívoros, exercem um importante papel na conversão de matéria orgânica particulada grossa em matéria orgânica particulada fina (Cummins et al., 1989; Graça, 2001), contribuindo desta forma para o processo de decomposição ao aumentar a área superficial para a atuação dos micro-organismos (Webster & Benfield, 1986; Graça, 2001). Estes invertebrados aquáticos em sua grande maioria insetos e crustáceos que vivem no fundo de ecossistemas aquáticos durante parte (fase larval) ou toda sua vida e podem estar associados às macrófitas sejam estas para alimentação ou abrigo, influenciando significativamente no processo de decomposição (Figura 3). Alguns destes estão inseridos na categoria trófica de fragmentadores por retalharem partículas grandes de matéria orgânica, como as folhas em decomposição existindo por esta razão muitos estudos que demonstram a importância dos invertebrados aquáticos no processo de decomposição de matéria alóctone (Gimenes et al., 2010).



Valdemar Luiz Staffen

**Figura 3.** Desenho demonstrando parte da biota já adulta presente entre a vegetação aquática com a presença de efeméride, libélula, plecoteria e peixe.

A matéria orgânica alóctone é, geralmente, proveniente da mata ripária que forma corredores ao longo da bacia hidrográfica funcionando como valiosas fontes de energia para as comunidades biológicas, provendo, assim conjuntamente com as macrófitas, habitat e fluxo de energia para os ecossistemas aquáticos. A principal fonte de energia para os ambientes lânticos é autóctone (de dentro da lagoa), porém em ambientes que apresentam baixa quantidade de nutrientes que são ditos ambientes oligotróficos a matéria orgânica alóctone é de grande importância (Hanlon, 1981).

Sendo assim, este estudo teve como objetivo avaliar se a complexidade de habitat gerada pelas macrófitas aquáticas interfere no

processamento de detritos foliares dado pela decomposição foliar e colonização por invertebrados aquáticos. As seguintes hipóteses foram formuladas: i) Uma maior taxa de decomposição deverá ocorrer nos detritos foliares incubados dentro dos bancos de macrófitas aquáticas, devido a maior complexidade de habitat e de nutrientes disponíveis nestas regiões, o que favorecem a presença de organismos decompositores, tais como os invertebrados aquáticos; ii) como muitos dos invertebrados aquáticos são sensíveis à qualidade do habitat, uma comunidade mais diversa e abundante será encontrada nos detritos foliares incubados dentro dos bancos de macrófitas aquáticas.

## **2 OBJETIVO GERAL:**

Verificar se a complexidade do habitat influencia as taxas de decomposição de detritos foliares alóctones e a colonização por invertebrados aquáticos em uma lagoa costeira subtropical.

## **3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

1. Identificar se o processo de colonização de detritos foliares alóctones por invertebrados aquáticos diferem entre os dois diferentes tipos de habitats selecionados;
2. Comparar se as taxas de decomposição dos detritos foliares alóctones diferem entre tempos amostrais e entre as áreas de complexidade dada pela presença ou não de macrófitas.

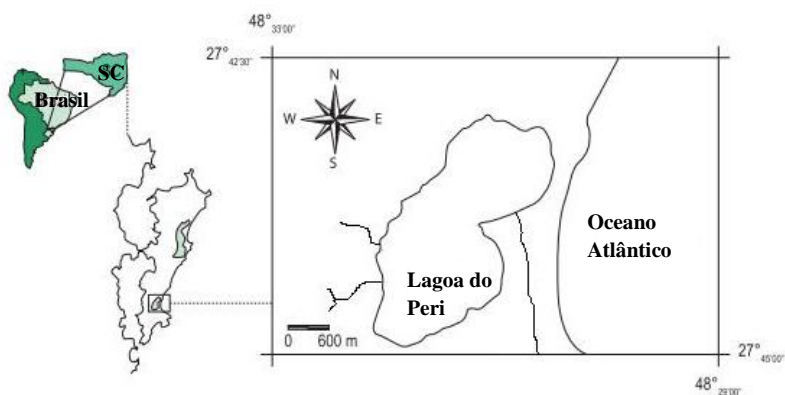


## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 LOCAL DE ESTUDO

A Lagoa do Peri ( $27^{\circ} 44' S$  e  $48^{\circ} 31' W$ ) é o maior manancial de água doce da ilha de Santa Catarina rodeado por morros cobertos por Mata Atlântica e uma restinga típica de vegetação litorânea que por estar 3m acima do nível do mar o separa deste (Lisboa et al., 2011). O clima da região é classificado como subtropical com verões quentes e chuvas bem distribuídas ao longo do ano (Hennemann & Petrucio, 2010).

A bacia hidrográfica da Lagoa do Peri está situada dentro de uma área de proteção ambiental que desde 1981 com a implementação do Parque Municipal da Lagoa do Peri (Lisboa et al., 2011) tem o intuito de preservar os atributos excepcionais da natureza, sendo proibida qualquer atividade de exploração dos recursos naturais. Em contraponto a Lagoa vem sendo utilizada como água de abastecimento para o sul da Ilha (Teive et al., 2008). Sendo a lagoa a fonte principal de abastecimento de água para distritos municipais de Florianópolis tais como Barra da Lagoa, Lagoa da Conceição, Campeche, Morro das Pedras, Armação e Ribeirão da Ilha (Casan, 2014)



**Figura 4.** Localização da Lagoa do Peri, adaptado de Lisboa et al., 2011.

O corpo lacunar apresenta um espelho d'água de 5,07km<sup>2</sup> com profundidade média de 2 a 4m, atingindo 11m na parte mais profunda (Teive et al., 2008). Possui sedimento arenoso em profundidades até 3,5m e lamoso (siltico- argiloso e argilo-siltosos) associados a altos teores de

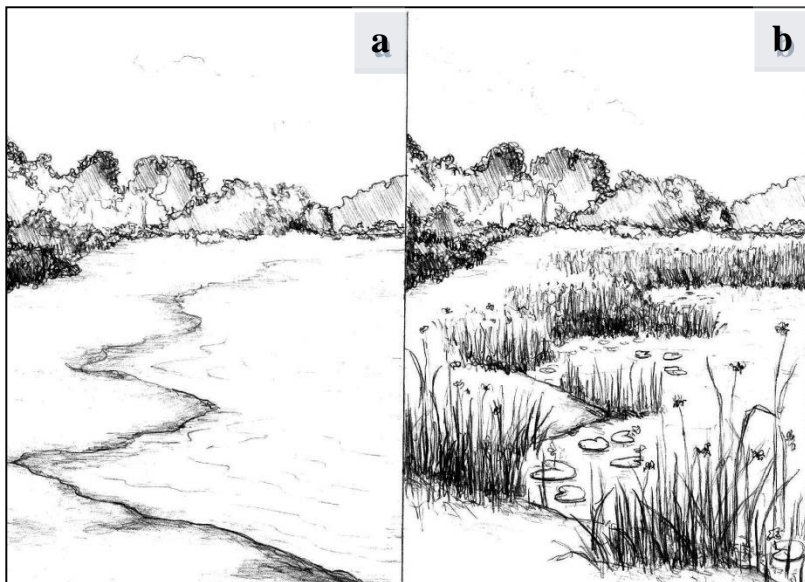
matéria orgânica nos locais mais profundos (Oliveira, 2002). Em sua área litorânea a macrófita aquática emergente mais abundante é *Schoenoplectus californicus* (C.A. Mey.) Soják. Esta espécie apresenta forma biológica fixa e é encontrada em todas as estações do ano, crescendo sobre substrato arenoso, aluvial e orgânico (Soriano, 1999 apud NEMAR, 1999).

#### 4.2 DELINEAMENTO AMOSTRAL

4.2.1 *Seleção dos bancos de macrófitas*: Foram selecionadas três áreas contendo bancos de macrófitas (maior complexidade ambiental) (Figura 5) e outras três áreas distantes a 5m destas onde a comunidade de plantas aquáticas não se estabeleceu (área com menor complexidade ambiental) (Figura 6). Os bancos de macrófitas além da dominância evidente por “Peri” apresentavam também a ocorrência de *Panicum aquaticus*, *Commelina diffusa* e nas regiões mais profundas *Nymphoides indica*.



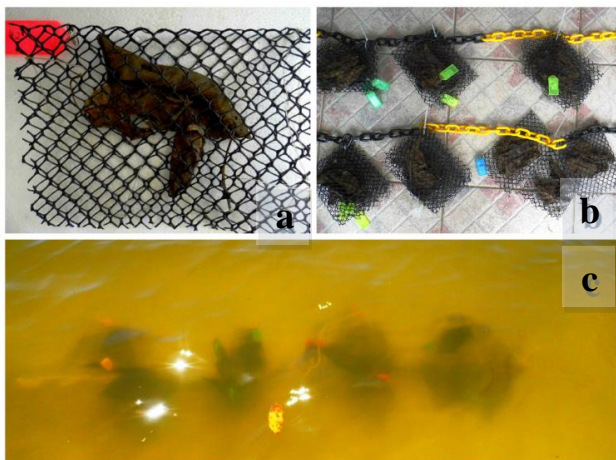
**Figura 5.** Lagoa do Peri, Florianópolis, SC, com os respectivos pontos selecionados para o trabalho de análise nos bancos de macrófitas, sendo eles P1, P2 e P3.



Valdemar Luiz Staffen

**Figura 6.** Desenho demonstrando a diferença da paisagem em áreas sem e com macrófitas, respectivamente quadro **a** e **b**.

**4.2.2 Decomposição da Matéria Orgânica Alóctone:** Para a avaliação do processo de decomposição do detrito foliar e colonização por invertebrados aquáticos foi utilizado o método do *litter bags* (Figura 7). *Litter bags* são pacotes com comprimento de 15 x 15 cm e abertura de malha de 1cm onde folhas senescente provenientes da vegetação ripária foram incubadas por um tempo máximo de 45 dias, sendo retiradas em intervalos de tempo de 7, 15, 30 e 45 dias. Foram selecionadas folhas de *Ficus eximia* Schott (Moraceae) para a realização do experimento. Esta espécie foi selecionada uma vez que apresenta grande abundância na mata ripária da Bacia Hidrográfica da Lagoa do Peri (Lisboa, 2014 *in prelo*).



Jéssica da R. Pires

**Figura 7.** a) *Litter bag* utilizado no experimento, b) disposição para incubação dos litters e c) estrutura dos *litters bags* já incubados no ambiente aquático lântico. Fotos: acervo do autor.

Para a coleta dos detritos foliares de *Ficus*, foram montadas redes (malha de 0,5 a 10 mm) de 1 m<sup>2</sup> com 10 cm de altura de aba, suspensas a 1 m do solo na região da mata ripária da lagoa (Figura 8).

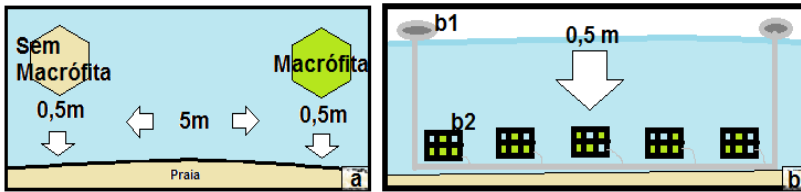
Toda a matéria orgânica vegetal acumulada nos coletores durante um período de 30 dias foi retirada e armazenada em sacos plásticos devidamente identificados. Em laboratório, foram pesados 3g de folhas da espécie selecionada e inseridos dentro dos *litter bags*. Os pacotes de folhas foram incubados na região litorânea da lagoa a uma profundidade aproximada de 0,5 m nas duas estruturas de habitat selecionadas. Os *litters bags* foram distribuídos em correntes e fixados ao solo por vergalhões de ferro (Figura 7b e 7c). Todos os *litter bags* foram distribuídos aleatoriamente em seis correntes, sendo três réplicas para cada um dos 4 tempos amostrais, totalizando 12 *litter bags* em cada corrente.



**Figura 8.** Desenho e foto demonstrando a rede para coleta de detritos foliares da mata ripária. Estes detritos foram utilizados para incubação nos pontos selecionados na Lagoa do Peri.

*4.2.3 Estrutura do habitat:* Para avaliar a influência da estrutura do habitat no processo de decomposição e colonização foram incubados 36 *litter bags* dentro do banco de macrófitas aquáticas e outros 36 *litter bag* fora destes distantes cerca de 5 metros, paralelamente para evitar a interferência da profundidade no processo. Após cada tempo amostral os detritos foliares foram retirados do campo e levados ao laboratório.

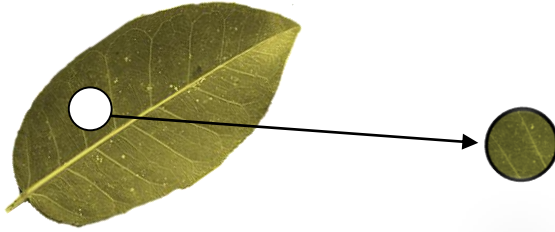
*In situ*, foram aferidas a temperatura da água ( $^{\circ}\text{C}$ ), condutividade elétrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), pH e oxigênio dissolvido ( $\text{mg}/\text{L}$ ) através de uma sonda multiparâmetros. Com o auxílio de uma garrafa de plástico foi coletado 1L de água em cada ponto. A água coletada foi utilizada para a determinação das concentrações de nutrientes (nitrito, nitrato, amônia, nitrogênio total, fósforo solúvel reativo e fósforo total) com o emprego de métodos espectrofotométricos clássicos e bastante utilizados em estudos limnológicos.



**Figura 9.** Esquemas da metodologia que foi aplicada no estudo da influência das macrófitas aquáticas na Lagoa do Peri, Florianópolis, SC. a) Esquema da distância do banco de macrófita e da região sem macrófitas além da profundidade média, e em b) esquematização da metodologia dos litter bags, sendo em **b1** vergalhões de ferro e **b2** litter bags.

4.2.4 *Colonização e decomposição dos detritos:* Após a retirada dos litter bags da água, estes foram levados ao laboratório e as folhas lavadas em peneira com abertura de malha de 0,21 mm para facilitar a retiradas dos invertebrados aquáticos que colonizaram o detrito. Após a lavagem o material biológico que ficou retido na peneira foi fixado em álcool 70% para posterior triagem e identificação. A identificação foi realizada com auxílio de lupa estereoscópica até o menor nível taxonômico possível, segundo bibliografia especializada (Fernández & Domínguez, 2001; Mugnai & Baptista, 2010). Após a identificação os invertebrados aquáticos foram classificados de acordo com as categorias tróficas utilizadas por Kovalenko et al. (2014) e Ramírez & Gutiérrez-Fonseca (2014): Herbívoros, Detritívoros, Carnívoros e Onívoros.

Após este procedimento, foi escolhida aleatoriamente uma folha de litter bag da qual foi retirado três discos com o uso de um cortador de discos com 12 mm de diâmetro, para análise de massa seca livre de cinzas (MSLC) (Figura 10). O conjunto de discos formado foi seco em estufa por 72 horas a 70°C e depois pesado. Posteriormente o mesmo conjunto de discos foi incinerado a 550 °C durante 4 horas em mufla sendo novamente pesado. A determinação da perda de peso foi realizada pela diferença de peso seco a partir do peso inicial (Graça et al., 2005).



**Figura 10.** Esquema demonstrando a retirada de disco de folha de *Ficus* sp.

As folhas restantes e mais as que foram cortadas os discos foram colocadas em bandejas de alumínio e secas em estufa a 60 °C por 72 h, para determinação do peso seco. Posteriormente as folhas foram trituradas para a análise da composição química dos detritos.

*4.2.5 Composição química dos detritos:* Foram analisadas a composição química dos detritos como o conteúdo de polifenóis totais, nitrogênio e carbono. Na avaliação da concentração de polifenóis o material foi imerso em acetona 50%, centrifugado e posteriormente retirado o sobrenadante. Após, acrescida solução de NaOH (0,1 N em Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (2%), água destilada e Folin Denis, para leitura em espectrofotômetro (725 nm) (Bärlocher & Graça, 2005). O teor de nitrogênio foi determinado após digestão da matéria orgânica em ácido sulfúrico concentrado. O pH foi ajustado entre 5 e 8 para adição dos reagentes A (fenol, Água deionizada e Nitroprussiato de Sódio) e B (Hidróxido de Sódio e água deionizada) e medição da absorbância em espectrofotômetro (630 nm) (Flindt & Lillebo, 2005).

A partir do resultado da massa seca livre de cinzas foi estimada a quantidade do carbono através da multiplicação da MSLC por 0.53 (Wetzel, 1983).

### 4.3 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

As taxas de decomposição foliar foram calculadas com os dados logarítmizados através do modelo exponencial negativo  $W_t = W_0 e^{-kt}$ ,

onde  $W_t$  é o peso remanescente no tempo  $t$  (em dias),  $W_0$  é o peso inicial, e  $k$  é o coeficiente de decomposição (Webster & Benfield, 1986). Para verificar se houve diferenças nas taxas de decomposição foliar e nas variáveis físico-químicas da água entre as áreas selecionadas foi aplicado um teste  $t$ . Para verificar se houve diferenças significativas nas taxas de decomposição foliares entre os tempos amostrais foi realizada uma análise de variância *one way* (Anova), seguida do teste de Tukey.

O método de rarefação foi usado para comparar a riqueza entre às áreas arenosas e bancos de macrófitas. As curvas de rarefação foram geradas com base em 1.000 aleatorizações pelo programa Past (Hammer et al., 2001).

A estrutura da comunidade foi mensurada através da similaridade de Bray-Curtis com posterior ordenação (do escalonamento multidimensional não-métrica - NMDS). Para verificar se a comunidade diferiu entre as áreas foi utilizada a análise de similaridade (ANOSIM *one-way*). A relação entre as variáveis abióticas e os dados de abundância e composição taxonômica dos invertebrados aquáticos foi realizada através da análise BIOENV. Tais análises foram realizadas nos programas estatísticos R e Statistica 12 trial.



## 5 RESULTADOS

### 5.1 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DA ÁGUA

As características físico-químicas da água foram semelhantes entre as duas áreas de estudos ( $P>0.05$ ) (Tabela 1). As profundidades nas diferentes áreas selecionadas variaram igualmente, chegando a uma profundidade máxima de 50 cm na área escolhida sem a presença de vegetação aquática e máxima de 43 cm na área com macrófitas aquáticas. A profundidade mínima encontrada no período do estudo foi de 12 cm e de 13 cm em áreas sem e com vegetação aquática, respectivamente. As variáveis abióticas variaram dentro dos tempos amostrais, com variações significativas na condutividade elétrica (ANOVA, arenoso  $F(3, 8)=26.382$ ,  $p=.00017$  e macrófita  $F(3, 8)=51.496$ ,  $p=.00001$ ) e oxigênio dissolvido (ANOVA, arenoso  $F(3, 8)=11.191$ ,  $p=.00310$  e macrófita  $F(3, 8)=5.0987$ ,  $p=.02912$ ).

As variáveis químicas da água não apresentaram diferenças significativas ( $P>0.05$ ) para Amônia, Nitrito, Nitrato, Fósforo Total (P-Total) e Nitrogênio Total (N-Total) mesmo para concentrações de Fósforo onde se teve uma concentração maior para áreas com macrófitas ( $3,37 \pm 2,10$  mg/L) que em áreas arenosas ( $1,52 \pm 1,10$  mg/L).

### 5.2 DECOMPOSIÇÃO DOS DETRITOS FOLIARES

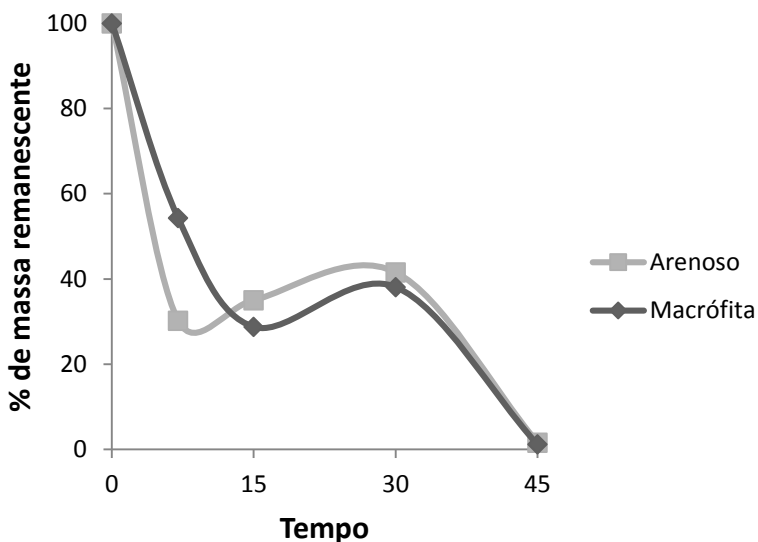
Foram observadas que as perdas de massa dos detritos foliares, apresentaram valores decrescentes até o 15 dia de incubação (arenoso  $k=0,0813$  dia<sup>-1</sup> e macrófita  $k=0,0958$  dia<sup>-1</sup>) (Figura 11). As curvas de decaimento da matéria orgânica entre o tempo 15 e 30 evidenciaram que houve um incremento de massa de 9,34% nos detritos foliares de *Ficus eximia* na área com macrófitas e de 6,50% em áreas sem a presença da vegetação aquática. É importante ressaltar que os experimentos de dois locais sem a presença de vegetação foram perdidos no tempo de 30 dias deixando assim os dados sensíveis.

**Tabela 1.** Parâmetros físico-químicos da água em áreas sem (Arenoso) e com a presença de vegetação aquática (Macrófita) na Lagoa do Peri, Ilha de Santa Catarina, SC.

	Arenoso				Macrófita				<i>t</i> **
	Min	Máx	Média	DP	Min	Máx	Média	DP	
Profundidade (cm)	11,67	50	35,43	12,49	13,33	43,66	33,96	8,10	0,34
Condutividade (mS/cm)	69,4	73,4	71,89	1,32	69,2	73,5	71,79	1,68	0,16
O2 dissolvido (mg/L)	7,7	8,75	8,36	0,31	7,64	8,92	8,19	0,39	1,14
Temperatura (°C)	20,3	23,7	22,61	0,93	20,3	24	22,59	0,91	0,05
Fósforo (mg/L)	0,75	3,21	1,52	1,10	1,061	6,290	3,37	2,10	-1,90
Amônia (mg/L)	2,023	4,07	2,89	0,71	1,393	4,702	2,81	1,22	0,13
Nitrito (mg/L)	0,022	0,12	0,08	0,03	0,054	0,166	0,11	0,04	-1,57
Nitrato (mg/L)	3,77	6,99	4,75	1,24	3,761	5,374	4,56	0,74	0,30
P-total (mg/L)	18,77	20,27	19,11	0,59	18,042	18,806	18,62	0,29	1,80
N-total (mg/L)	405,89	407,26	406,2	0,54	405,22	405,92	405,75	0,27	1,80

\*Min= Mínimo; Máx= Máximo; DP= Desvio Padrão. \*\*Valores de t para análise entre as áreas.

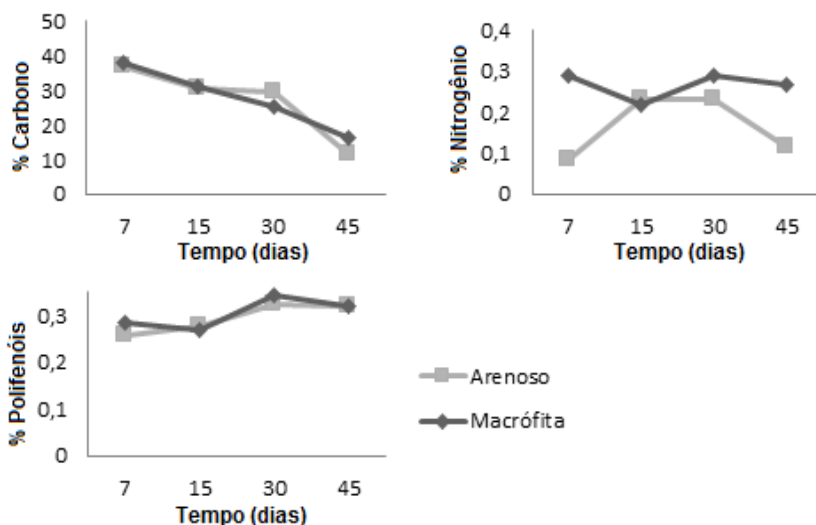
No final do experimento (45 dias) houve perda representativa dos detritos foliares incubados, com uma perda de 98,4% ( $k=0,0979 \text{ dia}^{-1}$ ) em ambiente arenoso e de 98,82% em ambiente com a presença de macrófitas ( $k=0,0983 \text{ dia}^{-1}$ ). Entre os tempos amostrais nas duas áreas houve diferenças significativas (ANOVA  $F(3, 28)=9.3868$ ,  $p=.00019$ ) na taxa de decomposição. Devido à inexistência de diferenças significativas entre as variáveis ambientais levantadas em cada área amostrada, testes para demonstrar a influência destas variáveis na decomposição não foram realizados.



**Figura 11.** Porcentagem de perda de massa remanescente de *Ficus eximia* durante o período de 45 dias em áreas com a presença de vegetação aquática (Macrófita) e sem a vegetação (Arenoso).

### 5.3 QUALIDADE DOS DETRITOS

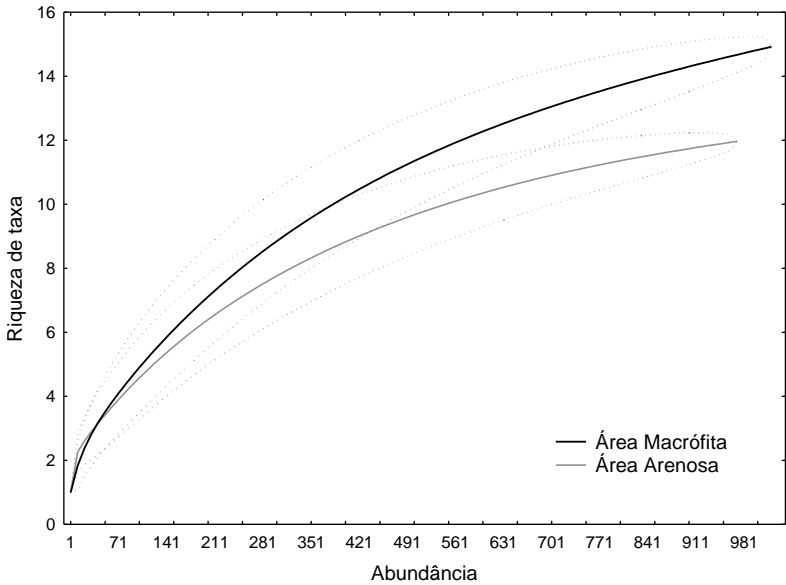
A análise da composição química dos detritos foliares durante os tempos amostrais mostrou que houve um decréscimo no percentual de carbono de 40% no tempo 7 até aproximadamente 10% no tempo 45 em ambas áreas incubadas (Figura 12). Na concentração de nitrogênio (Figura 12) as áreas com vegetação aquática apresentaram um percentual de nitrogênio um pouco maior do que as áreas arenosas. As taxas de polifenóis totais (Figura 12) apresentaram taxas próximo a 3% em ambas áreas não tendo diferença significativa.



**Figura 12.** Concentração de carbono, nitrogênio e polifenóis totais (%) do detrito foliar durante o tempo amostral de dias em áreas com a presença de vegetação aquática (Macrófita) e sem a vegetação (Arenoso).

#### 5.4 COLONIZAÇÃO DOS DETRITOS

Um total de 1594 espécimes de três diferentes filos colonizaram o material alóctone incubado, destes 986 foram encontrados nos *litter bags* localizados em áreas selecionadas de baixa complexidade e 1039 espécimes nos pontos com macrófitas aquáticas. O ambiente arenoso apresentou uma maior colonização inicial que as áreas com macrófitas que tiveram menos da metade da abundância total. Quanto aos táxons colonizadores, 15 grupos taxonômicos colonizaram os detritos incubados em macrófitas e 12 estavam presentes no ambiente arenoso (Tabela 2). A análise de rarefação também mostrou maior riqueza nos bancos de macrófitas (Figura 13).



**Figura 13.** Análise de rarefação comparando a riqueza de taxa de invertebrados aquáticos em áreas com macrófitas e áreas arenosas. As linhas pontilhadas correspondem a rarefação em torno da curva.

**Tabela 2.** Classificação taxonômica, categoria trófica, abundância total e porcentagem total (%Total) por taxa de invertebrados aquáticos presentes em detritos foliares ao longo do período de incubação em habitat com diferentes complexidades, sendo eles arenoso e macrófitas em uma lagoa subtropical.

	<b>Categorias Tróficas</b>	<b>Arenoso</b>				<b>Macrófita</b>				<b>Total</b>
<i>Tempos amostrais</i>		7	15	30	45	7	15	30	45	%
<b>Mollusca</b>										
Gastropoda										
Hydrobiidae	Det	1	0	0	0	0	1	1	1	0,2
<b>Arthropoda</b>										
Chelicerata										
Acari	Car	3	2	0	0	1	0	0	0	0,3
Malacostrada										
Amphipoda										
Dogielinotidae	Det	0	0	0	0	0	0	2	1	0,15
Tanaidacea										
Kalliapseudidae	Det	107	68	9	19	2	8	15	33	13
Decapoda										
Palaemonidae	Det	1	2	0	0	1	4	1	1	0,5
Hexapoda										
Collembola	Det	0	0	0	1	0	2	0	0	0,15
Ephemeroptera										

Baetidae	Det	5	3	1	0	2	0	3	0	0,7
Leptophebiidae	Det	1	2	0	0	0	0	4	0	0,35
Odonata										
Protoneuridae	Car	1	0	0	0	0	0	0	0	0,05
Lestidae	Car	0	0	0	0	0	1	0	0	0,05
Coleoptera										
Gyrinidae	Car	0	0	0	0	0	1	0	0	0,05
Trichoptera										
Polycentropodidae	Oni	2	0	0	0	0	1	1	0	0,2
Hydroptilidae	Hbi	0	0	0	0	0	1	0	0	0,05
Diptera										
Chironomidae	Oni	227	420	40	62	156	82	314	393	84
Empididae	Car	1	2	0	0	0	0	0	1	0,2
<b>Annelida</b>										
Oligochaeta	Det	2	0	0	0	0	0	2	1	0,25
<b>Abundância Total</b>		<b>351</b>	<b>499</b>	<b>50</b>	<b>82</b>	<b>162</b>	<b>101</b>	<b>343</b>	<b>431</b>	
<b>Riqueza Total</b>		<b>12</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>7</b>	

\* Det= Detritívoro; Car= Carnívoro; Oni= Onívoro; Hbi= Herbívoro (Ramirez & Gutiérrez-Fonseca, 2014; Kovalenko et al., 2014)

Os táxons mais abundantes foram Chironomidae (Diptera) com 84% da abundância total, família dominante tanto ambientes com e sem vegetação, seguido de Kalliapseudidae (Tanaidacea) que correspondeu 13% da abundância total. Destes 13% de Tanaidacea 77,8% foram encontrados nos pontos arenosos.

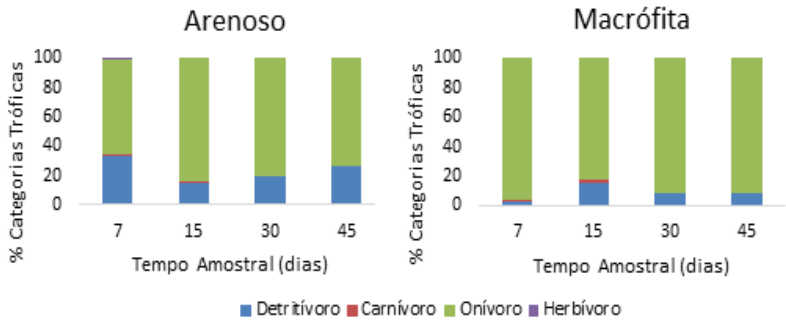
Os táxons Protoneuridae (Odonata) e Hydroptilidae (Trichoptera) foram observados apenas nos ambientes sem macrófitas aquáticas diferentemente de Lestidae (Odonata), Gyrinidae (Coleoptera) e Dogielinotidae (Amphipoda) que só foram encontrados em regiões com maior complexidade (macrófitas aquáticas).

Na análise, quando possível, a nível taxonômico de gênero dos espécimes que colonizaram os pacotes de detritos vegetais foram encontrados *Macrobranchium* (Decapoda), os hexápodes *Farrodes* (Leptophlebiidae), *Americabaetis*, *Aturbina* e *Cloeodes* (Baetidae) pertencentes à ordem Ephemeroptera e *Cyrnellus* (Polycentropodidae) e *Neoneura* (Protoneuridae) pertencentes às ordens Trichoptera e Odonata respectivamente.

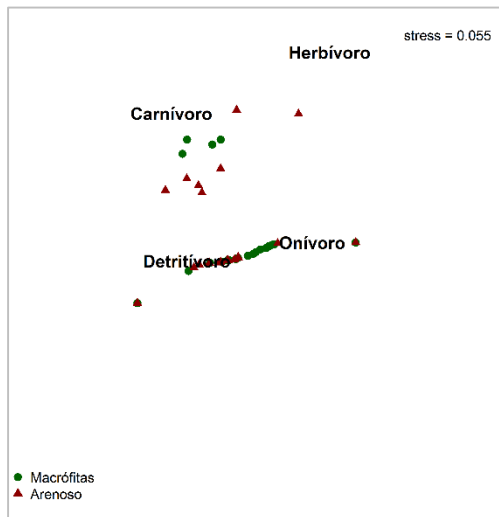
Quanto as categorias tróficas, houve uma dominância de onívoros tanto em ambientes arenosos (média de 77,50%) quanto na presença de macrófitas (média de 91,33%) (Figura 14), reflexo da alta abundância de indivíduos da família Chironomidae. A segunda categoria trófica mais abundante foi classificada como detritívora, composta principalmente por “tanaidaceos” pertencente à família Kalliapseudidae.

A estrutura da comunidade de invertebrados aquáticos no experimento foi similar entre as duas áreas, porém maior abundância de onívoros foi observada no ambiente com macrófitas e detritívoros em ambiente arenoso (NMDS) (Figura 15). A correlação de Spearman utilizando a metodologia BioEnv mostrou que nenhuma variável ambiental mensurada (variáveis da água e qualidade do detrito) influenciaram a estrutura trófica das comunidades de invertebrados aquáticos.





**Figura 14.** Porcentagem da composição de invertebrados aquáticos classificados por categorias tróficas (Detritívoros, Carnívoros, Onívoros e Herbívoros) nos diferentes tempos amostrais (dias) nas duas áreas amostrais (arenoso e macrófita) na zona litorânea da Lagoa do Peri.



**Figura 15.** Ordenação NMDS para a estrutura da comunidade de invertebrados aquáticos em categorias tróficas entre as áreas arenosa e com macrófitas na Lagoa do Peri.

## 6 DISCUSSÃO

A complexidade do habitat ocasionada pela vegetação aquática não influenciou o processamento da matéria orgânica, através da decomposição, apenas atuou na riqueza e estrutura trófica da comunidade aquática. As variáveis ambientais mensuradas também não diferiram entre as duas áreas refutando uma das hipóteses formuladas. Os resultados encontrados quanto a decomposição pode ser reflexo do desenho amostral adotado, principalmente quanto a distância entre os bancos de macrófitas e as áreas arenosas. As áreas selecionadas para incubação dos *litter bags* estavam distantes uma das outras por 5m, seriam necessários assim, experimentos para demonstrar qual a distância adequada entre as áreas, pois, há possibilidade de migração de invertebrados e carregamento de nutrientes pela água tanto entre compartimentos quanto dentro de um próprio banco de macrófitas (Marklund et al., 2001).

Muitos estudos têm mostrado que a estrutura do habitat é o fator determinante para a comunidade aquática e conseqüentemente no processamento de matéria orgânica, inclusive sendo mais importante que fatores relacionados à química da água e variáveis ambientais de maior escala (Heino, 2000, Astorga et al., 2014). A variação das variáveis físico-químicas se deu entre os tempos amostrais e dentro destes apenas nos valores de condutividade elétrica e oxigênio dissolvido o que provavelmente está ligado com a ocorrência de ondas na água devido a presença de vento que realiza assim revolvimento do sedimento e aumento de íons e oxigênio dissolvido na água também podendo estar relacionada com a distribuição e ocorrência de macrófitas aquáticas na lagoa (Ogdahl & Steinman, 2015), entretanto não havendo diferenças entre áreas arenosas e com vegetação aquática.

A vegetação aquática presente na lagoa é composta predominantemente de espécies com poucos nós e poucas variações de forma, como *Schoenoplectus californicus* (Peri). Desse modo, a formação dos bancos de macrófitas da Lagoa do Peri difere quanto a produtividade e complexidade de outros bancos estudados. Tais bancos apresentam formação vegetacional com estruturas mais complexas, com mais espaço e nós, criando estruturas que podem ser utilizados por organismos maiores, bem como refúgios inacessíveis a esses organismos onde as espécies menores ou fases da vida de uma mesma espécie podem persistir (Ferreiro et al., 2011; St. Pierre & Kovalenko, 2014).

Quanto ao processo de decomposição ao longo do tempo, os resultados mostraram que a maior perda de massa aconteceu nos primeiros tempos de incubação em ambas áreas. Esta constatação está associada com a fase de lixiviação do processo, onde ocorre a remoção abiótica de compostos lábeis e de baixo peso molecular do detrito foliar podendo até ocorrer nas primeiras 24 horas de incubação (Gessner et al., 1999; Gimenes et al., 2010). O incremento de massa observado no período de 30 dias de incubação naturalmente está associado a uma taxa de colonização por hifomicetos aquáticos mais efetiva (Ferreira et al., 2006; Suberkropp et al., 2010), tornando o detrito foliar mais palatável e mais suscetível ao processo de mineralização no tempo 45 onde 98% da massa do detrito foliar foi perdida. Através do decaimento da massa e os valores da taxa de decomposição ( $k$ ) o processamento do detrito de *Ficus eximia* foi classificado como rápido (Petersen & Cummins, 1974) e os valores foram semelhantes a outras espécies do mesmo gênero em diferentes ambientes (Gimenes et al., 2010). No entanto, vale lembrar que no decorrer dos experimentos alguns *litter bags* foram retirados da água pela população do entorno da lagoa que visitam o local para atividades de lazer, o que pode ter comprometido os resultados obtidos.

A qualidade química do detrito foliar nos diferentes tempos de incubação foi similar ao encontrado na ciência (Tonin et al., 2014), com uma queda acentuada na porcentagem de carbono ao longo do processo, devido a decomposição. Já os valores de nitrogênio variaram entre as áreas, havendo um acréscimo de nitrogênio entre 7 e 30 dias nas áreas arenosas e valores mais constantes nos locais de macrófitas. O nitrogênio é responsável pela maior palatabilidade do detrito foliar (Leroy & Mark 2006), assim este resultado indica que nos bancos de macrófitas os detritos se tornam mais rapidamente palatáveis a fauna aquática. Valores de polifenóis totais, que são compostos secundários, foram estáveis ao longo do processo, não interferindo no retardando das taxas de decomposição foliar (Gonçalves Jr. et al. 2006; Foucreau et al. 2013) e na colonização por invertebrados devido ao efeito repelente (Hepp et al, 2008).

A riqueza de invertebrados aquáticos nas áreas com macrófitas foi a maior entre as áreas estudadas o que corrobora com a segunda hipótese levantada. A complexidade de habitat proporcionada pela vegetação aquática condiciona locais de refúgio, alimentação e reprodução o que consequentemente relaciona com a maior riqueza encontrada dada a possibilidade de diferentes nichos e coexistência de várias espécies

(Nessimian & de Lima, 1997; Kouamé et al., 2011). Uma maior diversidade na zona litorânea da Lagoa do Peri já havia sido encontrada por Lisboa (2011) e associada possivelmente com a ocorrência de macrófitas.

Os insetos chironomídeos colonizaram rapidamente os detritos, o que não causa surpresa, pois tanto em ambientes lênticos quanto lóticos este táxon é dominante (Pope et al., 1999). A rápida colonização é decorrente do contato do *litter bag* com o sedimento que facilita a o deslocamento dos indivíduos (Silveira et al., 2013). Chironomidae apresenta uma família de grande abundância e riqueza, com cerca de 379 espécies descritas para o Brasil (Mendes & Pinho, 2014), assim representam componentes de muitas teias alimentares, pois são predados por peixes e outros invertebrados aquáticos (Ferreiro et al., 2011). Estes organismos são enquadrados em diversas categorias tróficas alimentares entre elas a fragmentação do detrito foliar que utilizam como fonte de energia (Callisto et al., 2007), desse modo neste estudo foram classificados como onívoros (Sanseverino & Nessimian, 2008). Onívoros estabeleceram relação com as áreas com macrófitas, porém, as larvas de Chironomidae que foram os onívoros mais representativos também são os mais abundantes consumidores associados a decomposição dos detritos foliares, (Gonçalves Jr. et al., 2006), interferindo na decomposição, raspando ou minando a superfície dos vegetais (Rosemond et al., 1998). Geralmente, as larvas de Chironomidae apresentam uma distribuição agregada com altas densidades (Schmid, 1993) o que contribuem ainda mais para sua representatividade na área.

Os invertebrados classificados como detritívoros consomem diretamente os detritos foliares, influenciando o processo de decomposição. Neste estudo, os detritívoros foram representados em sua maioria por tanaídeos. Apenas uma espécie de tanaídeos é registrada para o Brasil (Jaume & Boxshall, 2008) e compõem grande parte da abundância relativa de invertebrados aquáticos na Lagoa do Peri (Lisboa et al., 2011). Tais crustáceos detritívoros desempenham funções importantes em ecossistemas aquáticos, entre elas aceleram o processo de decomposição (Covich et al., 1999) e podem ter contribuído assim para que o processamento da matéria na área arenosa tenha sido também acelerado.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados obtidos em uma lagoa subtropical oligotrófica evidenciaram que os bancos de macrófitas, como componente de complexidade do habitat e de produtividade do sistema, não influenciaram de forma significativa o processo de decomposição de detritos foliares, no entanto parecem ser determinantes para a riqueza e estrutura trófica da comunidade de invertebrados aquáticos.

No ambiente lântico, o processo de decomposição de *Ficus eximia* ocorreu em apenas 45 dias de incubação, onde praticamente todo detrito foliar foi decomposto e que no tempo de 30 dias há uma maior colonização por micro-organismos, o que difere dos dados encontrados em outros ecossistemas brasileiros.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARDÓN, M. & PRINGLE, C.M. 2008. Do secondary compounds inhibit microbial- and insect-mediated leaf breakdown in a tropical rainforest stream Costa Rica? *Oecologia*, v.155, p. 311-323.

ASTORGA A., DEATH R., DEATH F., PAAVOLA R., CHAKRABORTY M. & MUOTKA T. 2014. Habitat heterogeneity drives the geographical distribution of beta diversity: the case of New Zealand stream invertebrates. *Ecology and Evolution*, v.4, p. 2693-2702.

BÄRLOCHER, F. 2005. Leaching. In: GRAÇA, M.A.S. BÄRLOCHER, F., GESSNER, M.O. (eds.). *Methods to Study Litter Decomposition: A Practical Guide*. Springer, Dordrecht, The Netherlands, p. 33-36.

CALLISTO, M., GONÇALVES JR., J.F. & 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*, v.24, p. 442-448.

CAMARGO, A.F.M.; PEZZATO, M.M. & HENRY-SILVA G.G. 2003. Fatores limitantes à produção primária de macrófitas aquáticas. In: THOMAZ, S.M.; BINI, L.M. *Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas*. Maringá EDUEM. p. 59-83

CASAN. 2014. Companhia Catarinense de Águas e Saneamento. Mananciais da Ilha: abastecimento de água atual da ilha. Disponível em: <<http://www.casan.com.br/menu-conteudo/index/url/manancias-da-ilha#0>>. Acesso em: 25 jan. 2015.

CHAMBERS, P.A., LACOULD, P., MURPHY, K.J. & THOMAZ, S.M. 2008. Global diversity of aquatic macrophytes in freshwater. *Hydrobiologia*, v.595, p.9-26

CORSINO, B., BOEGER, M.R.T., MARANHO, L.T. 2013. Arquitetura do escapo de *Schoenoplectus californicus* (CA Mey.) Soják. *Iheringia*, v. 68, n. 1, p. 27-35.

COVICH, A.P., PALMER, A.M. & CROWL T.A. 1999. The Role of Benthic Invertebrate Species in Ecosystems: Zoobenthic species influence energy flows and nutrient cycling. *BioScience*, v. 49, n. 2, p. 119-127.

CUMMINS, K. W. 1989. The study of stream ecosystems: a functional view. Em: POMEROY L. R. & ALBERTS, J. J. (Ed.). *Concepts of ecosystem ecology*. New York: Spring Verlag, p.247-262.

CUNHA-SANTINO, M.B. & BIANCHINI JR., I. 2006. Modelos matemáticos aplicados aos estudos de decomposição de macrófitas aquáticas. *Oecologia Brasiliensis*, v.10, p.154-164.

DANG, C. K.; SCHINDLER, M.; CHAUVET, E. & GESSNER, M. O. 2009. Temperature oscillation coupled with fungal community shifts can modulate warming effects on litter decomposition. *Ecology*, v.90, n.1, p. 122-131.

ESTEVEES, F.A. 2011. Fundamentos em Limnologia. 3ª ed. Rio de Janeiro: Interciência, 575p.

ESTEVEES, F.A. & CALIMAN, A. 2011. Águas continentais: características do meio, compartimentos e suas comunidades. In: Fundamentos em Limnologia. (Coord. F.A. Esteves), Interciência, Rio de Janeiro, p.113-118.

FERNÁNDEZ, HR. & DOMÍNGUEZ, E. 2001. Guía para la determinación de los artrópodos bentônicos sudamericanos. Tucumán: Editorial Universitaria de Tucumán. 282pp.

FERREIRA, V., GULIS, V. & GRAÇA, M. A. S. 2006. Whole-stream nitrate addition affects litter decomposition and associated fungi but not invertebrates. *Oecologia*. v.149, p. 718-729

FERREIRO, N., FEIJOÓ, C., GIORGI, A. & LEGGIERI, L. 2011. Effects of macrophyte heterogeneity and food availability on structural parameters of the macroinvertebrate community in a Pampean stream. *Hydrobiologia*, v. 664, p. 199-211.

FLINDT, M.R. & LILLEBO, A.I. 2005. Determination of total nitrogen and phosphorus in leaf litter. In: GRAÇA, M.A.S., BÄRLOCHER, F., GESSNER, M.O. (Eds.), Methods to Study Litter Decomposition. Methods to Study Litter Decomposition. A Practical Guide., p.53-60.

FOUCREAU N., PISCART C., PUIJALON S. & HERVANT F. 2013. Effect of Climate-Related Change in Vegetation on Leaf Litter Consumption and Energy Storage by *Gammarus pulex* from Continental or Mediterranean Populations. *PLoS ONE*, v.8, n.10.

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

GIMENES, K. Z.; CUNHA-SANTINO, M. B. & BIANCHINI JR, I. 2010. Decomposição de Matéria Orgânica alóctones e autóctones los Ecosistemas Aquáticos. *Oecologia Australis*, v 14, n. 4, p. 1036-1073.

GONÇALVES JR., J.F., FRANÇA, J.S. & CALLISTO, M. 2006. Dynamics of allochthonous organic matter in a tropical Brazilian

headstream. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v.49, p.967-973.

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

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

GRAÇA, M.A.S., BÄRLOCHER, F. & GESSNER, M.O. (EDS.), 2005. Methods to Study Litter Decomposition Methods to Study Litter Decomposition: A Practical Guide. Springer, New York, 329p.

HAMMER, O., HARPER, D.A.T., & RYAN, P.D. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica*, v.4, n.1, 9p.

HANLON, R.D.G. 1981. Allochthonous plant litter as a source of organic material in an oligotrophic lake (Llyn Frongoch). *Hydrobiologia*, v.80, n.3, p.257-261.

HEINO, J. 2000. Lentic macroinvertebrate assemblage structure along gradients in spatial heterogeneity, habitat size and water chemistry. *Hydrobiologia*, v.418, p.229-242.

HENNEMANN, M.C. & PETRUCIO, M.M. 2010. Spatial and temporal dynamic of trophic relevant parameters in a subtropical coastal lagoon in Brazil. *Environmental Monitoring and Assessment*, v.181, n. 1-4, p. 347-361.

HEPP, L.U., BIASI, C., MILESI, S.V., VEIGA, F.O. & RESTELLO, R.M. 2008. Chironomidae (Diptera) larvae associated to *Eucalyptus globulus* and *Eugenia uniflora* leaf litter in a Subtropical stream (Rio Grande do Sul, Brazil). *Acta Limnologica Brasiliensia*, v.20, p.345-350.

HIEBER, M. & GESSNER, M.O. 2002. Contribution of stream detritivores, fungi, and bacteria to leaf breakdown based on biomass estimates. *Ecology*, v.83, p.1026-1038.

HOWARD, G.W. & HARLEY, K.L.S. 1998. How do floating aquatic weeds affect wetland conservation and development? How can these effects be minimised? *Wetlands Ecology and Management*, v.5, p.215-225.



JAUME, D. & BOXSHALL, D.A. 2008. Global diversity of cumaceans & tanaidaceans (Crustacea: Cumacea & Tanaidacea) in freshwater. *Hydrobiologia*, v.595, p.225-230.

KAUFMANN, P.R., HUGHES, R.M., SICKLE, J.V., WHITTIER, T.R., SEELIGER, C.W., PAULSEN, S.P. 2014. Lakeshore and littoral physical habitat structure: A field survey method and its precision. *Lake and Reservoir Management*, v.30, n.2, p.157-176.

KOUAMÉ, M.K., EDIA, E.O., DACOSTA, S.K., OUATTARA, A. & GOURÈNE, G. 2011. Macroinvertebrate communities associated with macrophyte habitats in a tropical man-made lake (Lake Taabo, Côte d'Ivoire). *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, v.400, n.3.

KOVALENKO K.E., BRADY V.J., CIBOROWSKI J.J.H., ILYUSHKIN S., JOHNSON L.B. 2014. Functional Changes in Littoral Macroinvertebrate Communities in Response to Watershed-Level Anthropogenic Stress. *PLoS ONE*, v.9, n.7.

KOVALENKO, K.E., THOMAZ, S.M. & WARFE, D.M. 2012. Habitat complexity: approaches and future directions. *Hydrobiologia*. v.685, p.1-17.

LEROY, C.J. & MARKS, J.C. 2006. Litter quality, stream characteristics and litter diversity influence decomposition rates and macroinvertebrates. *Freshwater Biology*, v.51, p.605-617.

LISBOA L. K., LEMES, A. L. S., SIEGLOCH, A. L., GONÇALVES JR., J. F. & PETRUCIO, M. M. 2014. Temporal dynamics of allochthonous coarse particulate organic matter in a subtropical Atlantic Rain Forest Brazilian stream. *Marine and Freshwater Research*, in prelo.

LISBOA, L. K.; SILVA, A. L. L. & PETRUCIO, M. M. 2011. Distribuição de invertebrados aquáticos de água doce em uma lagoa costeira do sul do Brasil em relação às características da água e do sedimento. *Acta Limnologica Brasiliensia*, v.23, n.2, p. 119-127.

LOPES, A., PAULA, J.D'A., MARDEGAN, S.F., HAMADA, N., PIEDADE, M.T.F. 2011. Influência do habitat na estrutura da comunidade de invertebrados aquáticos associados às raízes de *Eichhornia crassipes* na região do Lago Catalão, Amazônia, Brasil. *Acta Amazonica*, v.41, n.4, p.493-502.

MACARTHUR, R. H. & MACARTHUR, J. W. 1961. On bird species diversity. *Ecology*, v.42, p.594-598.

MARKLUND, O., BLINDOW, I. AND HARGEBY, A. 2001. Distribution and diel migration of macroinvertebrates within dense submerged vegetation. *Freshwater Biology*, v.46, p.913-924.

MENDES, H.F. & PINHO, L.C. 2014. Brazilian chironomid home page. Disponível em: <<https://sites.google.com/site/brazilianchironomids/home>>. Acesso em: 25 jan. 2015.

MUGNAI, R., NESSIMIAN, J.L. & BAPTISTA, DF. 2010. Manual de identificação de Invertebrados aquáticos do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: Techinal Books. 174p.

NEMAR, 1999. Diagnostico ambiental visando um programa de monitoramento da Lagoa do Peri, Ilha de Santa Catarina, SC. v. I e II. Programa Institucional de Estudo de Sistemas Costeiros - PIESC, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil, 286p.

NESSIMIAN, J.L. & DE LIMA, I.H.A.G. 1997. Colonização de três espécies de macrófitas por macroinvertebrados aquáticos em um brejo no litoral do estado do Rio de Janeiro. *Acta Limnologica Brasiliensis*, v.9, p.149-163.

OGDAHL, M.E. & STEINMAN, A.D. 2015. Factors influencing macrophyte growth and recovery following shoreline restoration activity. *Aquatic Botany*, v.120, p.363-370.

OLIVEIRA, J.S. 2002. Análise sedimentar em zonas costeiras: subsídio ao diagnóstico ambiental da Lagoa do Peri - Ilha de Santa Catarina-SC, Brasil. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil, 154p.

OSONO, T. & TAKEDA, H. 2001. Organic chemical and nutrient dynamics in decomposing beech leaf litter in relation to fungal ingrowth and succession during 3-year decomposition processes in a cool temperate deciduous forest in Japan. *Ecological Research*, v.16, n.4, p. 649-670

PARRON, L. M., BUSTAMANTE, M.M.C. & MARKEWITZ, D. 2011. Fluxes of nitrogen and phosphorus in a gallery forest in the Cerrado of central Brazil. *Biogeochemistry*, v.105, p.89-104.

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

POMPÊO, M. L. M. & MOSCHINI-CARLOS, V. 2003. Macrófitas aquáticas e perifiton, aspectos ecológicos e metodológicos. 1ª Ed., São Carlos SP, Editora Rima. 134p.

POPE, M., A. M. GORDON & N. K. KAUSHIK, 1999. Leaf litter colonization by invertebrates in the littoral zone of a small oligotrophic lake. *Hydrobiologia*, v.392, p.99-112.

RAMÍREZ A & GUTIÉRREZ-FONSECA, P.E. (2014). Functional feeding groups of aquatic insect families in Latin America: a critical analysis and review of existing literature. *Revista de Biología Tropical*, v. 62, p.153-165.

RICKLEFS, R. E. A economia da natureza. 5.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001.

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

SANSEVERINO, A.M. & NESSIMIAN, J.L. 2008. Larvas de Chironomidae (Diptera) em depósitos de folhigo submerso em um riacho de primeira ordem da Mata Atlântica (Rio de Janeiro, Brasil). *Revista Brasileira de Entomologia*, v.52, n.1, p.95-104.

SCHINDLER, M.H. & GESSNER, M.O. 2009. Functional leaf traits and biodiversity effects on litter decomposition in a stream. *Ecology*, v.90, n.6, p.1641-1649.

SCHMID, P.E. 1993. Random patch dynamics of larval Chironomidae (Diptera) in the bed sediments of a gravel stream. *Freshwater Biology*, v.30, p.239-255.

SILVEIRA, L.S., ARTINS, R.T., SILVEIRA, G.A., GRAZUL, R.M., LOBO, D.P. & ALVES, R.G. 2013. Colonization by Chironomidae larvae in decomposition leaves of Eichhornia azurea in a lentic system in southeastern Brazil. *Journal of Insect Science*, v.13, n.20, p.1-13.

ST. PIERRE, J.I., & KOVALENKO, K.E. 2014. Effect of habitat complexity attributes on species richness. *Ecosphere*, v.5, n.2.

SUBERKROPP, K. & CHAUVET, E. 1995. Regulation of leaf breakdown by fungi in streams: influences of water chemistry. *Ecology*, p.1433-1445.

SUBERKROPP, K.; GULIS, V.; ROSEMOND, A. D. & BENSTEAD, J. P. 2010. Ecosystem and physiological scales of microbial responses to nutrients in a detritus-based stream: results of a 5-year continuous enrichment. *Limnology and Oceanography*. v.55, n.1, p.149.

SWAN, C. M. & PALMER, M. A. 2006. Composition of speciose leaf litter alters stream detritivore growth, feeding activity and leaf breakdown. *Oecologia*, v.147, p.469-478.

TEIVE, L.F.; LISBOA, L.K. & PETRUCIO, M.M. 2008. Uma revisão da disponibilidade de dados ecológicos visando o direcionamento de novas pesquisas na lagoa do Peri. *Biotemas*, v.21, n.2, p.133-143.

THOMAZ, S.M. & ESTEVES, F.A. 2011. Comunidade de Macrófitas Aquáticas. In: Fundamentos em Limnologia. (Coord. F.A. Esteves), Interciência, Rio de Janeiro, p.461-518.

THOMAZ, S.M., DIBBLE, E.D., EVANGELISTA, L.R., HIGUTI, J., BINI, L.M., 2008. Influence of aquatic macrophyte habitat complexity on invertebrate abundance and richness in tropical lagoons. *Freshwater Biology*, v.53, p.358-367

TONIN, A.M., RESTELLO, R.M. & HEPP, L.U. 2014. Chemical change of leaves during breakdown affects associated invertebrates in a subtropical stream. *Acta Limnologica Brasiliensia*, v.26, n.3, p.235-244.

TUNDISI, J.G. & MATSUMURA-TUNDISI, T. 2008. Limnologia. Oficina de Textos, São Paulo. 632p.

VERDONSCHOT, R.C.M, DIDDEREN, K. & VERDONSCHOT, P.F.M. 2012. Importance of habitat structure as a determinant of the taxonomic and functional composition of lentic macroinvertebrate assemblages. *Limnologica*, v.42, p.31- 42.

WARFE, D.M., BARMUTA, A., 2006. Habitat structural complexity mediates food web dynamics in a freshwater macrophyte community. *Oecologia*, v.150, p.141-154.

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

WETZEL R.G. 1983. Limnology 2ª ed. Philadelphia: Saunders College Publishing. 860p.