



AUREA LUIZA LEMES DA SILVA



## DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

# DIVERSIDADE E VARIAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DA COMUNIDADE DE MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS EM UMA LAGOA COSTEIRA SUBTROPICAL NO SUL DO BRASIL

Florianópolis, SC  
Abril-2010



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
DEPARTAMENTO DE ECOLOGIA E ZOOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA**

**AUREA LUIZA LEMES DA SILVA**

**DIVERSIDADE E VARIAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DA  
COMUNIDADE DE MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS  
EM UMA LAGOA COSTEIRA SUBTROPICAL NO SUL DO  
BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia da Universidade Federal de Santa Catarina, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ecologia.

**Orientador: Prof. Dr. Mauricio Mello Petrucio  
Co-orientador: Prof. Dr. Paulo Roberto Pagliosa**

Florianópolis, SC  
Abril-2010

Catálogo na fonte pela Biblioteca Universitária  
da  
Universidade Federal de Santa Catarina

S586d Silva, Aurea Luiza Lemes da  
Diversidade e variação espaço-temporal da comunidade de  
macroinvertebrados bentônicos em uma lagoa costeira  
subtropical no sul do Brasil [dissertação] / Aurea Luiza  
Lemes da Silva ; orientador, Mauricio Mello Petrucio. -  
Florianópolis, SC, 2006.  
108 p.: il., grafs., tabs., mapas

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa  
Catarina, Centro de Ciências Biológicas. Programa de Pós-  
Graduação em Ecologia.

Inclui referências

1. Ecologia. 2. Ambientes costeiros. 3. Coexistência.  
4. Guildas tróficas. 5. Heterogeneidade ambiental. 6.  
Invertebrados aquáticos. 7. Modelos nulos. I. Petrucio,  
Mauricio Mello. II. Universidade Federal de Santa Catarina.  
Programa de Pós-Graduação em Ecologia. III. Título.

CDU 577.4

“Diversidade e variação espaço-temporal da comunidade de macroinvertebrados bentônicos em uma lagoa costeira subtropical no Sul do Brasil”

Por

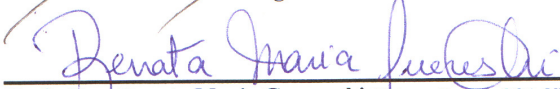
Áurea Luiza Lemes da Silva

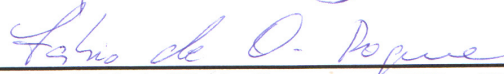
Dissertação julgada e aprovada em sua forma final pelos membros titulares da Banca Examinadora (Port. 06/PPGECO/2010) do Programa de Pós-Graduação em Ecologia - UFSC, composta pelos Professores Doutores:


Banca Examinadora:

  
Prof. Dr. **Mauricio Mello Petrucio** (Orientador/Presidente)

  
Prof. Dr. **Paulo Roberto Pagliosa Alves** (Coorientador/UFSC)

  
Prof.ª. Dra. **Renata Maria Guerreschi** (Externo/Lapad-CCA-UFSC)

  
Prof. Dr. **Fabio de Oliveira Roque** (Externo/PPGEnto-UFGD)

  
Prof. Dr. **Mauricio Mello Petrucio**  
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Ecologia

Florianópolis, 22 de abril de 2009.



## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela sua infinita misericórdia em conceder-me graças e capacidades para superar minhas limitações.

Aos Profs. Dr. Mauricio Mello Petrucio e Dr. Paulo Roberto Pagliosa, pelo apoio, amizade, valiosa e indispensável orientação, pelo incentivo e confiança na autonomia deste trabalho, pelo profissionalismo e pelo exemplo de trabalho, muito trabalho.

Ao Prof. Dr. Mauricio Mello Petrucio pela grande amizade e por ter me acolhido nesta instituição e acreditado que seria eu capaz de conduzir os trabalhos.

Ao Prof. Dr. Paulo Pagliosa por toda a disponibilidade, amizade e paciência durante os ensinamentos estatísticos;

À Dra. Renata Maria Guerreschi e Dra. Adriana Saccol pela participação na pré-banca.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia pelo apoio logístico e pela adequada infra-estrutura, indispensável para o desenvolvimento dos trabalhos em campo e laboratório.

À Mara Bedin e Karla Scherer por toda a amizade e imprescindível ajuda em qualquer situação, e a todos os professores do curso de pós-graduação em Ecologia da UFSC;

Ao pessoal do Parque Municipal da Lagoa do Peri e do Lapad por todo apoio durante as coletas. Em especial aos barqueiros: Maurício, Ronaldo e Pedro por toda ajuda e disponibilidade durante o período de coleta.

À equipe do laboratório, pela amizade e descontração entre os trabalhos, ou simplesmente pelos cafezinhos que rendiam horas de boas conversas: Mariana Hennemann, Mara Bedin, Leonardo Lisboa e Adriana

Aos colegas do PPG Ecologia pelas festas, pela convivência de corredor, pelas visitas ao laboratório, pelo apoio, e em especial aos amigos: Mari Paz, Mari Henneman, Mari Bender, Poli, Tati, Fernando, Matheus e Luis;

À Mariana Paz e Daniela Brondani pela companhia.

Aos amigos do Nemar, em especial a Giorgia, João Doria e Leticia Teive, por toda ajuda na parte gráfica e pela grande amizade.

À Profa Dra. Susana Trivinho-Strixino (Universidade Federal de São Carlos), pela contribuição, sugestões, pelo fornecimento de literaturas e pelo seu auxílio na identificação das larvas de Chironomidae e Tricoptera e a Profa. Dra. Janet Hígut (UEM) pela identificação dos Ostracoda.

À minha mãe Ijandira Silva e aos meus tios Maria Aparecida Pedro Wiebusch e Pery Wiebusch pelo imenso apoio, confiança e incentivo sempre. A vocês agradeço por tudo o que já fizeram por mim e espero um dia retribuir a altura.

Às minhas irmãs Cristiana Lemes, Fernanda Lemes e a minha sobrinha Leonara Bruna simplesmente por existirem, e a minha avó Luiza Rufino pelo exemplo de luta e determinação.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

À todos citados e os eventualmente não citados que de alguma forma contribuíram para alcançarmos esse feito, muito OBRIGADA!



## RESUMO

Visando entender a estrutura da comunidade de macroinvertebrados aquáticos presente em uma lagoa costeira subtropical, foi desenvolvido um estudo envolvendo dois aspectos apresentados nesta dissertação em forma de capítulos, sendo os objetivos do capítulo 1: Identificar a estrutura da comunidade de macroinvertebrados aquáticos com base na composição, abundância, riqueza e preferência de habitat das espécies; investigar a distribuição espaço-temporal e relacionar o padrão de distribuição da comunidade de macroinvertebrados aquáticos com as variáveis ambientais e, do capítulo 2: Identificar os itens alimentares predominantes no conteúdo digestório das larvas de Chironomidae; verificar se ocorrem modificações sazonais quanto ao alimento ingerido e discutir como interações biológicas e/ou características ambientais interferem na organização espacial e nos padrões de co-ocorrência das guildas tróficas identificadas. Para a realização deste estudo, cinco regiões com diferentes características espaciais foram amostradas com o auxílio de uma draga Eckman-Birge. Procedimentos padrão de triagem e identificação dos organismos coletados foram realizados em laboratório. No geral, obteve-se os seguintes resultados referentes ao capítulo 1: Foram coletados 29.085 espécimes de macroinvertebrados aquáticos distribuídos em 47 táxons e 7 classes, com Insecta dominando em número de espécies e Crustácea em número de indivíduos. Diferenças quanto à densidade total e riqueza de espécies foram observadas entre as regiões amostradas e as estações do ano. Regiões marginais com sedimentos mais heterogêneos e presença de vegetação aquática apresentaram uma maior diversidade de organismos quando comparados as regiões centrais, com sedimentos homogêneos e com ausência de vegetação aquática. Outono, primavera e verão foram às estações do ano que apresentaram as maiores densidades totais e diversidade de espécies. Com relação ao capítulo 2, obteve-se os seguintes resultados: os itens alimentares mais frequentes na dieta de Chironomidae foram compostos principalmente por detritos vegetais, seguidos por microalgas coloniais e filamentosas. Tanypodinae e *Caladomya cf. ortonii* foram os únicos a ingerirem além de fragmentos vegetais, fragmentos de animais, enquanto *Lopescladius* ingeriram partículas microinorgânicas e microalgas. Os resultados obtidos com as análises de conteúdo digestivo revelaram uma variação quanto ao tamanho do item alimentar ingerido por todas as larvas de Chironomidae durante as estações do ano, porém, não foi evidenciado mudanças no tipo do alimento ingerido. Modelos nulos evidenciaram diferenças nos padrões de co-ocorrência do item

alimentar na dieta das larvas durante o período de estudo, estando os fragmentos de animal com uma coocorrência menor do que o esperado ao acaso e os itens vegetais apresentando uma coocorrência maior do que o esperado ao acaso. O valor do c-score observado para a coocorrência das espécies pertencentes tanto a guilda dos predadores quanto a dos herbívoros, revelou uma maior coocorrência das espécies dentro de cada guilda. Acredita-se que as diferentes estratégias de obtenção dos recursos alimentares entre as espécies, a heterogeneidade do hábitat e a disponibilidade do recurso no ambiente foram os fatores responsáveis pelos resultados encontrados neste estudo.

Palavras-chave: Ambientes costeiros; coexistência; guildas tróficas; heterogeneidade ambiental, invertebrados aquáticos, modelos nulos.

## ABSTRACT

This study aimed at understanding the distribution of benthonic communities in a subtropical coastal lagoon. In this sense, two complementary studies were carried out and are presented here as two separated chapters. The objectives of the first chapter were: identifying the benthonic macroinvertebrate community organization based on the composition, abundance, species richness and habitat preference; investigating the spatial-temporal distribution; and relating the distribution patterns of the community to environment variables. The objectives of the second chapter were: identifying the prevalent food items in the gut content of Chironomid larvae; verifying whether seasonal variation on ingested food items occur; and, discussing how biological interactions and/or environmental characteristics interfere on the spatial organization and co-occurrence patterns of the trophic guilds identified in Peri lagoon. Five regions with different spatial features were sampled using an Eckman-Birge drag. Standard sorting and identification procedures were carried out in the laboratory. The main results found include: 1) 29,085 sampled specimens of aquatic macroinvertebrate distributed in 47 taxa and 7 classes, Insecta prevailing in number of species and Crustacea in number of individuals. Differences concerning total species density and richness were observed among sampled stations and seasons. Shore stations (P2, P3 and P5) showed higher sediment heterogeneity and presence of aquatic vegetation, resulting in a higher diversity of organisms when compared to the central sampling stations (P1 and P4) which presented sediment homogeneity and lack of aquatic vegetation. Autumn, spring and summer showed the highest total densities and species diversity. 2) The most frequently found food item in Chironomidae diet was vegetal detritus, followed by microalgae (colonies and filamentous). Tanypodinae genus and *Caladomyia cf. ortoni* were the only taxa to ingest animal fragments in addition to vegetal food sources. *Lopescladius* was the only genus ingesting micro-inorganic particles and microalgae. The results obtained by the analysis of the gut contents showed variation in the size of food items ingested by all chironomid larvae during all seasons, but no evidence of changes on types of food sources ingested were detected. Null models demonstrated that the frequency of occurrence of food items (animal or vegetal) on the larvae diet showed differences related to the time period analyzed, since the analysis of the species occurrence that compose the guilds (predators and herbivorous) showed a higher frequency of occurrence than the expected by chance during all the studied period. The results suggest

that different strategies for obtaining resources among species, habitat heterogeneity and resource availability were the main factors influencing the results found by the present study.

Keywords: Aquatic macroinvertebrate; coastal lagoon; coexistence; habitat heterogeneity; null model; trophic guild.

## LISTA DE TABELAS

### Capítulo 1

**Tabela 1:** Resultados da PERMANOVA baseada na matriz de distância euclidiana para as variáveis ambientais analisadas na lagoa do Peri. Em negrito, destacam-se os resultados que foram estatisticamente significativos para  $p < 0,05$  34

**Tabela 2.** Média e desvio padrão das características descritivas e das espécies da comunidade bentônica dos diferentes pontos estudados na lagoa do Peri 36

**Tabela 3.** Resultados da PERMANOVA baseada na matriz de similaridade de Bray- Curtis para a comunidade bentônica da lagoa do Peri. Em negrito, destacam-se os resultados que foram estatisticamente significativos para  $p < 0,05$  39

**Tabela 4.** Percentagem de contribuição das espécies (> 50%) entre os pontos amostrais verificados através da rotina SIMPER 40

**Tabela 5.** Sumário das análises de variância hierárquica das espécies bentônicas que se destacaram nos pontos estudados. Em negrito, destacam-se as interações significativas entre os pontos amostrais e as estações do ano e o \* representa diferenças não significativas 40

**Tabela 6.** Análises de correlação de Spearman ( $\rho$ ). Rotinas BIOENV e RELATE para a escolha das melhores combinações de variáveis explicativas para a distribuição da fauna. Em negrito destacam-se os resultados que foram estatisticamente significativos para  $p < 0,05$  42

### Capítulo 2

**Tabela 1.** Porcentagem dos itens alimentares observados nos conteúdos digestivos de larvas de Chironomidae ( $n = 514$ ) 59

## LISTA DE FIGURAS

### Introdução Geral

**Figura 1.** Localização da lagoa do Peri, Florianópolis - Santa Catarina (Brasil), evidenciando a bacia hidrográfica e localização das regiões selecionadas para este estudo 20

**Figura 2:** Imagens da lagoa do Peri evidenciando as regiões selecionadas para este estudo. a) região central; b) Região próxima à desembocadura do rio Cachoeira Grande; c) região próxima a desembocadura do rio Ribeirão Grande; d) próximo a sede do Parque Municipal da Lagoa do Peri e e) região localizada mais ao Norte da lagoa - próximo a vegetação de mata Atlântica. 30

### Capítulo 1

**Figura 1.** Mapa da lagoa do Peri, Florianópolis - Santa Catarina (Brasil), destacando a localização das regiões selecionadas para este estudo 29

**Figura 2.** Média, desvio padrão e níveis de significância ( $F_{3, 40}$ ) das análises de variância hierárquicas das variáveis físicas e químicas da água analisadas ao longo de uma variação espaço (p= pontos amostrados) temporal (In= inverno; Pri = primavera; Ve= verão e ou= Outono) na lagoa do Peri. \*Letras diferentes indicam variações sazonais significativas 32

**Figura 3.** Média, desvio padrão e níveis de significância ( $F_{4, 30}$ ) das análises de variâncias hierárquicas dos dados de composição do tamanho das partículas do sedimento analisados ao longo de uma variação espaço (p= pontos amostrados) temporal (In= inverno; Pri= primavera; Ve= verão e Ou= outono) na lagoa do Peri. \*Letras diferentes entre os pontos indicam diferenças significativas 33

**Figura 4.** Diagrama de ordenação (ACP) das variáveis abióticas: Temperatura da água (T°C) condutividade (cond.) matéria orgânica (MO), profundidade local (prof.) e composição do sedimento (areia fina (af), grãos finos (fi), grânulos (gra) e areia média (am) em relação aos pontos amostrais da lagoa do Peri, durante o período de estudo. Os

símbolos pretos e cheios= outono; pretos e vazado= inverno; cinza e cheio= verão e cinza e vazado = primavera 35

**Figura 5.** Valores médios e desvio padrão da densidade total ( $F=10,8$  e  $p=0,002$ ) e riqueza de espécies ( $F=16,8$  e  $p= 0,00$ ) entre os diferentes regiões amostradas e durante as estações do ano: inverno (In) primavera (Pri), verão (Ve) e outono (Ou) 36

**Figura 6.** Configuração n-MDS da distribuição espaço-temporal da comunidade de macroinvertebrados aquáticos nos cinco regiões amostradas e durante as estações do ano. Os símbolos pretos e cheios= outono; pretos e vazado = inverno; cinza e cheio = verão e cinza e vazados = primavera 39

**Figura 7.** Resultado do teste de Newman-Keuls para as espécies selecionadas na rotina SIMPER.\*Letras diferentes entre os pontos e dentro dos pontos indicam diferenças significativas. inverno (In) primavera (Pri), verão (Ve) e outono (Ou) 41

## Capítulo 2

**Figura 1.** Frequência de ocorrência e variação sazonal dos itens alimentares no total de larvas de Chironomidae analisadas durante o período de estudo. n= número de larvas analisadas; mad= fragmentos de madeiras; mopg= matéria orgânica particulada grossa, mopf= matéria orgânica particulada fina; alf= algas filamentosas; mi= microalgas; Cy= *Cytheridella ilosvayi*; Sy= *Stenocypris major*; Chi= carapaças de Chironomidae; Cp= Copepoda; Eu= *Eugliffa*; Di= *Diffflugia*; Hy= *Hyphae* e MPIs= partículas micro-inorgânicas 63

**Figura 2.** Ordenação resultante da análise de escalonamento não métrica (n-MDS) sobre a dieta das larvas de Chironomidae coletados na lagoa do Peri. Sendo, mad= fragmentos de madeira; MOPG= matéria orgânica particulada grossa; MOPF= matéria orgânica particulada fina; ALF= algas filamentosa; Mi= microalgas; Cy= *Cytheridella ilosvayi*; St= *Stenocypris major*; Chi= Chironomidae; CP= Copepoda; Eu= *Eugliffa*; Di= *Diffflugia*; Hy= *Hyphae* e MPIs= partículas micro-inorgânicas 64

**Figura 3.** Dendograma das espécies de Chironomidae evidenciando a separação dos táxons em guildas tróficas, sendo (A) guilda dos predadores/onívoros, (B) guilda dos herbívoros/detrítívoros e (C) a guilda dos detritívoros/MOPF 64

**Figura 4.** Histogramas dos valores observados e esperados do índice c-score para as análises anuais e sazonais da frequência de ocorrência dos fragmentos de origem animal (A) e vegetal (B) na dieta das espécies que compoem as guildas de Chironomidae analisadas. Sendo significativo os valores de  $p < 0,05$  66

**Figura 5.** Histogramas dos valores observados e esperados do índice c-score para as análises anuais e sazonais da frequência de ocorrência das espécies pertencentes a guilda dos predadores (A) e dos herbívoros (B) por um período anual e sazonal. Sendo significativo os valores de  $p < 0,05$  67



## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	19
MATERIAL E MÉTODOS GERAIS	23
MÉTODOS DE AMOSTRAGENS	22
ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS	23
<b>Capítulo 1: Diversidade e variação espaço-temporal da comunidade de macroinvertebrados aquáticos em uma lagoa costeira subtropical no sul do Brasil</b>	
Resumo	31
Introdução	32
Material e Métodos	34
Resultados	32
Discussão	43
Conclusões	46
Referências	47
<b>Capítulo 2: Padrões inter e intra guildas na utilização de recursos alimentares por larvas de Chironomidae em uma lagoa costeira subtropical</b>	
Resumo	64
Introdução	66
Material e Métodos	68
Resultados	70
Discussão	82
Referências bibliográficas	86
Considerações finais	91
Referências bibliográficas gerais	92
Anexos	107



## 1-INTRODUÇÃO GERAL

Um dos principais objetivos dos estudos com macroinvertebrados aquáticos tem sido explicar e prever a distribuição das espécies de acordo com as características ambientais. Este objetivo tem se mostrado desafiador não apenas devido à falta de conhecimento taxonômico, mas também pela própria dinâmica complexa dos sistemas aquáticos (Poff et al., 2006). Um número significativo de estudos busca compreender os padrões de distribuição das comunidades aquáticas em uma escala espaço-temporal a fim de identificar a diversidade biótica, procurando responder de que forma os fatores locais e processos históricos atuam como *filtros ecológicos*, influenciando na ocorrência e persistência de determinadas espécies em hábitat locais. Entre as comunidades que habitam os ecossistemas aquáticos, os macroinvertebrados são organismos que vem sendo amplamente estudados (Resh & Jackson, 1993). Este interesse deve-se em parte, ao reconhecimento da importância deste grupo para os ecossistemas aquáticos, seja participando do fluxo de energia e ciclagem de nutrientes (Abílio et al., 2007) ou nos programas de biomonitoramento e avaliações ambientais (Rosenberg & Resh, 1993; Wetzel, 2001; Garcia-Criado, 2005).

Macroinvertebrados aquáticos são organismos de pequenas dimensões que habitam o fundo dos ecossistemas aquáticos durante pelo menos uma parte do seu ciclo de vida associados aos mais diversos tipos de substratos, tanto orgânicos (folhiço, macrófitas aquáticas) quanto inorgânicos (cascalho, areia, rochas, etc). Situam-se numa posição intermediária na cadeia alimentar, tendo como principal alimentação algas, microorganismos e pequenos invertebrados, sendo os peixes e outros vertebrados seus principais predadores (Silveira, 2004). Em geral, são visíveis a olho nu e coletados em redes de 200 a 500  $\mu\text{m}$  (Rosenberg e Resh, 1993). Em ambientes aquáticos continentais, os macroinvertebrados incluem geralmente representantes de Insecta (Plecoptera, Ephemeroptera, Trichoptera, Odonata, Diptera, Megaloptera, Hemiptera, Coleoptera e Lepidoptera), Mollusca, Annelida e Crustacea e com menor frequência Nematoda e Porifera (Allan, 1995; Roque et al., 2006).

A comunidade de macroinvertebrados aquáticos é controlada por fatores que são influenciados por diversas variáveis ambientais numa escala espacial local (p. ex., substrato, características químicas da água, condições do habitat) ou regional (latitude, bioma, continente) (Vinson & Hawkins, 1998), assim como por escalas temporais (Brosse, Arbuckle & Townsend, 2003), sendo influenciados pelas variáveis bióticas e

abióticos e pela interação entre elas, os quais determinam a estrutura da comunidade que se estabelece, sendo que qualquer alteração em um destes fatores pode interferir na composição e distribuição destes organismos aquáticos (Weigel et al., 2003).

Sabe-se que as características do habitat influenciam nos processos de estruturação e composição das comunidades biológicas em ambientes lóticos ou lênticos (Tate & Heiny, 1995). Hipóteses como a da heterogeneidade ambiental propõe que um aumento no número de habitat disponíveis proporciona um aumento na diversidade de espécies, devido à maior disponibilidade de nichos e recursos alimentares, possibilitando assim a coexistência de um maior número de espécies em um mesmo habitat (Townsend, 2006). O conhecimento sobre a diversidade de habitat é uma importante ferramenta na avaliação das condições ambientais dos ecossistemas aquáticos devido à forte relação entre a disponibilidade de habitat e a diversidade de espécies aquática (Galdean et al., 2000). Tais avaliações são usadas para gerar e testar hipóteses sobre os possíveis fatores que influenciam a estrutura da comunidade bentônica, e também modelar as respostas da biota às mudanças naturais e antrópicas no ambiente (Silveira, 2004).

As formas de resposta das comunidades aquáticas às modificações ambientais são bastante variadas, incluindo alterações na composição, na estrutura e nas características funcionais das espécies (Heino et al., 2003; Bueno et al., 2003). Neste contexto, o estudo da comunidade aquática, em específico os macroinvertebrados aquáticos, tem adquirido caráter essencial nos trabalhos de avaliação de impactos ambientais sobre os sistemas aquáticos, visto que, alterações na organização destas comunidades representam informações importantes (Cairns & Praitt, 1993).

Entre os macroinvertebrados aquáticos, a família Chironomidae (Diptera) é a mais amplamente distribuída e, frequentemente, o grupo de insetos mais abundantes nos ambientes aquáticos continentais (Epler, 1995) especialmente na América do Sul (Coffman, 1995), desempenhando importante papel nas teias tróficas das comunidades aquáticas e estabelecendo ligação entre produtores e consumidores (Henriques-Oliveira et al., 2003). As larvas de muitas espécies de Chironomidae vivem sobre ou no sedimento, onde se alimentam de matéria orgânica (detritos) e da microfauna e flora associadas, ocupando posição importante na dinâmica trófica dos ecossistemas aquáticos de água doce devido ao papel que desempenham na reciclagem de nutrientes nos sedimentos. A diversidade de hábitos alimentares e as estratégias adaptativas deste grupo são os principais fatores que tornam

a família Chironomidae um dos mais importantes grupos dentre os insetos aquáticos (Cranston, 1995).

No Brasil, estudos sobre a alimentação de larvas de Chironomidae têm sido realizados por Trivinho-Strixino & Strixino, 1998, Nessimian et al., 1999, Henriques-Oliveira et al., 2003, e Sanseverino & Nessimian, 2008. Estudos sobre preferências alimentares de Chironomidae fornecem importantes informações ecológicas diante das variações nas condições ambientais e do alimento disponível, fornecendo ainda subsídios para compreensão de mecanismos que permitem a coexistência e a exploração dos recursos de um mesmo sistema por várias espécies (Gurgel et al., 2005).

Infelizmente, a existência de ambientes naturais esta se tornando cada vez mais rara em todo o Brasil e em todas as principais bacias hidrográficas do país (Callisto & Gonçalves Jr., 2005). Muitos rios, lagos, lagoas e reservatórios têm sido prejudicados como consequência do aumento de atividades antrópicas e, a situação é particularmente notável em áreas com densa população humana.

No Brasil, aproximadamente 22% da população habita as regiões costeiras, todavia, em Santa Catarina, este número chega além de ¼ da população, sendo um dos estados com maior densidade populacional em regiões costeiras, chegando a 36% da população total (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística- IBGE, 2008). O uso desse espaço como sítios urbanístico traz preocupação para a comunidade científica no que concerne às questões ambientais, haja visto, a fragilidade deste ambiente. Portanto, mais do que nunca, estudos que venham colaborar e gerar subsídios na forma de conhecimento, a fim de amenizar os impactos gerados por este fenômeno, são imprescindíveis nos dias atuais.

Lagoas Costeiras são extensões rasas de água, frequentemente orientadas de forma paralela à costa, principalmente ou completamente separadas do oceano por uma pequena restinga, recife ou barreira. No Brasil, as lagoas costeiras estão distribuídas em praticamente todo o litoral brasileiro e formam um dos principais sistemas lêntico do país (Esteves, 1998). Entretanto, ao longo das últimas décadas, estas vêm sofrendo intenso processo de degradação devido às atividades humanas desenvolvidas à montante das mesmas.

As lagoas costeiras contribuem para a manutenção do lençol freático e para a estabilidade climática local e regional. No entanto, é como ecossistema aquático que sua importância tem sido percebida ao longo dos anos (Leal, 2002). Vários estudos têm demonstrado que as lagoas costeiras são importantes depositários da biodiversidade aquática

(Suzuki, 1997; Branco, 2000), servindo como locais de refúgio, alimentação e reprodução para várias espécies da fauna. Muitas lagoas costeiras fornecem diversos serviços ambientais às populações humanas e, entretanto, apesar da sua reconhecida importância, estas encontram-se entre os ecossistemas brasileiros mais submetidos a impactos antrópicos. Assim, em função do uso e ocupação desordenada do solo, particularmente como verificado no entorno de lagoas costeiras em inúmeras localidades no litoral do extremo sul catarinense, a compreensão da dinâmica das lagoas costeiras é importante por contribuir para o estabelecimento de programas de conservação e utilização racional desses ecossistemas. Além do mais, o estudo da diversidade biológica dessas lagoas permitirá contribuir na discussão dos problemas de especiação, distribuição de espécies e na organização das comunidades aquáticas (Esteves, 2008).

Na cidade de Florianópolis, estado de Santa Catarina, a lagoa do Peri, apesar de ser uma lagoa costeira, é considerada o principal manancial de água doce da cidade e, vem sendo utilizada desde o ano de 2000 para abastecimento da população humana local. Tendo em vista a importância dos macroinvertebrados aquáticos, a falta de conhecimento sobre a composição e distribuição espaço-temporal desta comunidade bentônica na lagoa do Peri e a utilização de diferentes habitats por esta comunidade permanece inexplorada. Neste contexto, o principal objetivo no desenvolvimento desta dissertação foi o de identificar a comunidade de macroinvertebrados aquáticos presentes em uma lagoa costeira subtropical, a Lagoa do Peri, localizada na cidade de Florianópolis-SC, e determinar temporal e espacialmente a influência dos fatores bióticos e abióticos na distribuição e diversidade da comunidade analisada.

Os resultados deste trabalho, somado a outros que estão sendo realizados na lagoa do Peri (fitoplâncton, zooplâncton, ictiologia), fornecerão um banco de dados que servirá como base para o manejo dos recursos naturais da lagoa visando, sobretudo o seu uso sustentável e a conservação da biodiversidade.

Esta dissertação está dividida em dois capítulos, sendo no capítulo 1 apresentado a identificação da comunidade de macroinvertebrados aquáticos com base na composição, abundância, riqueza e preferência de habitat das espécies; a distribuição espaço-temporal da comunidade bentônica e o relação do padrão de distribuição da comunidade bentônica com as variáveis ambientais. No capítulo 2 é apresentado um estudo de guildas tróficas realizado com a família Chironomidae, sendo apresentado os itens alimentares predominantes no

conteúdo digestório das larvas de Chironomidae; as modificações quanto ao alimento ingerido durante as estações do ano e uma discussão de como as interações biológicas e/ou características ambientais interferem na organização espacial e no padrão de co-ocorrência das guildas tróficas presentes em uma lagoa costeira subtropical, a lagoa do Peri.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS GERAIS

### 2.1. Área de estudo

A Mata Atlântica é um dos ecossistemas mais ricos do planeta considerado um dos 25 *hotspots* mundiais de biodiversidade, caracterizada pela alta diversidade de espécies presentes e um grande número de espécies endêmicas (Myers et al., 2000). O ecossistema também é um dos mais ameaçados do mundo, já tendo perdido 93% de sua área (Morellato & Haddad, 2000).

A lagoa do Peri é uma lagoa costeira subtropical localizada a sudeste da ilha de Santa Catarina (Fig.1) entre as latitudes Sul de 27°42'59" e 27°46'45" e as longitudes Oeste 48°30'33" e 48°31'59" (Oliveira, 2002), inserida em um dos últimos remanescentes de Mata Atlântica da ilha. Apresenta um espelho d'água de 5,7 km<sup>2</sup>, sendo rodeada por morros cobertos por vegetação de Mata Atlântica e uma restinga típica de vegetação litorânea, a qual a mantém separada do Oceano Atlântico (Silva, 2000). A Lagoa apresenta um perímetro de 11.064 m, comprimento máximo efetivo de 4 km, largura máxima efetiva de 1,54 km para o setor norte e 1,87 km para o setor sul, uma profundidade máxima de 11 m na sua porção central e profundidade média de 7 m (Oliveira, 2002), sendo drenada por dois rios: Cachoeira Grande e Ribeirão Grande (rio Sertão), que nascem no alto dos morros e desembocam na lagoa (Neto & Madureira, 2000). O rio Cachoeira Grande possui uma extensão de 1,7 km, nasce a uma altitude de 280 m e apresenta uma declividade média de 20 cm/m, drenando uma área de 1,66 km<sup>2</sup>. O rio Ribeirão Grande nasce a 285 m de altitude, possui uma extensão de 4,6 km e declividade média de 12 cm/m e drena uma área de 6,98 km<sup>2</sup> (Santos et al., 1989; Lapolli et al., 1990). A Lagoa do Peri encontra-se a aproximadamente três metros acima do nível do mar, o que a classifica como "lagoa suspensa" (Poli et al., 1978) e de água doce e mantém contato permanente com o mesmo através de um canal de despejo (Rio Sangradouro) com fluxo unidirecional lagoa → mar.

A lagoa e seu entorno (incluindo quase toda a sua bacia de drenagem) estão inseridos dentro de uma área ambientalmente protegida

(Parque Municipal da Lagoa do Peri), com uma ocupação humana restrita desde 1981. Desde 2000, a lagoa vem sendo utilizada para o abastecimento de água potável para quase 100.000 habitantes na Ilha de Florianópolis (SC).

O Parque Municipal da lagoa do Peri (PMLP) foi criado em 1981 (Lei 1.828/81; Decreto 091/82), com o intuito de preservar os atributos excepcionais da natureza a fim de conciliar a proteção do ecossistema com práticas educacionais, científicas e recreativas que envolvam a comunidade local, sendo proibida qualquer atividade de exploração dos recursos naturais.

A cobertura vegetal da bacia hidrográfica da Lagoa do Peri segue o padrão apresentado para a Ilha de Santa Catarina, obedecendo à estrutura geológica local em dois domínios principais: Floresta Pluvial Atlântica (Mata Atlântica) no embasamento cristalino, ocupando a maior parte do entorno da lagoa (porções sul, oeste e norte), apresentando um bom estado de preservação e, vegetação litorânea na planície costeira, associada ao substrato arenoso recente de origem flúvio-marinha e eólica, pobre em nutrientes, onde se desenvolve uma vegetação típica de restinga. Além dessas duas formações, pequenos reflorestamentos com espécies exóticas e plantações podem ser observados na bacia. A região de Santa Catarina apresenta um clima regional Subtropical úmido (mesotérmico), com verões quentes tendo chuvas bem distribuídas durante o ano (Janeiro/Março) (Nascimento, 2002).

Para este estudo foram selecionados cinco diferentes regiões dentro da lagoa do Peri (Fig.1).

→Região 1: Localizada na parte central da lagoa, apresenta uma profundidade que varia de 8 a 11 metros, possui sedimento lamoso (siltico-argiloso e argilo-siltoso) associados a altos teores de matéria orgânica particulada fina (Oliveira, 2002). Nesta região evidencia-se a ausência de vegetação aquática e de entorno. É uma região de alta incidência de ventos, o que promove uma grande movimentação da água.

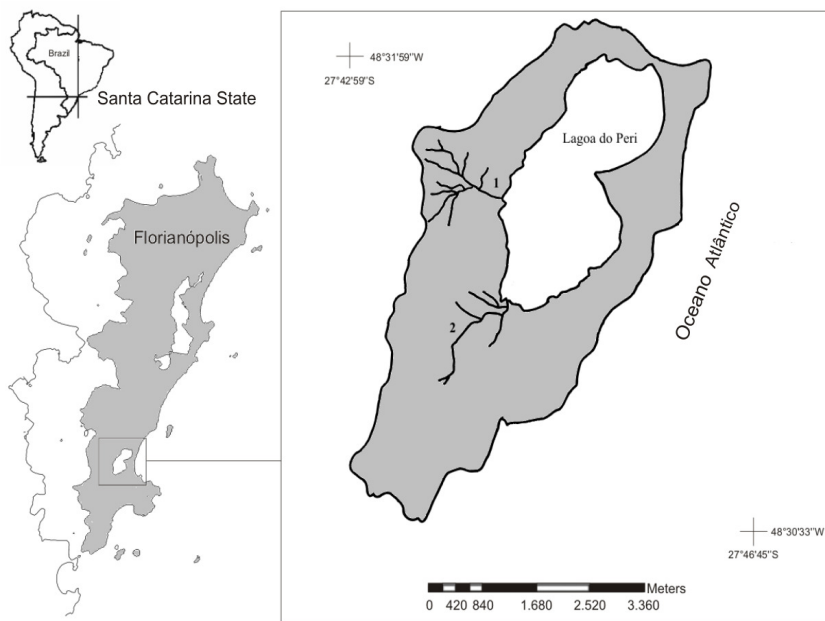
→Região 2: Localizada próxima à desembocadura do rio Cachoeira Grande. Neste ponto, destaca-se o predomínio de macrófitas aquáticas, sendo a *Scirpus californicus* a espécie dominante. Apresenta grande quantidade de matéria orgânica particulada grossa, devido à proximidade da vegetação ripária e ao processo de decomposição das macrófitas aquáticas. A profundidade média é de 3 metros.



→Região 3: Área localizada próxima a desembocadura do rio Ribeirão Grande. Nesta região há o predomínio da macrófita aquática *Nymphoides indica*. Apresenta grande quantidade de matéria orgânica particulada grossa, como resultado da decomposição das macrófitas e pelo aporte do rio Cachoeira Grande. A profundidade média é de 2,5 metros.

→Região 4: Situada próxima a sede do Parque Municipal da Lagoa do Peri, é uma região pouco profunda, sendo área de recreação para banhistas. Nesta região, o sedimento predominante é composto por partículas de sedimento arenosas com baixas porcentagens de matéria orgânica. A profundidade média é de 1,5 metros e nesta região, não há vegetação aquática.

→Região 5: Localiza-se próxima a vegetação de Mata Atlântica. Há uma grande presença de rochas nesta região e as partículas do sedimento são compostas principalmente por areia grossa, apresentando um baixo teor de matéria orgânica. Esta região encontra-se protegida pela vegetação de mata Atlântica, não recebendo muita influência do vento.



**Figura 1:** Localização da lagoa do Peri, Florianópolis - Santa Catarina (Brasil), evidenciando a bacia hidrográfica e localização das regiões selecionadas para este estudo.



**Figura 2:** Imagens da lagoa do Peri evidenciando as regiões selecionadas para este estudo. a- região central; b- Região próxima à desembocadura do rio Cachoeira Grande; c- região próxima a desembocadura do rio Ribeirão Grande; d) próximo a sede do Parque Municipal da Lagoa do Peri e e) região localizada mais ao Norte da lagoa - próximo a vegetação de mata Atlântica.

## 2.2. MÉTODOS DE AMOSTRAGENS

As amostras de sedimento para o estudo da comunidade de macroinvertebrados, análise granulométrica e teores de matéria orgânica foram coletadas mensalmente por um período de 12 meses (Maio de 2008 a Abril de 2009) em cinco regiões com diferentes características selecionadas na lagoa do Peri, sendo três regiões próximas a vegetação de mata Atlântica (P2, P3 e P5), uma próxima a vegetação de Restinga (P4) e uma área na região central da Lagoa (P1). O tipo de sedimento, a porcentagem de matéria orgânica, profundidade local, vegetação aquática e presença de vegetação ripária foram fatores selecionados para diversificar as regiões amostradas. Um amostrador tipo draga Eckman-Birge (15 x 15 cm) foi utilizado para efetuar as coletas de sedimento, tanto para a análise da comunidade bentônica quanto para as análises granulométricas e porcentagem de matéria orgânica do sedimento.

Em cada região foram realizadas sete (7) amostragens, sendo quatro (4) para o estudo da comunidade bentônica e três (3) para as análises de sedimentos, totalizando 35 amostras mensais. Adicionalmente, foram anotados *in situ* os fatores abióticos como: temperatura do ar (anemômetro) e profundidade do local da coleta (m). A temperatura da água (°C), a condutividade elétrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}^3$ ), o pH e a concentração de oxigênio dissolvido (mg/L) foram mensurados com o auxílio de sondas de leitura específicas (WTW 350ii) a uma profundidade de aproximadamente 1m (disco de Secchi).

Em laboratório as amostras foram lavadas sob água corrente e triadas em peneira de 0,5 mm de abertura de malha. A fauna retida foi fixada em álcool 70%, identificada e contada sob microscopia. Chaves dicotômicas foram utilizadas para auxiliar na identificação dos táxons encontrados, assim como, a ajuda de especialistas na área. Para as identificações foram utilizadas chaves taxonômicas gerais (Merritt e Cummins, 1984; Fernández e Dominguez, 2001) e específicas para as ordens Odonata (Costa et al., 2004), Trichoptera (Calor, 2007) e Diptera-Chironomidae (Trivinho-Strixino & Strixino, 1995).

A identificação da família Chironomidae foi realizada em colaboração com a professora Dra. Susana Trivinho Strixino na Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)-Laboratório de Insetos Aquáticos, assim como a identificação das ordens Trichoptera e Coleoptera e da classe Oligochaeta. A metodologia utilizada para a identificação das larvas de Chironomidae consiste na confecção de lâminas semi-permanente utilizando meio de Hoyer. A identificação ao nível genérico foi feito sob microscopia óptica (400 -1000 X) com

auxílio de chaves de identificação específica. Para a identificação do conteúdo digestório das larvas de Chironomidae (Cap.2) utilizou-se a mesma metodologia.

A identificação da Classe Ostracoda foi realizada pela professora Dra. Janet Hikut, na Universidade Estadual de Maringá (UEM). O material coletado na lagoa do Peri foi enviado ao Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aquicultura (NUPELIA).

Análises de matéria orgânica e composição das partículas do sedimento foram realizadas posteriormente. A determinação dos teores de matéria orgânica no sedimento foram obtidas através da perda por ignição. As alíquotas (7g de sedimento) foram pesadas, calcinadas a 550°C por quatro horas e pesadas novamente. A diferença entre o peso inicial da amostra e o peso após a calcinação foi indicativo dos teores de matéria orgânica no sedimento. As análises de composição granulométrica foram realizadas através do método de peneiramento (Suguio, 1973), que consiste na passagem de uma porcentagem fixa de sedimento seco (30g- 60°C) por um conjunto de peneiras de diferentes tamanhos de aberturas de malhas, sendo a menor abertura apresentando um tamanho de 0,063 mm, por 15 minutos. As frações retidas em cada peneira foram pesadas individualmente para a determinação das proporções de cada tipo de sedimento nas amostras e os resultados foram inseridos no programa SYSGRAN, pelo qual, a partir do peso de cada fração granulométrica, calculou-se o valor médio do tamanho do grão.

### **2.3. ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS**

No capítulo 1, padrões de estrutura e composição da comunidade bentônica entre os pontos amostrais e as estações do ano, foram descritos utilizando-se análises de ordenação nMDS, a partir da matriz de dissimilaridade de Bray-Curtis. Para descrever quais variáveis ambientais analisadas melhor explicariam os padrões de distribuição espaço-temporal da comunidade bentônica na lagoa do Peri, recorreu-se a Análise das Componentes Principais (PCA). Os resultados da PCA e do nMDS foram avaliados através do programa PERMANOVA (Permutational Multivariate Analysis of Variance), utilizando-se métodos de (99.999) permutações aleatórias. Para identificar as espécies mais influentes e que melhor contribuíram para a similaridade entre os pontos amostrados, realizou-se a análise de percentagem de similaridade (SIMPER).

Análises de variâncias bi-fatoriais (ANOVAs) foram aplicadas para verificar a existência de diferenças significativas na densidade total, na riqueza de espécies e na composição das partículas do sedimento entre os pontos amostrados e as estações do ano. Quando significativas, as diferenças foram avaliadas através do teste de comparações múltiplas de Newman-Keuls (Underwood, 1997). Relações entre a estrutura multivariada da fauna e a matriz de similaridade (distância euclidiana) derivada dos parâmetros abióticos foram avaliadas pela rotina RELATE através da análise de correlação de Spearman. As relações entre as variáveis ambientais e a estrutura da comunidade bentônica foram analisadas utilizando a rotina BIOENV (Clarke & Gorley, 2006). As análises multivariadas foram realizadas com os software Primer 6 Beta (Clarke & Gorley, 2006) e Permanova (McArdle & Anderson, 2001) e as análises univariadas foram realizadas com o STATISTICA 8. Os dados, quando necessário, foram logaritimizados para minimizar o efeito de diferentes unidades de medida e obter-se homogeneidade das variâncias

No segundo capítulo, os padrões de distribuição da frequência de coocorrência dos itens alimentares presentes nos conteúdos digestivos foram analisados através da técnica de ordenação nMDS a partir da matriz de dissimilaridade de Bray-Curtis. Para verificar a similaridade na ingestão dos itens alimentares pelos diferentes táxons de Chironomidae realizou-se uma análise de agrupamento (UPGMA).

Os padrões de coocorrência das espécies de Chironomidae pertencentes a uma determinada guilda e a frequência de ocorrência dos itens alimentares na dieta das espécies de cada guilda foram verificados através de Modelos Nulos (Stone & Roberts, 1990). Para descrever os padrões encontrados utilizou-se o índice c-score (Stone & Roberts, 1990). Para avaliar a significância estatística do c-score ( $p < 0.05$ ), o índice observado foi comparado ao índice calculado para uma pseudo-asmbléia, nas quais a ocorrência de cada táxon dentro de uma assembléia ou guilda foram randomicamente avaliadas (49.999 permutações). O modelo nulo utilizado foi o proporcional-fixo, onde os locais são fixos, de modo que, o número de espécies na comunidade nula fosse igual ao número de espécies da comunidade original e, a frequência de ocorrência de cada táxon proporcional a abundância total da soma das amostras em todos os locais (Gotelli & Entsminger, 2001). As análises foram realizadas no programa EcoSim version 7.0 (modelos nulos) e no Primer beta 6 (nMDS e Cluster).

CAPÍTULO 1

**DIVERSIDADE E VARIAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DA  
COMUNIDADE DE MACROINVERTEBRADOS AQUÁTICOS  
EM UMA LAGOA COSTEIRA SUBTROPICAL NO BRASIL**



Lagoa do Peri  
Florianópolis-SC

Capítulo formatado conforme as normas da revista HIDROBIOLOGIA  
<http://www.springer.com>

## **DIVERSIDADE E VARIAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DA COMUNIDADE DE MACROINVERTEBRADOS AQUÁTICOS EM UMA LAGOA COSTEIRA SUBTROPICAL NO BRASIL**

Aurea Luiza Lemes da Silva<sup>1</sup>, Paulo Roberto Pagliosa<sup>2</sup>, e Mauricio Mello Petrucio<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Pós-graduação em Ecologia-Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Catarina. Campus Universitário s/n, Trindade, Florianópolis, SC, Brasil CEP. 88040-970.

<sup>1</sup>Laboratório de Ecologia de Águas Continentais, Departamento de Ecologia e Zoologia, Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Catarina. Campus Universitário s/n, Trindade, Florianópolis, SC, Brasil CEP. 88040-970.

<sup>2</sup>Departamento de Geociências - Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina. Campus Universitário s/n, Trindade, Florianópolis, SC, Brasil CEP. 88040-970.

### **Resumo**

Lagoas costeiras são ambientes ecológicos e economicamente importantes devido às altas taxas de produtividade e aos vários serviços ambientais oferecidos as populações humanas, sendo, portanto um dos ecossistemas mais ameaçados do mundo. Neste trabalho, identificou-se à comunidade de macroinvertebrados aquáticos presentes em uma lagoa costeira subtropical e, relacionou-se temporal e espacialmente a influência dos fatores abióticos na distribuição e diversidade desta comunidade. Amostras de sedimento para análise da comunidade bentônica e da composição granulométrica foram coletadas em cinco regiões com diferentes características espaciais, usando uma draga Ekman-Birge (15 x 15 cm). Procedimentos padrão de triagem e identificação foram realizados em laboratório. Durante 12 meses (Maio/2008-Abril/2009) foram evidenciadas diferenças significativas entre os pontos amostrados, sendo uma maior riqueza de espécies encontrada nas regiões marginais da lagoa, próximo a vegetação aquática (P2, P3 e P5), em comparação com a região central (P1) e, com as regiões próximas a vegetação de restinga (P4). Atribuem-se os resultados encontrados neste estudo aos fatores relacionados às

características do sedimento (tamanho das partículas dos grãos e porcentagem de matéria orgânica), profundidade local e heterogeneidade do habitat. Variações temporais na densidade e riqueza dos táxons também foram evidenciadas neste estudo e, atribui-se tais modificações as características climáticas da região, uma vez que, a lagoa em estudo esta inserida em uma região subtropical que apresenta invernos e verões definidos.

Endereço para correspondência:

Aurea Luiza Lemes da Silva  
e-mail: [luizalemes@yahoo.com.br](mailto:luizalemes@yahoo.com.br)

## 1. Introdução

Um dos principais objetivos dos estudos de macroinvertebrados aquáticos tem sido explicar e prever a distribuição das espécies de acordo com características ambientais. Estes objetivos tem se mostrado cada vez mais desafiador, não apenas devido à falta de conhecimento taxonômico, mas também pela própria dinâmica complexa dos sistemas aquáticos (Poff et al., 2006). Comumente, busca-se compreender os padrões de distribuição das espécies em diferentes escalas espaciais e temporais, a fim de responder de que forma os fatores locais e processos históricos atuam como *filtros ambientais*, ou ainda, como estes influenciam na ocorrência e persistência de determinadas espécies no ambiente.

A comunidade de macroinvertebrados aquáticos é controlada por diversos fatores que agem em diferentes escalas espaciais e temporais (Brosse, Arbuckle & Townsend, 2003), sendo influenciados pelas variáveis bióticas e abióticas e pela interação entre elas, os quais determinam a estrutura da comunidade que se estabelece, sendo que qualquer alteração em um destes fatores pode interferir na composição e distribuição destes organismos aquáticos (Weigel et al., 2003).

As características do habitat são fatores importantes para os processos de estruturação e composição das comunidades biológicas em ambientes lóticos ou lénticos (Tate & Heiny, 1995; Weigel et al., 2003). Hipóteses como a da heterogeneidade ambiental pressupõe que um aumento no número de habitat disponíveis proporciona um aumento na



diversidade de espécies (MacArthur & MacArthur, 1961) devido à maior disponibilidade de nichos ecológicos presente, possibilitando assim a coexistência de um número maior de espécies (Townsend, 2006; Scognamillo et al., 2003; Tews et al., 2004). Estudos sobre as características do habitat mostram que os substratos minerais do leito (seixos, cascalhos e pedras), o material procedente das plantas e a vegetação marginal são os principais fatores relacionados à heterogeneidade do habitat e capazes de maximizar a biodiversidade nos sistemas aquáticos. Alguns parâmetros físico-químicos da água (por exemplo, oxigênio dissolvido, condutividade, alcalinidade e temperatura) podem influenciar as formas de vida aquática, pois causam mudanças ambientais e conseqüentes alterações na composição das comunidades (Allan, 2007; Bispo & Oliveira, 2001; Anjos & Takeda, 2005). Compreender a distribuição espacial e temporal dos organismos é, portanto, fundamental para o entendimento de muito de seus processos de inter-relação com o meio ambiente e também são fatores importantes no desenvolvimento de estratégias de monitoramento da biodiversidade.

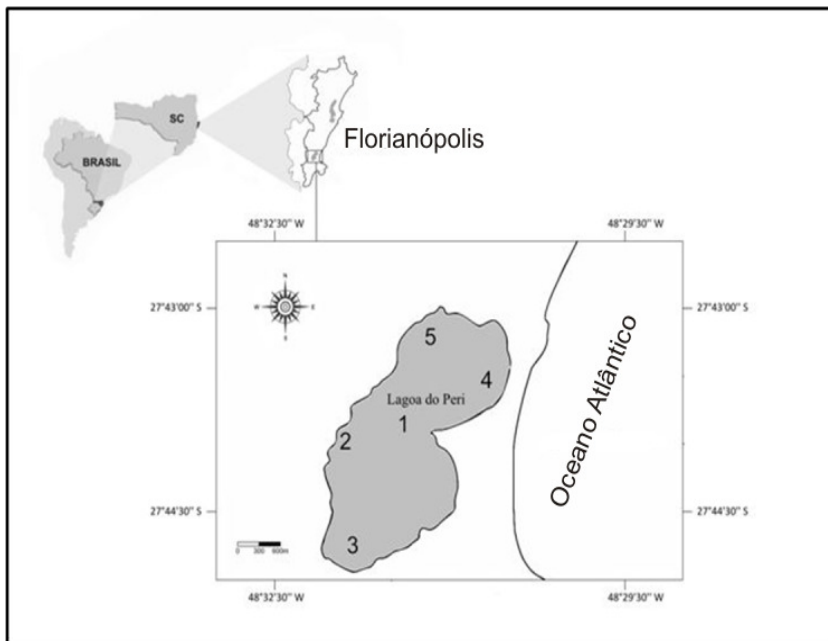
Fundamentando-se na premissa de que as características espaço-temporal encontradas nos sistemas aquáticos refletem diretamente na biota e podem atuar como *filtros ambientais*, foram formulados as seguintes hipóteses: se a heterogeneidade espacial é importante na estruturação das comunidade aquáticas então acredita-se que, dentro de um mesmo sistema deverá existir diferenças na composição e distribuição da comunidade de macroinvertebrados aquáticos, onde regiões mais heterogêneas apresentarão um maior número de habitat e conseqüentemente de espécies e, estas diferenças deverão ser indicativo de variação espacial. Da mesma forma, acredita-se haver variabilidade temporal na composição das espécies devido às características climáticas da região de estudo. A partir disso, foi elaborada a seguinte hipótese: *regiões que apresentarem áreas compostas de vegetação aquática e substratos mais heterogêneos apresentarão uma maior heterogeneidade espacial e, portanto, maior riqueza e densidade na comunidade de macroinvertebrados aquáticos, se comparada às áreas sem estas características*. Sendo assim este estudo tem como objetivos principais: (1) identificar a comunidade de macroinvertebrados presente em uma lagoa costeira de água doce, com base na composição, abundância, riqueza de espécies e preferência de habitat e, (2) investigar a distribuição espaço-temporal da comunidade, além de (3) e relacionar o padrão de distribuição da comunidade de macroinvertebrados com as variáveis ambientais.

## 2. Material e métodos

### 2.1. Área de estudo

A vegetação de mata Atlântica esta distribuída por uma extensa faixa no Brasil (1,481,946 km<sup>2</sup>, aproximadamente 17.4% do território brasileiro) apresentando uma variedade de formações que engloba um diversificado conjunto de ecossistemas florestais com estruturas e composições florísticas bastante diferenciadas, acompanhando as características climáticas da região onde ocorre, tendo como elemento comum a exposição aos ventos úmidos que sopram do oceano. O ecossistema é considerado um dos 25 *hotspots* mundiais de biodiversidade, caracterizado pela alta diversidade de espécies presentes, um grande número de espécies endêmicas e elevada vulnerabilidade (Myers et al., 2000). A respeito desta diversidade biológica, o ecossistema é um dos mais ameaçados do mundo (Morellato & Haddad, 2000; Myers et al., 2000). Estado de Santa Catarina apresenta uma área de aproximadamente 95.442 km<sup>2</sup> e uma população humana de aproximadamente 6 milhões (3,12% da população brasileira) (IBGE,2008). O clima é predominantemente subtropical úmido com verões quentes e chuvas bem distribuídas durante o ano (Nascimento, 2002). A vegetação predominante nas regiões entre a serra e a planície é caracterizada por mata Atlântica e vegetação de restinga.

O presente estudo foi realizado em uma região que apresenta as duas formações vegetais (Fig. 1). A lagoa do Peri é uma lagoa costeira subtropical, localizada ao Sul da Ilha de Santa Catarina, sul do Brasil (27°44'S e 48°31'W) (Oliveira, 2002). Inserida na Floresta Atlântica Subtropical, a lagoa apresenta um espelho d'água de 5,07 km<sup>2</sup>, sendo rodeada por montanhas cobertas por vegetação de Mata Atlântica bem preservada nas porções sul, oeste e partes do norte, e na porção leste, a lagoa é rodeada por uma restinga típica de vegetação litorânea, a qual a mantém separada do Oceano Atlântico (Silva, 2000). A lagoa e seu entorno (incluindo quase toda a sua bacia de drenagem) estão dentro de uma área ambientalmente protegida (Parque Municipal da Lagoa do Peri), com uma ocupação humana restrita desde 1981. Cinco diferentes regiões na lagoa do Peri foram selecionadas para este estudo utilizando-se os seguintes critérios de seleção: diferentes profundidades, composição granulométrica, porcentagem de matéria orgânica, presença de macrófitas aquáticas e a presença da vegetação ripária.



**Figura 1.** Mapa da lagoa do Peri, Florianópolis - Santa Catarina (Brasil), destacando a localização das regiões selecionadas para este estudo.

## 2.2. Procedimento amostral e identificação

Durante o período de maio de 2008 a abril de 2009 os macroinvertebrados aquáticos foram coletados mensalmente utilizando uma draga de Eckman-Birge (15 cm x 15 cm). Sete amostras foram randomicamente realizadas em um cada região selecionada, sendo 4 amostras para análise da comunidade de macroinvertebrados aquáticos e 3 amostras para análises sedimentológicas (tamanho das partículas dos grãos e porcentagem de matéria orgânica). Em laboratório as amostras foram lavadas sobre peneiras de 0,50 mm, triadas com auxílio de estereomicroscópio e a comunidade aquática foi identificada até ao menor nível taxonômico possível, seguindo as descrições de (Merritt & Cummins, 1984; Fernández & Dominguez, 2001) e específicas para as ordens Odonata (Costa et al., 2004), Trichoptera (Calor, 2007) e Diptera-Chironominae (Trivinho-Strixino, 1995). Para a identificação

da família Chironomidae foram confeccionadas lâminas semi-permanente conforme técnica descrita por Trivinho-Strixino (1995).

### **2.3. Variáveis abióticas**

As medidas ambientais foram realizadas em cada uma das regiões selecionadas para este estudo, a fim de, caracterizar as condições de cada habitat. pH, temperatura, condutividade e concentração de oxigênio dissolvido na água foram mensurados *in situ* utilizando uma sonda multi-parâmetros de leituras específicas (marca WTW-350ii). O sedimento predominante foi obtido através do peneiramento (Suguio, 1973) de 30g de sedimento previamente seco em estufa. A porcentagem de matéria orgânica no sedimento foi obtida sob perda por ignição (7g de sedimentos-550°C/4horas).

### **2.4. Análise Estatística**

Padrões de estrutura e composição da comunidade bentônica entre as regiões amostrais e as estações do ano, foram descritas utilizando-se a análise de ordenação n-MDS, a partir da matriz de similaridade de Bray-Curtis sob dados logaritimizadas. As respostas simultâneas da comunidade bentônica e das variáveis ambientais entre as cinco regiões amostradas e durante as estações do ano (outono, inverno, primavera e verão) foram avaliadas através do programa PERMANOVA (Permutational Multivariate Analysis of Variance), utilizando-se métodos de permutação. Para esta análise foram utilizadas 99.999 permutações aleatórias. Para identificar as espécies mais influentes e que melhor contribuíram para a similaridade entre as regiões amostradas, realizou-se a análise de percentagem de similaridade (SIMPER), selecionando-se apenas as espécies que contribuíram acima de 10% e, que apresentaram um valor acumulado acima de 50%. A partir desta seleção, todas as análises realizadas com a fauna bentônica restringiram-se ao uso destas espécies.

Análises de variância hierárquica bi-fatoriais (ANOVAs) foram aplicadas para verificar a existência de diferenças significativas na densidade total e na riqueza de espécies da comunidade bentônica entre as regiões amostradas e durante as estações do ano. Quando significativas, as diferenças foram avaliadas através do teste de

comparações múltiplas de Newman-Keuls (Underwood, 1997). A homogeneidade das variâncias foi previamente verificada pelo teste de Cochran e quando necessário utilizou-se a transformação logarítmica.

Para verificar quais as variáveis ambientais que melhor explicaram a distribuição da comunidade bentônica recorreu-se a análise de componentes principais (ACP). Para esta análise foram selecionadas as seguintes variáveis abióticas: concentração de oxigênio dissolvido, pH, condutividade, temperatura da água, profundidade, teor de matéria orgânica, grânulos, areia grossa, areia média, areia fina e finos. Diferenças na composição das partículas dos sedimentos entre os pontos amostrados e durante as estações do ano foram verificados com análises de variâncias bi-fatoriais.

Relações entre a estrutura multivariada da fauna e a matriz de similaridade derivada dos parâmetros abióticos foram avaliadas pela rotina RELATE, através da análise do índice de correlação de Spearman. Posteriormente, as relações entre as variáveis ambientais e a estrutura da comunidade bentônica foram analisadas usando a rotina BIOENV (Clarke & Gorley, 2006), definindo assim grupos de variáveis ambientais que melhor explicam a distribuição da fauna. As análises multivariadas foram realizadas com os software PRIMER 6 (Clarke & Gorley, 2006) e PERMANOVA (McArdle & Anderson, 2001) e as univariadas com o STATISTICA 8.

### **3. Resultados**

#### **3.1. Dados abióticos**

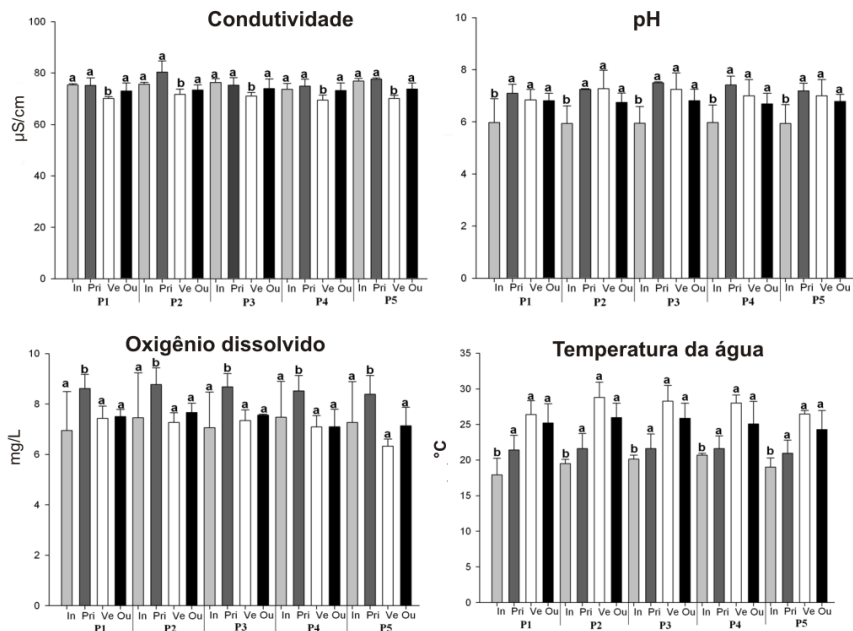
As variáveis da água pH, condutividade, temperatura e concentração de oxigênio dissolvido não apresentaram diferenças significativas entre as regiões amostradas, sendo significativos apenas as variações sazonais (outono, inverno, primavera e verão). Testes *pos-hoc* (Fig.2) evidenciaram que durante o inverno, os valores obtidos para temperatura da água e pH foram estatisticamente diferentes dos valores observados durante a primavera, verão e outono. Para a concentração de Oxigênio dissolvido, testes *pos-hoc* evidenciaram que os valores obtidos durante a primavera foram significativamente maiores do que os valores obtidos durante o inverno, verão e o outono. Para a condutividade elétrica, observaram-se diferenças significativas nos valores obtidos durante o verão, sendo no inverno, primavera e outono os períodos que apresentaram as maiores condutividade.

Os valores de profundidade local variaram entre as áreas amostradas, com valores médios em torno de 8,2 m na região central de lagoa (P1) e 1,4 m na região leste próximo a vegetação de restinga (P4). As maiores porcentagens de matéria orgânica no sedimento foram registradas nas regiões próximas a vegetação ripária (P2, P3) e no centro da lagoa (P1).

As análises de variância hierárquica não detectaram interações significativas entre o tipo de sedimento presente nas regiões amostradas e durante as estações do ano, sendo significativas apenas as diferenças na composição das partículas do sedimento entre as regiões amostradas. Testes *pos-hoc* evidenciaram que as principais diferenças ocorreram entre as regiões marginais (P2, P3 e P5), centro da lagoa (P1) e regiões mais próximas a vegetação de restinga (P4) (Fig 3).

Os resultados da PERMANOVA evidenciaram que não existe interação significativa entre as variáveis abióticas com os pontos amostrados e as estações do ano (PERMANOVA,  $F=0,910$  e  $p=0,669$ ), sendo significativas apenas as diferenças entre pontos (PERMANOVA:  $F=3,61$  e  $p=0,00$ ) (Tab. 1).

O resultado da análise de componentes principais mostrou que as variáveis (água e sedimento) ordenaram-se separadamente nos dois primeiros eixos (Fig.4), que somaram mais de 53% da variância total dos dados. O primeiro eixo da análise apresentou correlação negativa com as variáveis: profundidade, matéria orgânica, grânulo, areia fina e grãos finos (silte). Areia média foi a única variável que apresentou uma correlação positiva com a componente 1. O segundo eixo da PCA apresentou uma correlação positiva com as variáveis: pH e temperatura da água e, uma correlação negativa com oxigênio dissolvido e condutividade.

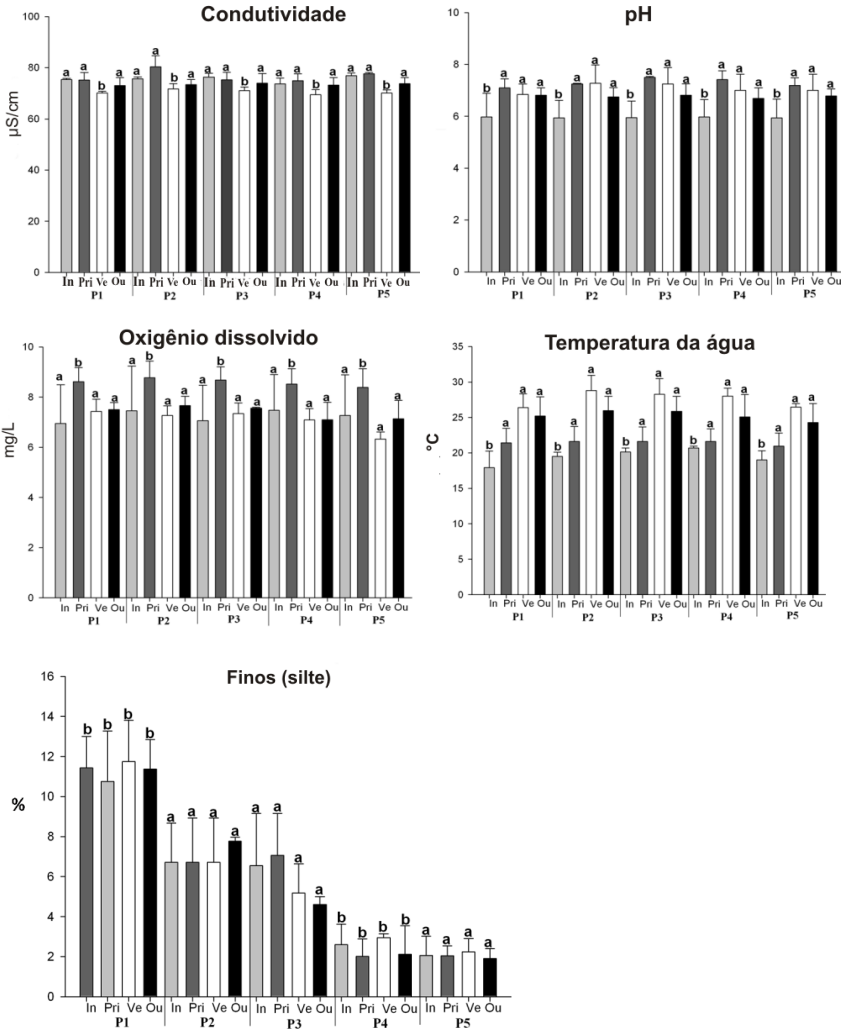


**Figura 2.** Média, desvio padrão e níveis de significância ( $F_{3, 40}$ ) das análises de variância hierárquicas das variáveis físicas e químicas da água analisadas ao longo de uma variação espaço (p = pontos amostrados) temporal (In = inverno; Pri = primavera; Ve= verão e ou= Outono) na lagoa do Peri. \*Letras diferentes indicam variações sazonais significativas.

**Tabela 1.** Resultados da PERMANOVA baseada na matriz de distância euclidiana para as variáveis ambientais analisadas na lagoa do Peri. Em negrito, destacam-se os resultados que foram estatisticamente significativos para  $p < 0,05$ .

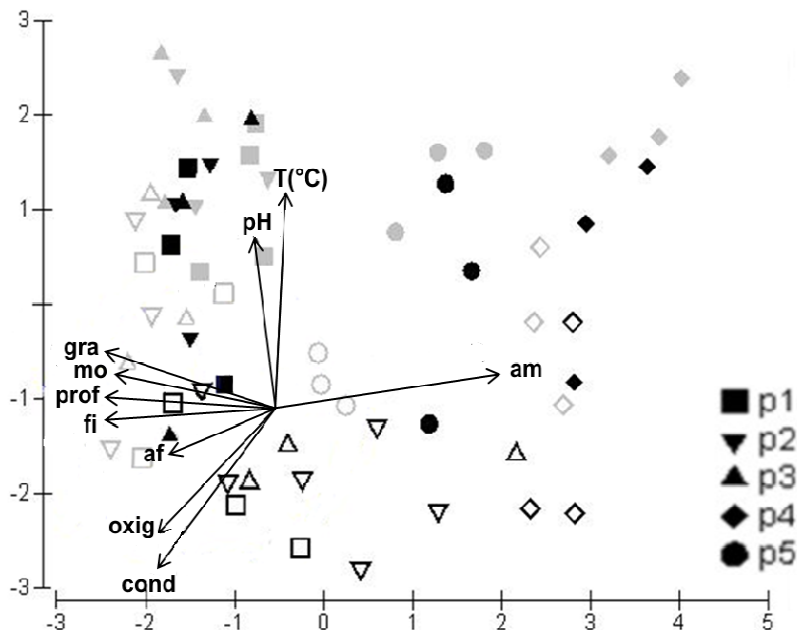
Fonte de variação	df	MS	F	P (perm)	P(MC)
re	4	5,4	3,6	0,0000	<b>0,0000</b>
se	3	2,3	1,3	0,14	0,15
re x se	12	1,3	0,9	0,66	0,66

re= regiões amostradas; se= estações do ano; re x se = interação regiões x estações do ano



**Figura 3.** Média, desvio padrão e níveis de significância ( $F_{4, 30}$ ) das análises de variâncias hierárquicas dos dados de composição do tamanho das partículas do sedimento analisados ao longo de uma variação espaço (p= pontos amostrados) temporal (In = inverno; Pri = primavera; Ve= verão e Ou= outono) na lagoa do Peri. \*Letras diferentes entre os pontos indicam diferenças significativas.





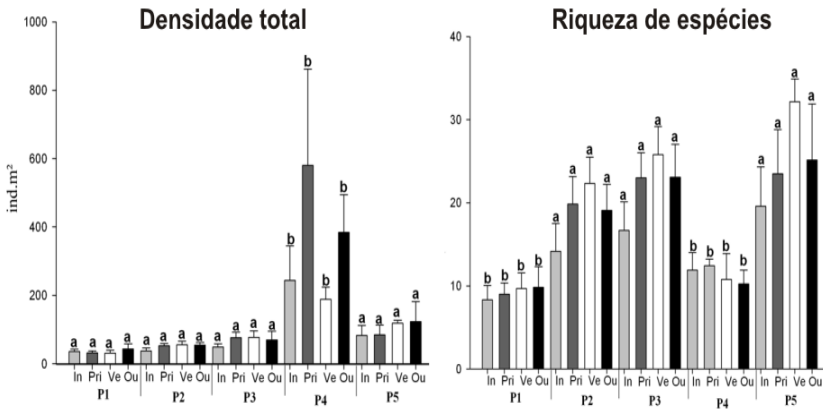
**Figura 4.** Diagrama de ordenação (ACP) das variáveis abióticas: T= temperatura da água, pH, oxig = oxigênio dissolvido, cond= condutividade, prof = profundidade local e composição dos sedimentos (gra= grânulo, mo= matéria orgânica, fi= finos (silte), af= areia fina e am= areia média em relação aos pontos amostrais da lagoa do Peri, durante o período de estudo. Para qualquer dos cinco símbolos: preto e cheio= outono; preto e vazado =inverno; cinza e cheio= verão e cinza e vazado = primavera.

### 3.2. Comunidade bentônica

Foram coletados 29.085 espécimes de macroinvertebrados aquáticos, distribuídos em 47 táxons e 7 classes, com Insecta dominando em número de espécies e Crustacea em número de indivíduos. As densidades totais entre as regiões amostradas e as estações do ano variaram de 35,8 ind./0,02m<sup>2</sup> (P1) a 359,4 ind./0,02m<sup>2</sup> (P4), enquanto no (P2) a densidade total foi de 50,8 ind./0,02m<sup>2</sup> no (P3) foi de 67,9 ind./0,02m<sup>2</sup> e no (P5) 97,2/0,02m<sup>2</sup> indivíduos (Fig. 5). Diferenças significativas quanto a densidade total (F=10,8 e p=0, 002) foram evidenciadas entre as regiões amostradas, principalmente entre os

espécies presentes no P4, os quais apresentaram uma densidade muito superior ao encontrado nas outras regiões

Com relação à riqueza de espécies ( $F=16,8$  e  $p=0,00$ ) evidenciaram-se diferenças significativas entre as cinco regiões amostradas, estando às maiores riquezas de espécies nas regiões marginais (P2, P3 e P5) próximo a vegetação aquática, quando comparado a região central (P1) e próximo a vegetação de restinga (P4). Outono, primavera e verão foram as estações do ano que apresentaram as maiores diversidade de espécies e, o inverno o período de menor diversidade de espécies, com exceção do P4, o qual apresentou uma maior diversidade de espécies na primavera e uma menor diversidade no verão e no outono. A riqueza de espécies e a densidade média total dos espécimes coletados durante o período de estudo estão apresentadas na tabela 2.



**Figura 5.** Valores médios e desvio padrão da densidade total ( $F=10,8$  e  $p=0,002$ ) e riqueza de espécies ( $F=16,8$  e  $p=0,00$ ) entre os diferentes regiões amostradas e durante as estações do ano: inverno (In), primavera (Pri), verão (Ve) e outono (Ou).

**Tabela 2.** Média e desvio padrão das características descritivas e das espécies da comunidade bentônica dos diferentes pontos estudados na lagoa do Peri.

	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>	<b>P5</b>
<b>Densidade Total</b>	35,8 (1,6)	50,8 (1,2)	67,9 (1,3)	359,4 (41)	97,2 (2,9)
<b>Número de espécies</b>	21 (2,1)	39 (1,1)	45 (1,2)	32 (52,9)	46 (2,9)
<b>INSECTA</b>					
<b>ODONATA</b>					
<i>Aphylla</i> spp.	-	0,2 (0,6)	1,9 (0,8)	-	0,7 (0,8)
<i>Argia</i> spp.	-	0,9 (0,6)	1,0 (1,0)	-	0,8 (1,0)
<i>Castoraeschna</i> spp.	-	1,3 (0,7)	1,4 (0,9)	-	1,7 (1,8)
<i>Hetaerina</i> spp.	-	0,6 (0,3)	0,4 (0,7)	-	1,1 (1,3)
<i>Perithemis</i> spp.	-	1,1 (0,5)	0,6 (0,9)	-	2,0 (1,3)
<i>Phyllocycla</i> spp.	-	2,2 (1,0)	1,8 (1,3)	-	2,1 (1,3)
<i>Progomphus</i> spp.	-	1,5 (0,6)	2,0 (1,5)	-	2,4 (0,9)
<i>Tauriphila</i> spp.	-	-	2,0 (1,5)	-	1,7 (1,2)
<b>TRICOPTERA</b>					
<i>Cymellus</i> Banks	-	2,3 (0,8)	1,9 (1,3)	-	1,3 (0,8)
<i>Macronema</i> Pictet, 1836	-	-	2,3 (1,4)	-	1,3 (0,8)
Odontoceridae	-	0,7 (0,5)	2,1 (0,8)	0,2 (0,7)	1,1 (0,8)
<i>Oecetis</i> Mosely, 1934	-	1,7 (0,1)	2,8 (1,7)	0,5 (1,1)	1,1 (0,8)
<i>Psoletra rufa</i>	-	-	2,0 (1,0)	0,1 (0,3)	1,3 (0,5)
<i>Smicridea</i> McLachlan, 1871	-	0,8 (0,4)	0,9 (0,5)	0,8 (1,4)	1,8 (0,8)
<b>DIPTERA-Chironomidae</b>					
<i>Ablabesmyia</i> (Karelia)sp	0,1 (0,5)	0,1 (0,2)	0,7 (0,7)	0,87 (1,3)	1,2 (0,9)
<i>Caladomyia</i> cf. <i>ortoni</i>	0,9 (1,3)	0,9 (0,5)	2,4 (0,6)	2,6 (0,9)	3,4 (1,4)
<i>Chironomus</i> gr. <i>riparius</i>	2,8 (1,5)	2,3 (1,3)	2,2 (1,3)	1,0 (1,1)	2,5 (1,4)
<i>Cladopelma</i> cf. <i>forcipis</i>	-	-	-	0,6 (1,4)	0,7 (1,4)
<i>Coelotanypus</i> Kieffer, 1913	1,7 (0,8)	1,7 (0,6)	2,1 (0,9)	2,1 (1,0)	4,3 (1,3)
<i>Cryptochironomus</i> Kieffer, 1918	-	1,0 (1,1)	0,1 (0,4)	-	1,5 (1,6)
<i>Djalmabatista</i> Fittkau, 1969	1,0 (1,4)	2,1 (1,5)	0,7 (1,1)	1,1 (1,1)	2,6 (1,2)
<i>Endotribelos</i> Grodhaus, 1987	-	0,7 (0,9)	0,7 (1,0)	0,2 (0,4)	-
<i>Fittkauimyia</i> Karunakaran, 1969		3,4 (0,7)	1,8 (1,1)	-	0,1 (0,2)

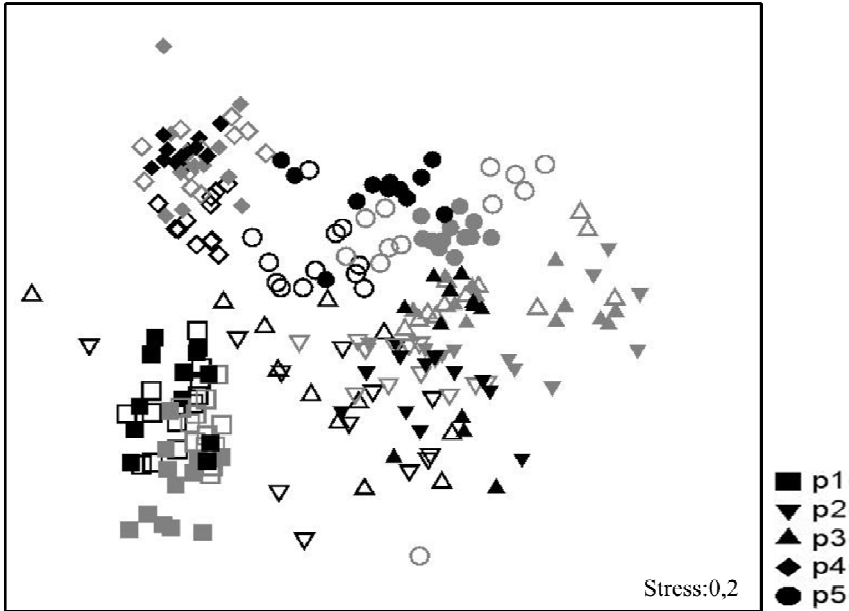
	P1	P2	P3	P4	P5
<i>Goeldchironomus cf. maculatus</i>		-	-	-	1,5 (2,3)
<i>Labrundinia</i> Fittkau, 1962	0,8 (1,1)	0,4 (0,7)	0,2 (0,6)	0,5 (0,7)	1,1 (1,1)
<i>Lopescladius</i> Oliveira, 1967	-	-	0,6 (0,9)	18,8 (7,9)	2,3 (1,4)
<i>Nilothauma</i> Kieffer, 1921	1,1 (0,1)	0,8 (0,7)	1,1 (1,2)	0,7 (0,7)	1,4 (1,3)
<i>Pelomus c.f.psamorphilos</i>	-	0,3 (0,6)	0,7 (1,0)	-	1,0 (1,4)
<i>Polipeditum (P) sp<sup>1</sup></i>	0,8 (0,8)	0,6 (0,8)	0,8 (1,2)	0,1 (0,2)	0,5 (0,8)
<i>Polipeditum (P) sp<sup>2</sup></i>	1,6 (1,5)	1,0 (0,9)	0,8 (0,8)	0,9 (1,3)	1,6 (1,5)
<i>Stempellina</i> Thienemann & Bause	3,7 (1,6)	1,6 (1,1)	3,0 (2,3)	0,4 (0,6)	3,3 (2,0)
<i>Stenochironomus</i> Kieffer, 1919	-	-	0,1 (0,2)	0,5 (0,7)	1,3 (0,9)
<b>DIPTERA-Chaoboridae</b>					
<i>Chaoborus</i> sp	5,9 (2,7)	1,4 (2,9)	3,4 (2,5)	0,1 (0,5)	3,7 (1,9)
<b>COLEOPTERA</b>					
Dytiscidae	0,1 (0,3)	0,1 (0,3)	0,1 (0,1)	0,1 (0,2)	0,4 (0,6)
Elmidae	0,1 (0,3)	0,2 (0,3)	0,3 (0,5)	-	0,7 (0,6)
Gyrinidae	0,1 (0,3)	0,2 (0,4)	0,2 (0,3)	0,1 (0,2)	0,2 (0,3)
<b>MOLLUSCA</b>					
Bivalve	-	1,9 (1,0)	2,6 (1,7)	-	1,4 (1,8)
Gastropoda	-	0,1 (0,2)	1,6 (1,2)	-	16 (1,7)
<b>CRUSTACEA</b>					
<i>Cytheridella ilosvayi</i>	7,4 (3,4)	5,1 (2,2)	5,6 (3,5)	18,3 (9,4)	6,2 (3,2)
<i>Stenocypris major</i>	4,8 (2,3)	4,4 (1,4)	5,5 (2,4)	9,7 (4,8)	6,0 (1,8)
Tanaidacea	1,4 (2,3)	2,9 (1,0)	1,8 (1,3)	286,5 (203,1)	19,9(16,2)
<b>OLIGOCHAETA</b>					
<i>L. hoffmeisteri</i> Clapared	0,5 (0,5)	0,4 (0,3)	0,1 (0,3)	0,7 (0,6)	0,3 (0,4)
<i>Limodrilus</i> spp	0,5 (0,5)	0,6 (0,5)	0,8 (0,7)	0,4 (0,6)	0,2 (0,4)
Tubificidae	1,1 (1,1)	0,7 (0,6)	0,5 (0,7)	1,0 (0,9)	0,4 (0,8)
<b>HIRUNDINEA</b>					
Hirundinea	-	-	0,6 (1,0)	-	1,8 (1,9)
<b>ACARI</b>					
Hidracarina	-	-	0,6 (1,0)	9,0 (31,1)	1,7 (1,9)
<b>NEMATODEA</b>					
Nematoda	-	2,3 (1,2)	3,1 (1,6)	1,4 (0,8)	2,0 (2,1)

*Cytheridella ilosvayi*, *Stenocypris major* e representantes de Chironomidae e Tanaidaceos (Crustacea) foram os organismos numericamente dominantes e frequentes em todas as regiões estudadas. Chironomidae apresentou a maior diversidade de espécies, sendo identificados 18 gêneros pertencentes às três principais subfamílias-Orthocladiinae, Tanypodinae e Chironominae. Em termos de densidade total, destacaram-se os gêneros *Lopescladius* (956 ind./0,02 m<sup>2</sup>), *Coelotanypus* (569 ind./0,02 m<sup>2</sup>), *Stempellina* (563 ind./0,02 m<sup>2</sup>)

*Chironomus gr. riparius* (507 ind./0,02 m<sup>2</sup>) e *Caladomyia cf. ortoni* (490 ind./0,02 m<sup>2</sup>). *Chironomus gr. riparius*, *Stempellina*, *Polypedilum (Polypedilum) sp<sup>1</sup>*, *Polypedilum (Polypedilum) sp<sup>2</sup>*, *Caladomyia cf. ortoni*, *Nilothalma*, *Coelotanytus*, *Labrundinia*, *Djalmabatista*, e *Ablabesmyia (Karelia)*, foram os únicos gêneros que apresentaram ocorrência constante em todas as regiões amostradas. *Fittkauimyia*, *Cryptochironomus* e *Pelomus cf. psamorphilos* ocorreram apenas nas regiões marginais da lagoa (P2, P3 e P5).

Na ordem Odonata, *Phyllocycla* (289 ind./0,02 m<sup>2</sup>), *Progomphus* (282 ind./0,02 m<sup>2</sup>) e *Castoraeschna* (219 ind./0,02 m<sup>2</sup>) apresentaram as maiores densidade totais e, na ordem Tricoptera, *Oecetis* (293 ind./0,02 m<sup>2</sup>), *Cyrnellus* (265 ind./0,02 m<sup>2</sup>) e *Smicridea* (208 ind./0,02 m<sup>2</sup>). Entre os Coleoptera destacam-se Elmidae (67 ind./0,02 m<sup>2</sup>) e Dytiscidae (47 ind./0,02 m<sup>2</sup>). *Chaoborus* apresentou 644 ind./0,02 m<sup>2</sup> coletados durante o período de estudo. Na região central e mais profunda da lagoa (P1) *Cytheridella ilosvayi*, *Chaoborus*, *Stenocipris major*, *Stempellina* e *Chironomus gr. riparius* foram os organismos que apresentaram as maiores densidades. Nematoda, Hirundinea, Odonata, Tricoptera, Gastropoda e Bivalve não foram amostrados nesta região. Nos locais amostrados próximos a vegetação de restinga (P4) destaca-se a presença de Tanaidaceos e larvas do gênero *Lopescladius*. Odonata, Gastropoda e bivalves não foram encontrados nesta região.

O resultado da análise de ordenação multidimensional das amostras evidenciou uma separação na estrutura da comunidade dos macroinvertebrados entre as cinco regiões amostradas e durante as estações do ano (Fig. 6 e Tab. 3). O padrão de distribuição das amostras foi mais evidente nas regiões P1, P4 e P5 e entre as regiões P2 e P3 observa-se algumas sobreposições.



**Figura 6.** Configuração n-MDS da distribuição espaço-temporal da comunidade de macroinvertebrados aquáticos nas cinco regiões amostradas e durante as estações do ano. Para qualquer dos cinco símbolos: preto e cheio= outono; preto e vazado =inverno; cinza e cheio= verão e cinza e vazado = primavera.

**Tabela 3.** Resultados da PERMANOVA baseada na matriz de similaridade de Bray- Curtis para a comunidade bentônica da lagoa do Peri. Em negrito, destacam-se os resultados que foram estatisticamente significativos para  $p < 0,05$ .

Fonte de variação	df	ms	F	P(perm)	P(MC)
re	4	11541,1	29,31	0,00	0,00
se	3	1805,4	4,58	0,00	0,00
re x se	12	2334,8	5,92	0,00	0,00

re= regiões amostradas; se= estações do ano ; re x se= interação entre as regiões x estações do ano

Os resultados das análises de variância hierárquica para as espécies que mais contribuíram para a similaridade entre as regiões amostradas (Tab.4) revelaram uma interação significativa entre as regiões amostradas e as estações do ano para *Chironomus gr. riparius*, *Stempellina*, *Lopescladius*, *Chaoborus*, Tanaidacea, *Cytheridella ilosvayi* e *Stenocypris major* (Tab. 5) sendo no outono, primavera e no verão os períodos de maior abundância para estes táxons. No inverno, evidenciou-se uma queda nas densidades totais de todos os táxons analisados, com exceção de Tanaidacea que apresentaram as maiores abundâncias no outono e na primavera, e as menores abundâncias no verão (Fig.7). Para o gênero *Coelotanypus* não houve interação, sendo significativas as diferenças entre os pontos e entre as estações do ano.

**Tabela 4.** Percentagem de contribuição das espécies (> 50%) entre os pontos amostrais, verificado através da rotina SIMPER.

Táxons	P1(63,3)	P2(56,9)	P3(53,7)	P4(71,2)	P5(57,0)
<i>Cytheridella ilosvayi</i>	18,67	19,25	15,3	-	32,48
<i>Stenocypris major</i>	34,86	10,05	7,8	-	26,19
<i>Chaoborus</i>	50,91	-		-	42,94
<i>Stempellina</i>	-		41,7	-	50
<i>Chironomus gr. riparius</i>	-	45,48	26,5	-	-
<i>Coelotanypus</i>	-	-	36,8	-	19,44
<i>Fittkauimyia</i>	-	27,32	-	-	-
Tanaidacea	-	33,79	-	32,69	11,94
<i>Cyrnellus</i>	-	39,67		-	-
Nematóides	-	-	31,7	-	-
<i>Djalmabatista</i>	-	-	-	-	47,43
<i>Oecetis</i>	-	-	46,3	-	-
<i>Caladomyia cf. ortonii</i>	-	-	21,2	-	38,19
Odontoceridae	-	-	50	-	-
<i>Lopescladius</i>	-	-	-	49,28	-

**Tabela 5.** Sumário das análises de variância hierárquica das espécies bentônicas que se destacaram nos pontos estudados. Em negrito, destacam-se as interações significativas entre os pontos amostrais e as estações do ano e o \* representa diferenças não significativas.

<b>Tanaidaceos</b>			<b>Stempellina spp.</b>		
Fontes de variação	F-ratio	<i>P</i>	Fontes de variação	F-ratio	<i>P</i>
Ptos	150,6	0,000	Ptos	23,1	<b>0,000</b>
estação	13,7	0,000	estação	0,9	0,41*
interação	13,7	<b>0,000</b>	interação	2,2	<b>0,000</b>
<b><i>Cytheridella ilosvayi</i></b>			<b><i>Coeotanypus spp.</i></b>		
Ptos	31,5	0,000	Ptos	35,2	<b>0,000</b>
estação	9,0	0,000	estação	7,03	<b>0,000</b>
interação	3,0	<b>0,000</b>	interação	1,3	0,18*
<b><i>Stenocypris major</i></b>			<b><i>Lopescladius spp.</i></b>		
Ptos	19,2	0,000	Ptos	233,9	0,000
estação	10,8	0,000	estação	5,9	0,000
interação	2,16	<b>0,010</b>	interação	6,8	<b>0,000</b>
<b><i>Chironomus gp. Riparius</i></b>			<b><i>Chaoborus sp.</i></b>		
Ptos	10,0	0,000	Ptos	31,9	0,000
estação	7,76	0,000	estação	2,1	0,090
interação	3,6	<b>0,010</b>	interação	3,1	<b>0,000</b>

Os resultados dos testes *pos hoc* evidenciaram que as maiores densidades média de *Cytheridella ilosvayi* e *Stenocypris major* ocorreram durante outono, inverno e primavera, sendo no verão o período de menor densidade.

Tanaidacea e *Lopescladius* apresentaram maiores densidades nas regiões rasas e arenosas na lagoa, próximo à vegetação de restinga (P4) sendo na primavera, outono e verão os períodos de maiores densidade para *Lopescladius* e no outono, inverno e primavera para Tanaidacea. Para *Chironomus gr. riparius* as maiores densidades ocorreram no durante o outono, primavera e verão em todas as regiões amostradas, com exceção do P4 durante o inverno. As densidades médias de *Chaoborus* diferenciaram-se entre as regiões amostradas e as estações do ano, sendo as maiores densidade obtidas na região central da lagoa (P1) durante o inverno e a primavera e nas regiões marginais (P2, P3, P4 e P5) durante o outono, primavera e o verão.

Avaliando todo o conjunto de variáveis ambientais analisadas junto com as medidas da comunidade bentônica, observou-se que as

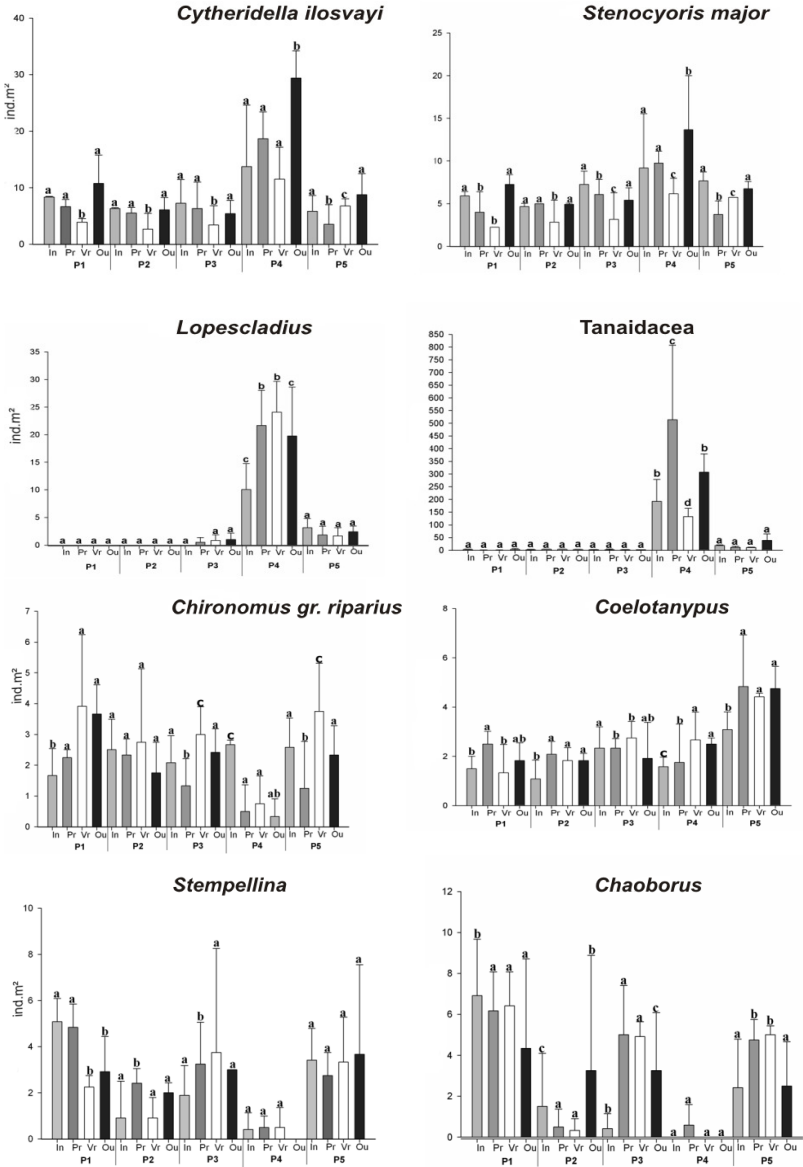


variáveis físicas e químicas da água (oxigênio, pH, condutividade e temperatura) analisadas através da rotina BIOENV (Tab. 6), apresentaram uma baixa correlação com a comunidade bentônica ( $\rho=0,02$ ). As variáveis sedimentológicas analisadas, grânulo, areia grossa, grãos finos e a profundidade local apresentaram uma alta correlação no agrupamento dos organismos aquáticos ( $\rho=0,75$ ). Porém, a mais alta correlação foi obtida quando analisou-se as duas variáveis (água e sedimento) juntas ( $\rho=0,85$ ). O teste RELATE constatou que existe uma correlação positiva entre as matrizes de similaridade dos parâmetros abióticos e da fauna bentônica ( $\rho=0,5$   $p=0,001$ ).

**Tabela 6.** Análises de correlação de Spearman ( $\rho$ ). Rotinas BIOENV e RELATE para a escolha das melhores combinações de variáveis explicativas para a distribuição da fauna. Em negrito destacam-se os resultados que foram estatisticamente significativos para  $p<0,05$ .

Seleção	Spearman	p	melhor combinação
Água	0,02	0,269	pH; T°; cond.; O <sub>2</sub>
Sedimento	0,75	<b>0,001</b>	prof.; gra; ag e af
(água + sedimento)	0,85	<b>0,001</b>	O <sub>2</sub> ; T, gra,af e finos

T = temperatura da água; cond.= condutividade; ag= areia grossa; grã= grânulo; af= areia fina; prof.= profundidade local e fi= finos (silte), O<sub>2</sub>= oxigênio dissolvido



**Figura 7.** Resultado dos testes de Newman-Keuls para as espécies selecionadas na rotina SIMPER. \*Letras diferentes entre os pontos e dentro dos pontos indicam diferenças significativas. Inverno (In), primavera (Pr), verão (Ve) e outono (Ou).

#### 4. Discussão

Neste estudo, evidenciou-se uma variação espaço-temporal da comunidade de macroinvertebrados aquáticos na lagoa do Peri relacionada com as características dos substratos locais e da dinâmica temporal típica da região subtropical. A textura do sedimento foi diferente entre os locais amostrados, principalmente entre as áreas marginais e centrais. A profundidade local e a presença ou não de cobertura vegetal ao longo das áreas parece afetar a disponibilidade de habitat e, conseqüentemente, a composição da fauna bentônica. Regiões marginais, com sedimentos mais heterogêneos e presença de vegetação apresentaram uma maior diversidade de organismos. Por outro lado, áreas marginais não vegetadas e com sedimentos mais homogêneos apresentaram as densidades mais elevadas.

As maiores densidades totais e diversidade de espécies foram observadas durante a primavera-verão, ao contrário, durante o período de inverno observou-se as menores densidades totais e diversidade de espécies. Neste estudo, as variações sazonais podem ser em parte, explicadas pelas modificações nos valores de temperatura, pH e concentração de oxigênio dissolvido na água. As flutuações destas variáveis ao longo do ano são fatores que reconhecidamente podem influenciar na abundância e riqueza das espécies de macroinvertebrados aquáticos (Iliopoulou-Georgudaki et al., 2003). A variação temporal da comunidade bentônica pode ocorrer também em consequência do distúrbio físico e químico local, alterações nas cadeias tróficas, ou ainda, ser decorrente do próprio ciclo de vida e padrão comportamental das espécies, com diferenças sazonais na predominância de alguns grupos de organismos em detrimento de outros. O aumento da temperatura durante a primavera e o verão pode influenciar no ciclo de vida dos organismos aquáticos, estimulando a atividade reprodutiva da maioria das espécies bentônicas (Sponseller et al., 2001). Por outro lado, no inverno as baixas temperaturas e a diminuição da luminosidade ambiental diminuem a produtividade dos sistemas aquáticos, reduzindo a disponibilidade de recursos alimentares para a fauna. Estes mesmos fatores podem induzir um estado de diapausa nos últimos ínstares da maioria das larvas de insetos, principalmente Chironomidae (Goddeeris et al., 2001) causando um declínio na densidade total (Groenendijk et al., 1998).

As condições climáticas podem influenciar na distribuição das espécies de maneira variável em função do tempo. Estudos espaço-temporais da comunidade bentônica em lagoas costeiras de clima temperado mostram uma maior variabilidade na diversidade de espécies

nas regiões marginais das lagoas durante a primavera e o verão (Pech et al., 2007; Almeida et al., 2008). Nestas regiões, a sazonalidade bem definida pela grande amplitude de variação da temperatura é uma das principais variáveis que influencia no ciclo de vida e na estrutura da comunidade dos organismos aquáticos (Zamora-Muñoz et al., 1995). Por outro lado, em regiões de clima tropical a sazonalidade é definida principalmente pelo regime de chuvas, que altera a temperatura e a concentração de oxigênio dissolvido na água, atuando diretamente na distribuição da fauna bentônica (Bispo & Oliveira, 2001). Enquanto nas regiões temperadas e tropicais a sazonalidade é a principal força ambiental estruturadora das comunidades bentônicas, em regiões subtropicais a sazonalidade parece ter um papel secundário, ou pelo menos bastante variável. A variabilidade no regime climático é transicional, desde locais com períodos de chuva bem marcados, parecidos com a zona tropical, até locais onde a temperatura é bem definida, se assemelhando à ambientes temperados. Nessas regiões a composição e distribuição da fauna estão relacionadas com a altitude local (Johnson et al., 2004), tipo de vegetação aquática presente (Cenzano, 2006; Albertoni et al., 2007; Arocena, 2007) e a frequência e intensidade das chuvas (Bispo et al., 2002; Tolonen et al., 2001). Portanto, a influência da sazonalidade em zonas subtropicais pode ser uma particularidade específica do local de estudo, podendo variar dependendo se, por exemplo, em áreas interiores ou na zona costeira.

O padrão de distribuição da comunidade bentônica presente nas lagoas marginais interioranas parece não responder as características climáticas da região (Sonoda, 1999; Correia & Strixino, 1999; Alves & Strixino, 2000; Sonoda & Trivinho-Strixino, 2000). A presença de sedimentos finos, principalmente areia nas regiões litorâneas e a presença de argila nas regiões profundas influencia na distribuição da fauna bentônica, sendo as maiores diversidades de espécies registradas nas áreas marginais e heterogêneas das lagoas quando comparado as regiões profundas (Marques et al., 1999; Martinho et al., 2006). Situação similar foi observado nas lagoas costeiras Cambúnas (Callisto et al., 1998) e Imboassica (Albertoni et al., 2007) localizadas no estado do Rio de Janeiro e, na lagoa dos Patos, no estado do Rio Grande do Sul (Bemvenuti & Netto, 1998; Angonesi et al., 2006), contudo, nestas lagoas durante o período de menor intensidade de chuva, a salinidade torna-se um fator importante.

Neste estudo, tanto as regiões centrais e profundas da lagoa quanto às áreas marginais voltadas à planície costeira, apresentam sedimentos homogêneos e são desprovidas de qualquer tipo de

vegetação. As regiões profundas dos ecossistemas aquáticos apresentam restrições limitando o desenvolvimento de algumas espécies (Rosemary et al., 2006). Neste estudo, duas espécies de ostrácodes, *Cytheridella ilosvayi* e *Stenocypris major*, larvas de *Chaoborus*, Chironomidae e Oligochaeta foram os organismos mais abundantes nesta região. *Cytheridella ilosvayi* e *Stenocypris major* são microcrustáceos (Ostracoda) com uma carapaça bivalve e raramente ultrapassam a faixa de tamanho 0,5-5,0 mm (Victor, 2002), sendo muito comuns na maioria dos corpos de água doce, podendo ser geralmente utilizados como bioindicadores ambientais (Randani et al., 2001; Victor, 2002). São organismos predominantemente aquáticos, alimentando-se principalmente de material vegetal em decomposição (Victor, 2002). *Chaoborus* são larvas de díptera que permanecem preferencialmente enterrados nos sedimentos das regiões profundas dos lagos e lagoas, principalmente no período diurno, sendo este comportamento documentado como uma função alternativa para evitar a predação (Bezerra-Neto & Pinto-Coelho, 2002). Durante o período noturno, as larvas migram para a coluna d'água em busca de alimentos (Tundisi & Matsumura-Tundisi, 2008). *Chaoborus* são predadores, alimentando-se preferencialmente do zooplâncton (Sweetman & Smol, 2006).

O sedimento arenoso, típico da planície quaternária, parece limitar a distribuição de alguns macroinvertebrados aquáticos, devido à escassez de refúgios e disponibilidade de alimentos (Bueno et al., 2003). Nesta região, Tanaidacea e larvas do díptera *Lopescladius* foram os organismos que mais se destacaram em termos de densidade total. Tanaidacea são crustáceos aquáticos pouco conhecidos pertencentes à superordem Peracarida. Geralmente são caracterizados como de ambientes marinho, porém existe um pequeno número de espécies que habitam os ambientes de água doce (Jaume & Boxshall, 2008). Tanaidacea são habitantes da zona litorânea, onde vivem enterrados no sedimento, em tubos em forma de U, ou em pequenos orifícios e fendas nas rochas. Em águas rasas geralmente ocorrem em altas densidades, excedendo 10.000 indivíduos/m<sup>2</sup>, sendo considerados detritívoros-suspensívoros ingerindo microalgas e detritos (Holdich & Jones, 1993). Normalmente, apresentam ciclo de vida com padrões sazonais bem marcados, relacionado com eventos de recrutamento. Em geral as fêmeas carregam os juvenis em bolsas marsupiais que eclodem no início do inverno, o que pode explicar a evidente variação sazonal deste táxon encontrada nas áreas marginais arenosas (Leite, 2003; Fonseca, 2006).

As maiores densidades do díptera *Lopescladius* nas regiões arenosas da lagoa do Peri, coincide com os resultados publicados por

outros autores sobre (Coffman e Ferrington 1996, Epler 2001). As larvas do diptera *Lopescladius* são comumente encontradas em locais arenosos especialmente em rios e córregos, sendo mais comum em áreas onde a velocidade da correnteza é maior (Sanseverino & Nessimian, 2001). Aqui foi registrada pela primeira vez a ocorrência de *Lopescladius* em um ambiente lântico, o que reforça a preferência do grupo pelo tipo de substrato, mais do que pelo tipo de sistema aquático ou regime hidrodinâmico.

Aparentemente, quando as condições do habitat e dos substratos são mais heterogêneas, mais espécies podem estabelecer-se e encontrar condições apropriadas para crescimento e reprodução (Hildrew et al., 2004; Zilli et al., 2008). Neste estudo, a maior riqueza de espécie nas regiões marginais da lagoa voltada para o embasamento cristalino coberto com mata Atlântica é consequência tanto da presença de vegetação aquática, que permite aos organismos uma área protegida contra predadores, locais para acasalamento, estabelecimento e reprodução (Esteves, 1998; Thomaz & Bini, 2003), quanto de sedimentos mais diversificados que fornecem refúgios contra a predação e proteção aos distúrbios ambientais (Warfe & Barmuta, 2006).

O tipo de substrato presente, profundidade local e heterogeneidade do habitat, são fatores reconhecidamente importantes na distribuição dos organismos em uma escala local, influenciando tanto na distribuição quanto na composição das comunidades locais (Hildrew et al., 2004; Hieber et al., 2005). Neste estudo, estas variáveis foram importantes para promover uma maior diversificação espacial da fauna entre as regiões amostradas, assim como, as variáveis abióticas, concentração de oxigênio dissolvido e temperatura da água que influenciaram sazonalmente na distribuição e composição da fauna bentônica presente.

## 5. Conclusão

Retornando aos objetivos propostos para este trabalho concluí-se que:

- 1) Existe uma variação espaço-temporal na composição e diversidade de espécies de macroinvertebrados aquáticos presente na lagoa do Peri, sendo as maiores diversidade de espécies presentes nas regiões marginais e heterogêneas da lagoa e, as menores diversidades evidenciadas nas regiões centrais e marginais voltadas a vegetação de restinga compostas por sedimentos homogêneos. Evidenciou-se também

variação temporal na densidade e na riqueza de espécies durante as diferentes estações do ano, e acredita-se que esta variação esteja relacionada às características climáticas da região, uma vez que, lagoa do Peri esta inserida em uma região subtropical que apresenta invernos e verões definidos.

2) A composição e distribuição da comunidade de macroinvertebrados aquáticos estão relacionadas às características do habitat, tais como: tamanho das partículas do sedimento, profundidade local e presença de vegetação aquática, assim como, as variáveis físicas e químicas da água (oxigênio dissolvido, pH e temperatura).

## 6. Agradecimentos

Gostaríamos de agradecer a profa. Dra. Susana Trivinho-Strixino pelo auxílio na identificação da família Chironomidae e a prof. Dra. Janet Hikut pela identificação dos Ostracoda. Gostaríamos de agradecer também, a Msc. Mariana Hennemann por toda ajuda nas coletas de campo, ao Lapad (Laboratório de Biologia e Cultivo de Peixes de Água Doce) pelo suporte e auxílio nas coletas e a “Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior” CAPES pelo apoio financeiro fornecido ao primeiro autor.

## 7. Referências

Albertoni, E. F., L. J. Prellvitz, & C. Palma-Silva, 2007. Macroinvertebrate fauna associated with *Pistia stratiotes* and *Nymphoides indica* in subtropical lakes (south Brazil). **Brazilian Journal of Biology** 67: 499-507.

Allan, D.J. 2007. Stream Ecology: **Structure and function of Running Waters**. Chapman & Hall, Londres. p. 388.

Almeida, C., R. Coelho, M. Silva, L. Bentes, P. Monteiro, J. Ribeiro, K. Erzini, J. M. S. Gonçalves, 2008. Use of different intertidal habitats by faunal communities in a temperate coastal lagoon. **Estuarine, Coastal and Shelf Science** xx: 1-8.

Alves, R. G. & G. Strixino. 2000. **Influência da variação do nível da água sobre a comunidade macrobentônica da Lagoa do Diogo** (Luiz Antônio, SP. In: J. E. Santos & J. S. R. Pires (eds.), Estação Ecológica

de Jataí: estudos integrados em ecossistemas. São Carlos: Rima, pp.733–742.

Angonesi, L. G.; Bemvenuti, C. E. and Gandra, M. S., 2006. Effects of dredged sediment disposal on the coastal marine macrobenthic assemblage in Southern Brazil. **Brazilian Journal of Biology** 66: 413-420.

Anjos, A. F. & A. M. Takeda, 2005. Colonização de Chironomidae (Díptera: Insecta) em diferentes tipos de substratos artificiais. **Acta Scientiarum. Biological Sciences** 222: 147-151.

Arocena, R., 2007. Effects of submerged aquatic vegetation on macrozoobenthos in a Coastal Lagoon of the Southwestern Atlantic. **International Review of Hydrobiology** 92: 33-47.

Bemvenuti, C. E. & S. A. Netto, 1998. Distribution and seasonal patterns of the sublittoral benthic macrofauna of Patos Lagoon (South Brazil). **Revista Brasileira Biologia** 58: 211-221.

Bezerra-Neto, J. F., R. M. Pinto-Coelho, 2002. Population dynamics and secondary production of *Chaoborus brasiliensis* (Diptera - Chaoboridae) in a small tropical reservoir: Lagoa do Nado, Belo Horizonte (MG). **Acta Limnologica Brasiliensis** 14: 145-161.

Bispo, P. C., L.G. Oliveira, V.L. Crisci & M. M. Silva, 2001. A pluviosidade como fator de alteração da entomofauna bentônica (Ephemeroptera, Plecoptera e Tricoptera) em córregos do Planalto Central do Brasil. **Acta Limnologica Brasiliensis** 13(2): 1-9.

Bispo, P. C., C. G. Froehlich & L. G. Oliveira, 2002. Spatial distribution of Plecoptera nymphs in streams of a mountainous area of central Brazil. **Brazilian Journal of Biology** 62: 409-417.

Bueno, A. A. P., G. Bond-Buckup, B. D. P. Ferreira, 2003. Estrutura da comunidade de invertebrados aquáticos em dois cursos d'água do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zoologia** 20: 115-125.

Brosse, S., C. J. Arbuckle & C. R. Townsend, 2003. Habitat scale and biodiversity: influence of catchment, stream reach and bedform scales



on local invertebrate diversity. **Biodiversity and Conservation** 12: 2057-2075.

Calor, A. R., 2007. **Trichoptera**. In: Guia on-line de identificação de larvas de insetos aquáticos do Estado de São Paulo. Disponível em: [http://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce/index\\_trico](http://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce/index_trico).

Callisto, M., J. F. Gonçalves, JR., J. J. L. Fonseca, M. M. Petrucio, 1998. **Macroinvertebrados aquáticos nas lagoas Imboassica, Cabiúnas e Comprida**. In F. A. Esteves (eds), Ecologia das lagoas costeiras do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e do Município de Macaé (RJ). Rio de Janeiro, 283-298.

Cenzano, C. S. S. & N. L. Würdig, 2006. Spatial and temporal variations of the benthic macrofauna in different habitats of a lagoon of the northern coastal system of Rio Grande do Sul State, Brazil. **Acta Limnologica Brasiliensis** 18: 153-163.

Clarke, K. R. & R. N. Gorley, 2006. **PRIMER v6: User manual/tutorial**, PRIMER-E, Plymouth, UK.

Coffman, W. P.; Ferrington, L. C., 1996. Chironomidae. In Merritt, K. W. & Cummins, R. W. (eds), **An introduction of aquatic insects of North America**. Kendall Hunt Publishing, Dubuque, USA, 635-754.

Correia, L. C. S. & S. Trivinho-Strixino, 1998. Macroinvertebrados da rizosfera de *Scirpus cubensis* na Lagoa do Infernã (Estação Ecológica de Jataí – SP): Estrutura e Função. **Acta Limnologica Brasiliensis** 10: 37-47.

Costa, J. M., L. O. I. Souza & B. B. Oldrini, 2004. **Chave para famílias e gêneros das larvas conhecidas de Odonata do Brasil: Comentários e Registros Bibliográficos** (Insecta, Odonata). Publicações Avulsas do Museu Nacional, Rio de Janeiro 99: 3-42.

Epler, J. H., 2001. **Identification manual for the larval Chironomidae (Diptera) of North and South Carolina**. Department of Environment and Natural Resources Division of Water Quality, North Carolina.

Esteves, F. A. 1998. **Fundamentos de limnologia**. Interciência/FINEP, Rio de Janeiro.

Fernández, H. R., E. Domínguez, 2001. Guía para la determinación de los artrópodos acuáticos sudamericanos. Universidad Nacional de Tucumán. Facultad de Ciencias Naturales e Instituto m. Lillo. Tucuman. Argentina.

Fonseca, D. B.; D'Incao, F., 2006. Mortality of *Kalliapseudes schubartii* in unvegetated soft bottoms of the estuarine region of the Lagoa dos Patos. *Brazilian Archives of Biology and Technology* 49: 257-261.

Goddeeris, B. R., A. C. Vermeulen, E., De Geest, 2001. Diapause induction in the third and fourth instar of *Chironomus riparius* (Diptera) from Belgian lowland brooks. *Archiv für Hydrobiologie* 150: 307-327.

Groenendijk, D., J. P. Postms, M. H. S. Kraak & W. Admiraal, 1998. Seasonal dynamics and larvae drift of *Chironomus riparius* (Diptera) in a metal contaminated lowland river. ***Aquatic Ecology*** 32: 341-351.

Hieber, M., C. T. Robinson, U. Uehlinger, J. V. Ward, 2005. A comparison of macroinvertebrate assemblages among different types of Alpine streams. ***Freshwater Biology*** 50: 2087-2100.

Hildrew, A. G., G. Woodward, J.H. Winterbottom, S. Orton, 2004. Strong density dependence in a predatory insect: large scale experiments in a stream. ***Journal of Animal Ecology*** 73:448-458.

Holdich, D. H., J. A. Jones, 1993. The distribution and ecology of British shallow-water tanaid crustaceans (Peracarida, Tanaidacea). ***Journal of Natural History*** 17: 157-183.

Iliopoulou- Georgudaki J, V. Kantharios, P. Kaspiris, Th. Georgiadis, B. Montesantou, 2003. An application of different bioindicators for assessing water quality: a case study in the rivers Alfeio and Pioneios (Peloponnisos, Greece). ***Ecological indicators*** 2: 345-360.

Jaume, D., & G.A. Boxshall. 2008. Global diversity of cumaceans & tanaidaceans (Crustacea: Cumacea & Tanaidacea) in freshwater ***Hydrobiologia*** 595: 225-230.

Johnson, R. K., W. Goedkoop, L. Sandin, 2004. Spatial scale and ecological relationships between the macroinvertebrate communities of stony habitats of streams and lakes. ***Freshwater Biology*** 49: 1179-1194.

Leite, F. P. P., Turra, A. & E. C. F. Souza, 2003. Population biology and distribution of the tanaid *Kalliapseudes schubarti* Mañé-Garzon, 1949, in an intertidal flat in Southeastern Brazil. **Brazilian Journal of Biology** 63: 469-479.

MacArthur, R. H. & J. W. MacArthur, 1961. On bird species diversity. **Ecology** 42: 594-598.

McArdle B.H., M. J. Anderson, 2001. Fitting multivariate models to community data: a comment on distance-based redundancy analysis. **Ecology** 82: 290-297.

Martinho, P. A., J. V. Lucca, O. Rocha, 2006. **Caracterização limnológica e análise comparativa da densidade e estrutura em tamanho das populações de *Melanoides tuberculata* em 14 lagoas no Parque Estadual do Vale do Rio Doce, MG.** 319-328 In: Rocha, O.; Espíndola, E. L. G.; Fenerichi-Verani, N. Verani, J. R.; Rietzler, A. (orgs.). Espécies invasoras em águas doces – estudos de caso e proposta de manejo. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

Marques, M. M. G. S. M., F. A. R. Barbosa, M. Callisto, 1999. Distribution and abundance of Chironomidae (Diptera, Insecta) in an impacted watershed in southeast Brazil. **Revista Brasileira de Biologia** 59: 553-561.

Merritt, R. W., K. W. Cummins, 1984. **An Introduction to the Aquatic Insects of North America.** Kendall/Hunt publishing Co., Dubuque, Iowa.

Morellato, L. P. C. & C. F. B. Haddad, 2000. Introduction: The Brazilian Atlantic Forest. **Biotropica** 32: 786-792.

Myers, N., R. A Mittermeier, C. G. Mittermeier, G. A. B. Fonseca & J. Kents, 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-845.

Nascimento, R., 2002. Atlas ambiental de Florianópolis. Instituto Larus, Florianópolis.

Pech, D., P. L. Ardisson, N. A. Hernández-Guevara, 2007. Benthic community response to habitat variation: A case of study from a natural

protected area, the Celestun coastal lagoon. **Continental shelf research** 27: 2523-2533.

Poff, N. L., J. D. Olden, N. K. M. Vieira, D. S. Finn, M. P. Simmons & B. C. Kondratieff, 2006. Functional trait niches of North American lotic insects: traits based ecological applications in light of phylogenetic relationships. **Journal of the North American Benthological Society** 25:730-755.

Randani, M., R. J. Flower, N. Elkhiahi, H. H. Birks, M. M. Kraiem & A. A. Fathi, 2001. Zooplankton (Cladocera, Ostracoda), Chironomidae and other benthic faunal remains in sediment cores from nine North African wetland lakes: the CASSARINA Project. **Ecology** 35: 389-403.

Rosemary, C., S. Davanzo, R. Henry, 2006. A biodiversidade bentônica em lagoa marginal ao rio Paranapanema na zona de sua desembocadura, na represa de Jurumirim. 28: 347-357.

Sanseverino, A. M., J. L. Nessimian, 2001. Hábitats de larvas de Chironomidae (Insecta, Diptera) em riachos de Mata Atlântica no Estado do Rio de Janeiro. **Acta Limnologica Brasiliensia** 13: 29–38.

Scognamillo, D., I. E. Maxit, M. Sunquist & J. Polisar, 2003. Coexistence of jaguar (*Panthera onca*) and puma (*Puma concolor*) in a mosaic landscape in the Venezuelan llanos. **Journal of Zoology** 259: 269-279.

Silva, A. Á., 2000. Parque municipal da Lagoa do Peri subsídios para o gerenciamento ambiental. Florianópolis, SC.

Sponseller, R. A., E. F. Benfield & H. M. Valett, 2001. Relationships between land use, spatial scale and stream macroinvertebrate communities. **Freshwater Biology** 46: 1409-1424.

Sonoda, K. C. & S. Trivinho-Strixino, 2000. Dinâmica da emergência de Chironomidae (Díptera) da fitofauna de *Cabomba piauhyensis* Gardney, 1844, na Lagoa do Infernã (Estação Ecológica de Jataí, Luiz Antônio, SP). In Estação Ecológica de Jataí (J. E. Santos & J. S. R. Pires (eds.), RiMa Editora, São Carlos pp. 743-754.

Suguio, K. 1973. **Introdução a Sedimentologia**. Edgar Bluncken, EDUSP, São Paulo.

Sweetman, J. N. & J. P. Smol, 2006. Reconstructing fish populations using *Chaoborus* (Diptera: Chaoboridae) remains-a review. **Quaternary Science Reviews** 25: 2013–2023.

Tate, C. M. & J. S. Heiny, 1995. The ordination of benthic invertebrate communities in the South Platte River Basin in relation to environmental factors. **Freshwater Biology** 33:439-454.

Tews, J. U., V. Brose, K. Grimm, M. C. Tielborger, M. Wichmann, R. Schwage & F. Jeltsch, 2004. Animal species diversity driven by habitat heterogeneity diversity: the importance of keystone structures. **Journal of Biogeography** 31: 79-92.

Thomaz, S. M. & Bini, L. M., 2003. Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas. Universidade Estadual de Maringá, Maringá

Tolonen, K. T., H. Hamalainen, Holopainen, I. J. & J. Karjalainen, 2001. Influence of habitat type and environment variables on littoral macroinvertebrate communities in a large lake system. **Archiv für Hydrobiologie** 152: 39-67.

Townsend, C. R., M. Begon & J. L. Harper, 2006. Fundamentos em Ecologia. Artmed editora. Porto Alegre.

Trivinho-Strixino, S. & G. Strixino, 1995. Larvas de Chironomidae (Diptera) do Estado de São Paulo. Guia de Identificação e Diagnose dos gêneros. PPG-ERN, UFSCar, São Carlos/SP.

Tundisi, J. G. & T. Matsumura-Tundisi, 2008. **Limnologia**. Oficina de Textos, Brasil.

Underwood, A. J., 1997. **Experiments in ecology**: Their logical design and interpretation using analysis of variance. Cambridge University Press, UK.

Victor, R. 2002. Ostracoda In: Fernando, C. H. (ed). A guide tropical freshwater zooplankton. Backhuys Publishers.

Warfe, D. M. & L. A. Barmuta, 2006. Habitat structural complexity mediates food web dynamics in a freshwater macrophyte community. **Oecologia** 150:147-154.

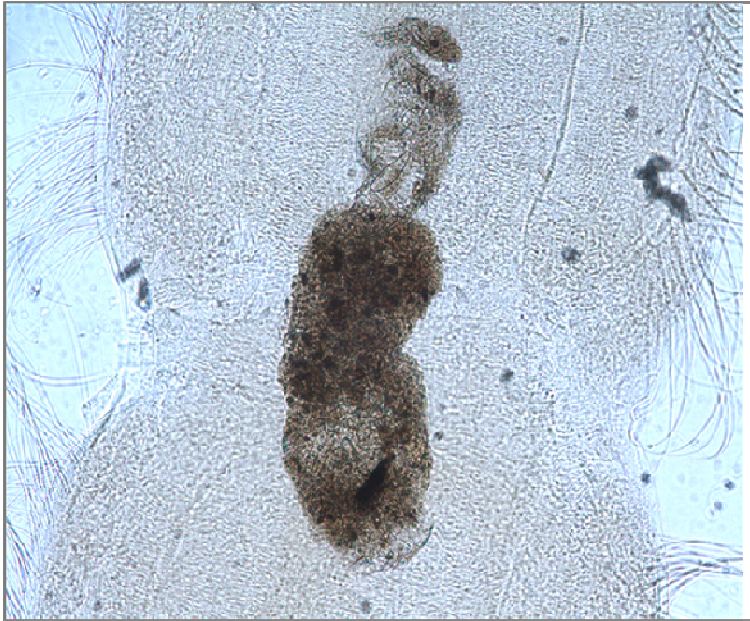
Weigel, B. M., L. Wang, P. W. Rasmussen, J. T. Butcher, P. M. Stewart & M. J. Wiley, 2003. Relative influence of variables at multiple spatial scales on stream macroinvertebrates in the Northern Lakes and Forest ecoregion, U.S.A. **Freshwater Biology** 48: 1440-1461.

Zamora-Muñoz, C., C. E. Sainz-Cantero, A. Sanchez-Ortega, J. Alba-Tercedor, 1995. “*Are biological indices BMPW and ASPT and their significance regarding water quality seasonally dependent? Factors explaining their*”. **War. Res.**, 29: 285- 290.

Zilli, F. L., L. Montalto, M. R. Marchese, 2008. Benthic invertebrate assemblages and functional feeding groups in the Paraná River floodplain (Argentina). **Limnologica** 38: 159-171.

## Capítulo 2

### **Padrões inter e intra guildas na utilização de recursos alimentares por larvas de Chironomidae em uma lagoa costeira subtropical**



Conteúdo digestivo de *Fittkauimyia* spp. (400-1000 X)  
Laboratório de insetos aquáticos – UFSCar-SP

## **Padrões inter e intra guildas na utilização de recursos alimentares por larvas de Chironomidae em uma lagoa costeira subtropical**

Aurea Luiza Lemes da Silva<sup>1</sup>, Paulo Roberto Pagliosa<sup>2</sup>, e Mauricio Mello Petrucio<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Pós-graduação em Ecologia-Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Catarina. Campus Universitário s/n, Trindade, Florianópolis, SC, Brasil CEP. 88040-970.

<sup>1</sup>Laboratório de Ecologia de Águas Continentais, Departamento de Ecologia e Zoologia, Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Catarina. Campus Universitário s/n, Trindade, Florianópolis, SC, Brasil CEP. 88040-970.

<sup>2</sup>Departamento de Geociências - Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina. Campus Universitário s/n, Trindade, Florianópolis, SC, Brasil CEP. 88040-970.

Resumo: Estudos sobre hábitos alimentares das larvas de Chironomidae ainda são escassos e essas informações são importantes para entender a estrutura trófica e a organização dos ecossistemas aquáticos. O objetivo deste trabalho foi o de identificar os hábitos alimentares das larvas de Chironomidae e discutir se/e como as interações biológicas e/ou características ambientais interferem na organização espacial e no padrão de co-ocorrência das guildas Chironomidae presentes em uma lagoa costeira subtropical. As larvas foram coletadas durante o outono de 2008 até o verão 2009, utilizando-se um pegador tipo draga Eckamn-Birge. Os resultados das análises de conteúdo digestivo foram expressos em frequência de ocorrência do item alimentar. Dos 5010 indivíduos amostrados, foram analisados os conteúdos de 514 larvas, distribuídas em 18 gêneros de Chironomidae. Foram identificados um total de 13 itens, agrupados em 3 categorias alimentares: detritos vegetais, fragmentos de animal e partículas microinorgânicas. Fragmentos de animal e partículas microinorgânica estiveram presentes apenas nos conteúdos digestivos de determinados táxons. Detrito vegetal foi o item alimentar mais comum na dieta das larvas analisadas. Modelos nulos foram usados para verificar a frequência de ocorrência dos itens alimentares na dieta das larvas de Chironomidae, assim como, a frequência de ocorrência das espécies pertencentes a uma determinada



guilda. Diferenças nos padrões de co-ocorrência do item alimentar na dieta das larvas foram observadas durante o período de estudo, estando os fragmentos de animal com uma co-ocorrência menor do que o esperado ao acaso e os itens vegetais apresentando uma co-ocorrência maior do que o esperado ao acaso. O valor do c-score observado para a co-ocorrência das espécies pertencentes tanto a guilda dos predadores como dos herbívoros, revelou uma maior co-ocorrência das espécies dentro de cada guilda. Acredita-se que as diferentes estratégias de obtenção dos recursos alimentares entre as espécies, a heterogeneidade do hábitat e a disponibilidade do recurso no ambiente foram os fatores responsáveis pelos resultados encontrados neste estudo.

Palavras chave: Chironomidae; co-ocorrência; dieta alimentar; lagoas costeiras; regiões subtropicais

Endereço para Correspondência:

Aurea Luiza Lemes da Silva

e-mail: [luizalemes@yahoo.com.br](mailto:luizalemes@yahoo.com.br)

## 1. Introdução

O termo guildas tróficas foi originalmente definido como um conjunto de espécies que exploram a mesma classe de recursos ambientais de uma maneira similar (Root, 1967). Entretanto, uma ampla e mais comum definição de guilda trófica inclui o uso de grupos taxonômicos, recursos alimentares e grupos funcionais (Simberloff & Dayan, 1991). Alguns estudos sugerem que as guildas tróficas são estruturadas por processos randômicos (Lawton, 1984), outros por forças determinísticas dirigidas pelas interações entre as espécies (Diamond, 1975; Gotelli & Ellison, 2002) ou por fatores ambientais, que agem como filtro modelador da comunidade (Gotelli & Graves, 1996) e gabarito para as características da fauna (Townsend, 2003).

A família Chironomidae é o grupo de maior riqueza específica e entre os insetos aquáticos, são os mais amplamente distribuídos e frequentemente os mais abundantes nos ecossistemas de águas continentais (Coffman & Ferrington 1996). As larvas de Chironomidae apresentam importante papel nas redes tróficas das comunidades dulceaquícolas, cujos organismos estabelecem uma ligação entre

produtores, tais como algas (planctônicas e bentônicas) e consumidores secundários, como peixes de pequeno e médio porte (Sanseverino & Nessimian, 2008).

A diversidade de hábitos alimentares e as estratégias adaptativas utilizadas por Chironomidae são os principais fatores que os tornam um dos grupos mais importantes dentre os insetos aquáticos, devido à amplitude de habitat que ocupam e exploram durante os diferentes estágios de vida aquática (Cranston, 1995). São caracterizados por apresentarem uma dieta diversificada, modificando-a conforme as condições ambientais (Nessimian et al. 1999; Higuti e Takeda, 2002, Henriques-Oliveira et al. 2003).

Estudos sobre a ecologia de Chironomidae (Sanseverino & Nessimian 1998, 2001; Roque & Trivinho-Strixino, 2001; Roque et al. 2005) e sobre os hábitos alimentares das larvas de Chironomidae vem se tornando cada vez mais comuns (Trivinho-Strixino & Strixino, 1998; Nessimian et al. 1999; Henriques-Oliveira et al. 2003 e Sanseverino & Nessimian, 2008). Este interesse deve-se ao reconhecimento da importância deste grupo para os ecossistemas aquáticos, uma vez que, informações sobre a ecologia e alimentação de Chironomidae são importantes para entender a estrutura trófica e organização dos sistemas aquáticos (Uieda & Mota, 2007).

A seleção do alimento pelas larvas de Chironomidae pode ser baseada em vários fatores como o tamanho da partícula, grau de digestibilidade, valor nutricional e a disponibilidade dos recursos tróficos no ambiente (Pinder, 1986; Ingvason et al. 2002). Em geral, são herbívoros-detritívoros, ingerindo uma variedade de algas, fungos e microorganismos associados ao sedimento ou a folhas em decomposição. Contudo, existem espécies que são predadoras pertencentes à subfamília Tanypodinae (Cranston, 1995; Kitching, 2001) e alguns Chironominae.

Estudos sobre preferências alimentares fornecem importantes informações ecológicas diante das variações nas condições ambientais e do alimento disponível, fornecendo ainda subsídios para a compreensão de mecanismos que permitem a coexistência e a exploração dos recursos de um mesmo sistema por várias espécies. As espécies podem coexistir caso uma delas apresente características e estratégias diferentes de seus potenciais competidores na disputa por um recurso. Espécies que consomem os mesmos recursos alimentares, porém, utilizando de diferentes estratégias para isto, podem ser inseridas dentro da classificação de grupos funcionais de alimentação. Tais grupos

funcionais facilitam a coexistência entre as diferentes espécies (Morin, 2005).

Neste estudo, as larvas de Chironomidae foram selecionadas como organismo-modelo para análise da dieta alimentar e dos modos de estruturação da comunidade de acordo com as guildas tróficas. Modelos nulos foram usados para detectar os padrões de coocorrências das guildas tróficas de Chironomidae presentes na lagoa do Peri. Embora os modelos nulos sejam ferramentas adequadas para detectar interações bióticas baseados nos dados de distribuição das espécies, eles assumem que não existem diferenças entre as características do habitat amostrado e somente interações bióticas e variações ao acaso são responsáveis pelos padrões observados nas comunidades (Gotelli & Graves, 1996; Weiher & Keddy, 1999). Baseado neste pressuposto acredita-se que as guildas de Chironomidae presentes na lagoa do Peri não apresentam interação biológica, sendo a distribuição destas ao acaso ou com uma frequência de co-ocorrência maior do que o esperado ao acaso.

Os objetivos deste trabalho foram (1) identificar os itens alimentares predominantes no conteúdo digestório das larvas de Chironomidae; (2) verificar se ocorrem modificações sazonais quanto ao alimento ingerido; e (3) discutir como interações biológicas e/ou características ambientais interferem na organização espacial e nos padrões de co-ocorrência das guildas tróficas presentes em uma lagoa costeira subtropical.

## 2. Material e métodos

### 2.1. Área de estudo

A mata Atlântica brasileira cobre uma ampla região no Brasil (1,481,946 km<sup>2</sup>, aproximadamente 17.4% do território brasileiro) com diferentes composições e fitofisionomia distribuídos ao longo dos mais de 3300 km de mata Atlântica costeira. O ecossistema é considerado um dos 25 *hotspots* mundiais de biodiversidade, caracterizado pela alta diversidade de espécies presentes, um grande número de espécies endêmicas e elevada vulnerabilidade (Myers et al., 2000). A respeito desta diversidade biológica, o ecossistema é um dos mais ameaçados do mundo (Morellato & Haddad, 2000).

O estado de Santa Catarina apresenta uma área de aproximadamente 95.442 km<sup>2</sup> e uma população humana de aproximadamente 6 milhões (3,12% da população brasileira) (IBGE,2008). A vegetação é composta por Mata Atlântica úmida

apresentando um clima subtropical úmido (mesotérmico) com verões quentes e tendo chuvas bem distribuídas durante o ano (Nascimento, 2002). O presente estudo foi realizado no limite sul de ocorrência da Mata Atlântica na costa oeste da América do Sul, após este ponto a mata se interioriza. A lagoa do Peri é uma lagoa costeira subtropical, localizada ao Sul da Ilha de Santa Catarina, sul do Brasil (27°44'S e 48°31'W) (Oliveira, 2002). Inserida na Floresta Atlântica Subtropical, a lagoa apresenta um espelho d'água de 5,07 km<sup>2</sup>, sendo rodeada por montanhas cobertas por vegetação de Mata Atlântica bem preservada nas porções sul, oeste e partes do norte, e na porção leste, a lagoa é rodeada por uma restinga típica de vegetação litorânea, a qual a mantém separada do Oceano Atlântico (Silva, 2000). A lagoa e seu entorno (incluindo quase toda a sua bacia de drenagem) estão dentro de uma área ambientalmente protegida (Parque Municipal da Lagoa do Peri), com uma ocupação humana restrita desde 1981.

## **2.2. Procedimento amostral**

As amostras foram coletadas mensalmente durante o Outono de 2008 até o verão de 2009. Em cada estação do ano foram realizadas três amostragens, sendo 60 amostras ao final de cada estação. As coletas foram realizadas com o auxílio de uma draga Eckman-Birge (15 x 15 cm). Em laboratório, as amostras foram lavadas sob jatos d'água e utilizando-se peneiras com malhas de 0,5 mm de aberturas de malha. Os organismos retidos nas peneiras foram triados sob microscópio estereoscópico e fixados em álcool 70%. As larvas foram montadas em lâminas semi-permanente em meio de Hoyer (Trivinho-Strixino & Strixino, 1995) para posterior identificação a nível de gênero ou morfotipos (quando mais de uma espécie do mesmo gênero estava presente), contagem e análise do conteúdo digestório.

No mínimo dez indivíduos de cada gênero foram utilizados para as análises de conteúdo estomacal em cada época do ano, ou pelo menos 30 indivíduos quando estes não foram encontrados em todas as estações do ano. As análises foram realizadas separadamente para cada estação do ano e para todo o período de estudo (anual). Todas as análises foram realizadas sob microscopia óptica (400 - 1000 X) e os itens alimentares encontrados foram identificados até o menor nível taxonômico possível. A identificação das algas foi realizada com o auxílio da chave de identificação e descrição de gêneros de algas continentais de Bicudo e Menezes (2006).

### 2.3. Análise dos dados

A ocorrência de cada táxon e a frequência de ocorrência de cada item alimentar encontrado no conteúdo digestório das larvas foi calculado separadamente para cada estação do ano e para todo o período de estudo (anual). O padrão de distribuição de ocorrência dos itens alimentares presentes nos conteúdos digestivos foi comparado usando a técnica de ordenação nMDS (Clarke & Gorley, 2006), a partir de uma matriz de similaridade de índices de Bray-Curtis. A matriz foi transposta para verificar a similaridade na ingestão de itens alimentares pelos diferentes táxons de Chironomidae por meio da análise de agrupamento (UPGMA).

Modelos nulos foram utilizados para verificar os padrões de co-ocorrência das espécies de Chironomidae pertencentes a uma determinada guilda e, os padrões de co-ocorrência dos itens alimentares na dieta das espécies de cada guilda. Para descrever os padrões encontrados utilizou-se o índice c-score (Stone e Roberts, 1990). O c-score é um índice correlacionado negativamente a co-ocorrência de espécies, portanto, em uma comunidade estruturada por interações competitivas, o valor de c-score observado deverá ser significativamente maior do que o esperado. Entretanto, quando seus valores são menores do que o esperado ao acaso, facilitação ou afinidades ambientais entre as espécies poderão ser fatores importantes na estruturação das comunidades. A distribuição randômica deverá ser interpretada como sendo a ação de muitos fatores simultâneos, ou meramente o acaso (Gotelli & Ellison, 2002).

Para avaliar a significância estatística do c-score ( $p < 0.05$ ), o índice observado será comparado ao índice calculado para uma pseudo assembléia, nas quais a ocorrência de cada táxon dentro de uma assembléia ou guilda será randomicamente avaliado (49.999 permutações). Neste trabalho, o modelo nulo utilizado foi o proporcional - fixo, onde os locais são fixos, de modo que, o número de espécies na comunidade nula seja igual ao número de espécies da comunidade original e, a frequência de ocorrência de cada táxon seja proporcional a abundância total da soma das amostras em todos os locais (Gotelli & Entsminger, 2006). Todas as análises foram realizadas no programa EcoSim version 7.0

### 3. Resultados

Foram amostrados 5010 indivíduos pertencentes a 18 gêneros de Chironomidae, sendo doze (12) gêneros pertencentes à subfamília Chironominae, cinco (5) da subfamília Tanypodinae e um (1) da subfamília Orthoclaadiinae. Destes foi analisada a dieta de 514 larvas, sendo para cada gênero no mínimo 10 espécimes por estação do ano, ou 30 espécimes quando estes não foram encontrados em todas as estações.

Os itens alimentares mais frequentes foram microalgas, algas filamentosas e detritos vegetais, como matéria orgânica particulada grossa (MOPG), matéria orgânica particulada fina (MOPF) e fragmentos de madeira (Tabela 1). Os itens *Cytheridella ilosvayi*, *Stenociprys major*, Chironomidae, Copepoda, *Eugliffa*, *Diphugia*, *Hhyphas* e partículas micro-inorgânicas (MIPs) ocorreram mais especificamente nos conteúdos de determinados táxons, como *Djalmabatista*, *Nilothauma* e *Cryptochironomus*.

A maior diversidade de itens alimentares foi registrada no conteúdo digestório de Tanypodinae, que além de fragmentos vegetais, ingeriram também carapaças de Chironomidae, Copepoda e Ostracoda. Recursos alimentares como fragmentos vegetais foram consumidos por todos os táxons, preferencialmente pelos Chironominae, enquanto itens de origem inorgânica tiveram uma menor participação nas dietas. *Lopescladius* foi o único gênero a ingerir preferencialmente partículas micro-inorgânicas e microalgas. *Caladomyia cf. ortonii* foi o único representante da subfamília Chironominae a ingerir fragmentos de origem animal.

**Tabela 1.** Porcentagem dos itens alimentares observados nos conteúdos digestivos de larvas de Chironomidae (n = 514).

	n	mad	MOPG	MOPF	Alf	Mi	Cy.	St.	Chi	CP	Eu	Di	Hy	MIPs
<b>ORTHOCLADIINAE</b>														
<i>Lopescladius</i>	30	0	0	0	53	90	0	0	0	0	0	0	0	93
<b>TANYPODINAE</b>														
<i>Ablabesmyia</i>	30	30	53	70	37	93	60	77	80	83	0	0	0	0
<i>Coelotanypus</i>	30	0	67	63	0	90	57	0	77	70	0	0	0	53
<i>Djalmabatista</i>	30	53	43	20	20	73	90	80	37	57	30	40	0	0
<i>Fittkauimyia</i>	30	53	77	67	0	100	0	0	77	77	0	0	0	0
<i>Labrundinia</i>	30	47	67	33	33	63	77	50	47	43	0	0	0	0
<b>CHIRONOMINAE</b>														
<i>Caladomyia cf.ortoni</i>	30	67	93	63	0	100	0	0	80	0	0	0	0	0
<i>Chironomus gr.riparius</i>	30	87	90	27	20	77	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cladopelma cf. forcipis</i>	20	74	100	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cryptochironomus</i>	30	50	58	50	0	96	0	0	0	0	0	0	38	58
<i>Endotribelos</i>	20	71	88	53	47	100	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Goeldchironomus cf. maculatus</i>	30	73	83	63	40	93	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nilothauma</i>	30	61	91	26	65	100	0	0	0	0	52	70	70	0
<i>Pelomus cf.psamorphilos</i>	30	50	90	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Polypedilum (P.) sp<sup>1</sup></i>	30	79	100	83	50	75	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Polypedilum (P.) sp<sup>2</sup></i>	24	0	67	90	53	40	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Stempellina</i>	30	0	47	57	33	90	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Stenochironomus</i>	30	96	74	43	70	100	0	0	0	0	0	0	0	0

Composição dos itens alimentares observados nos conteúdos digestivos das larvas analisadas. N= número de indivíduos identificados; Mad=madeira; MOPG= matéria orgânica particulada grossa; MOPF= matéria orgânica particulada fina; ALF=algas filamentosas; Mi=microalgas; Cy=*Cytheridella ilosvayi*; St= *Stenocypris major*; Chi=Chironomidae; CP=Copepoda; Eu=*Eugliffa*; Di= *Diffugia*; Hy=*Hyphae* e MPIs= partículas micro-inorgânicas.

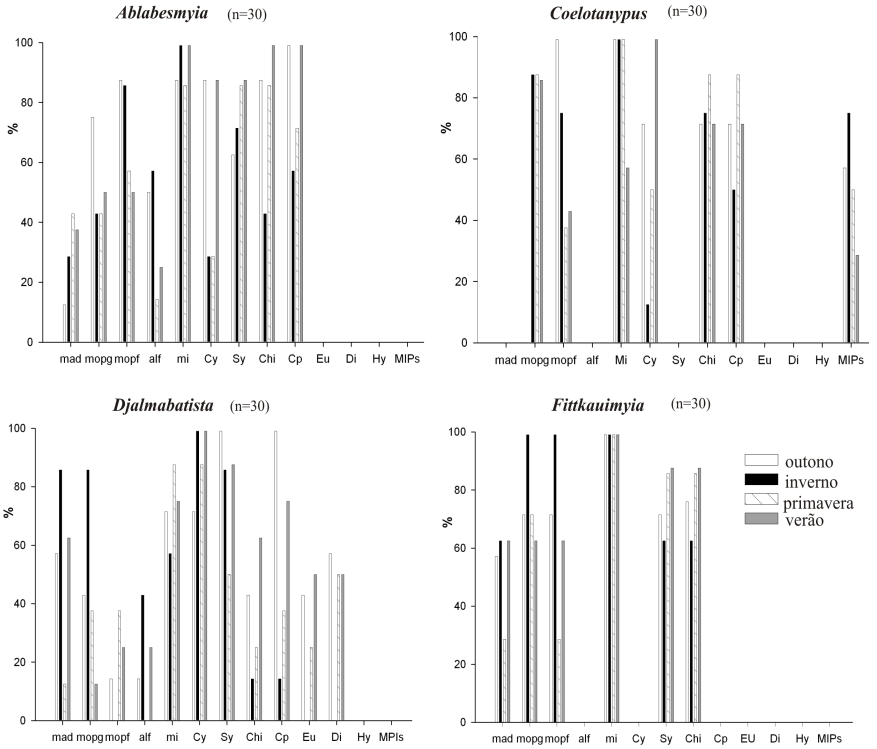
Os resultados obtidos com as análises de conteúdo digestivo não evidenciaram modificações qualitativas quanto ao item alimentar ingerido, ou seja, para os todos os gêneros analisados não foram evidenciados nenhuma inversão alimentar, sendo evidenciadas apenas variações quantitativas quanto ao alimento ingerido durante as estações do ano (Figura 1).

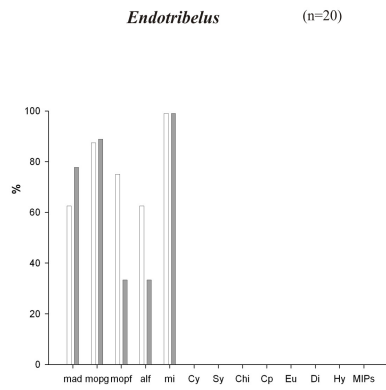
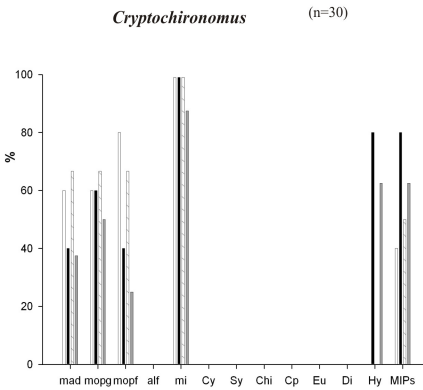
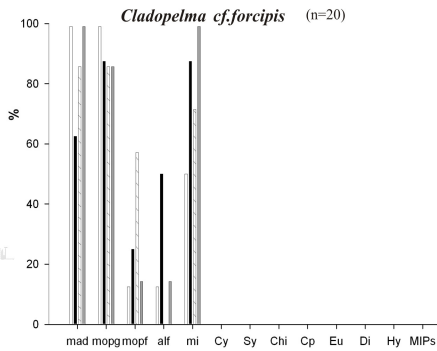
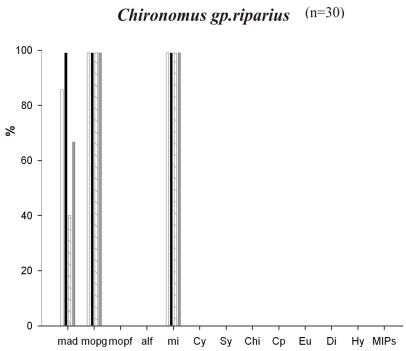
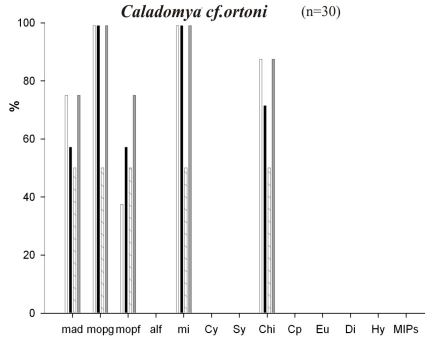
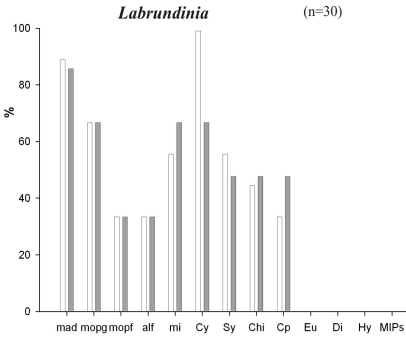
Os resultados obtidos com a análise de ordenação (nMDS) da dieta das espécies, mostrou a formação de três categorias alimentares:

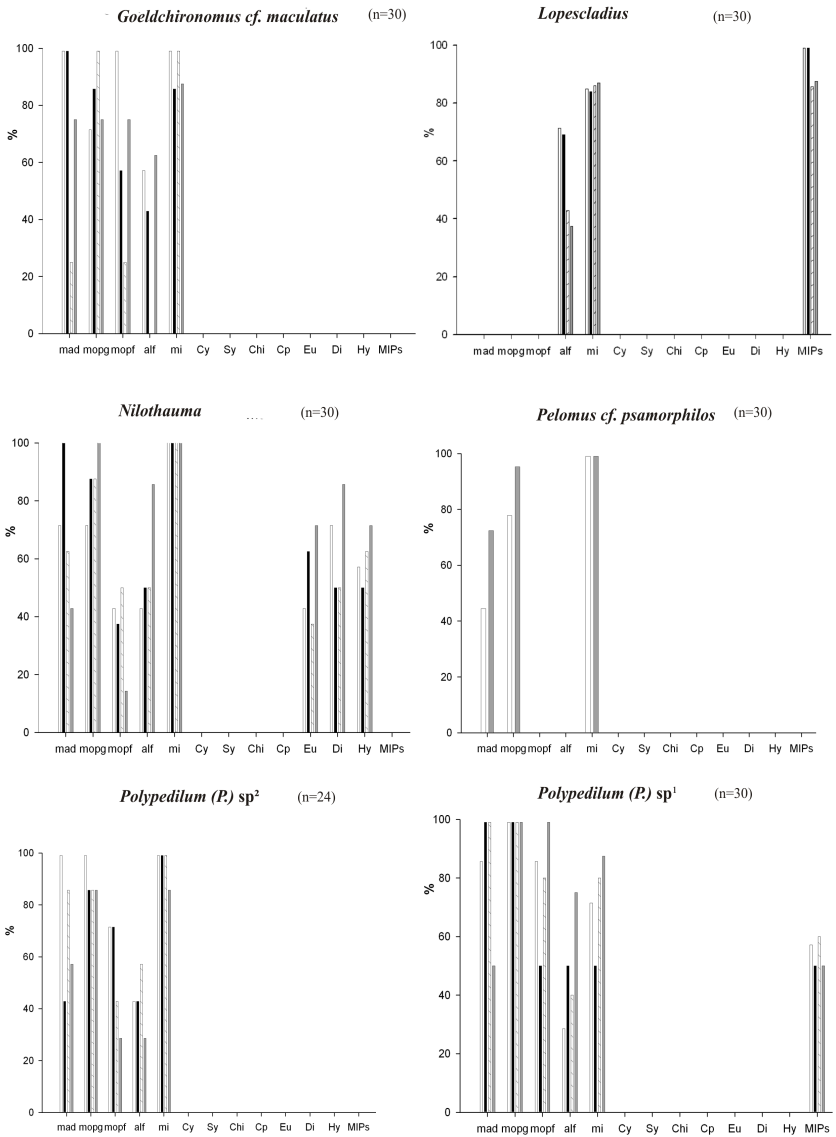
sendo o grupo 1- composto por detritos vegetais, microalgas e microorganismos associados (*Diffugia*, *Euglipha* e *Hypa*); 2 - partículas microinorgânicas (MIPs) e 3- fragmentos dos Ostracoda *Stenocypris major* e *Cytheridella ilosvayi*, Copepoda e Chironomidae (Figura 2).

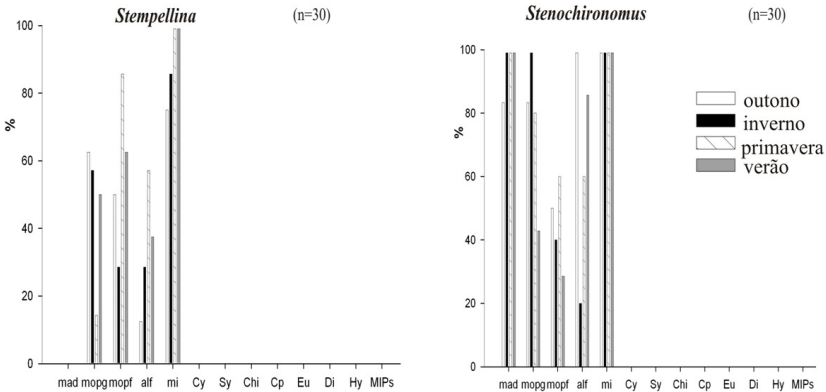
A análise de agrupamento dos conteúdos digestivos separou os dezoitos gêneros de Chironomidae em três grupos distintos. O primeiro grupo, representado principalmente pela subfamília Chironomidae (*Caladomyia* cf. *ortoni*; *Chironomus* gr.*riparius*, *Cladopelma* cf. *forcipis*, *Cryptochironomus*, *Endotribelos*, *Goeldchironomus* cf. *maculatus*, *Nilothauma*, *Pelomus* cf. *psamorphilos*, *Polipedilum* (*Polipedilum*) sp<sup>1</sup> e *Polipedilum* (*Polipedilum*) sp<sup>2</sup>, *Stempellina* e *Stenochironomus*) incluiu os táxons que ingeriram preferencialmente detritos vegetais (fragmentos de madeira, MOPG, MOPF) e microalgas. O segundo grupo incluiu os táxons que ingeriram além de detritos, fragmentos de origem animal, representados pela subfamília Tanypodinae (*Ablabesmyia*, *Coelotanypus*, *Djalmabatista*, *Fittkauimyia* e *Labrundinia*) e o terceiro grupo separou o Orthoclaadiinae *Lopescladius* que alimentou se preferencialmente de partículas microinorgânicas e microalgas (Figura 3).







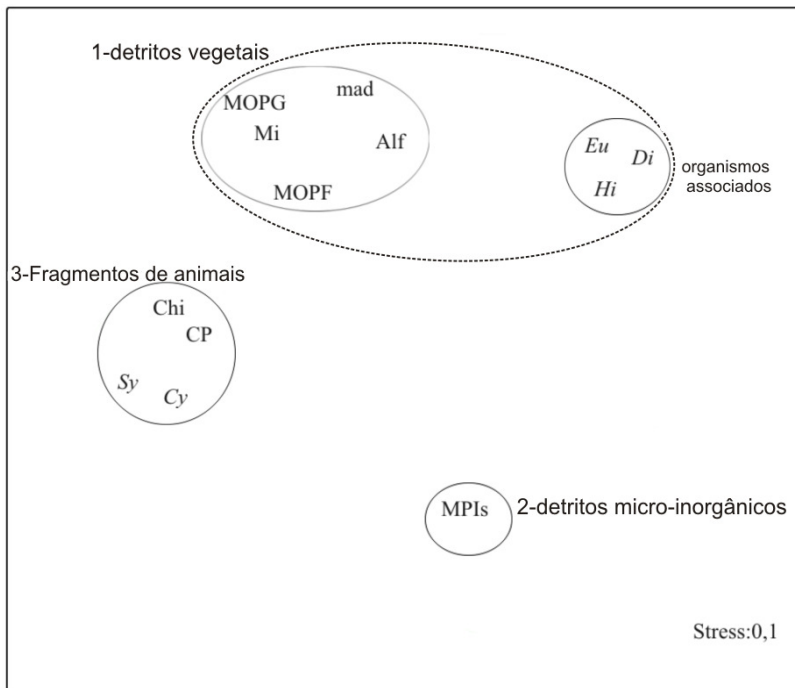




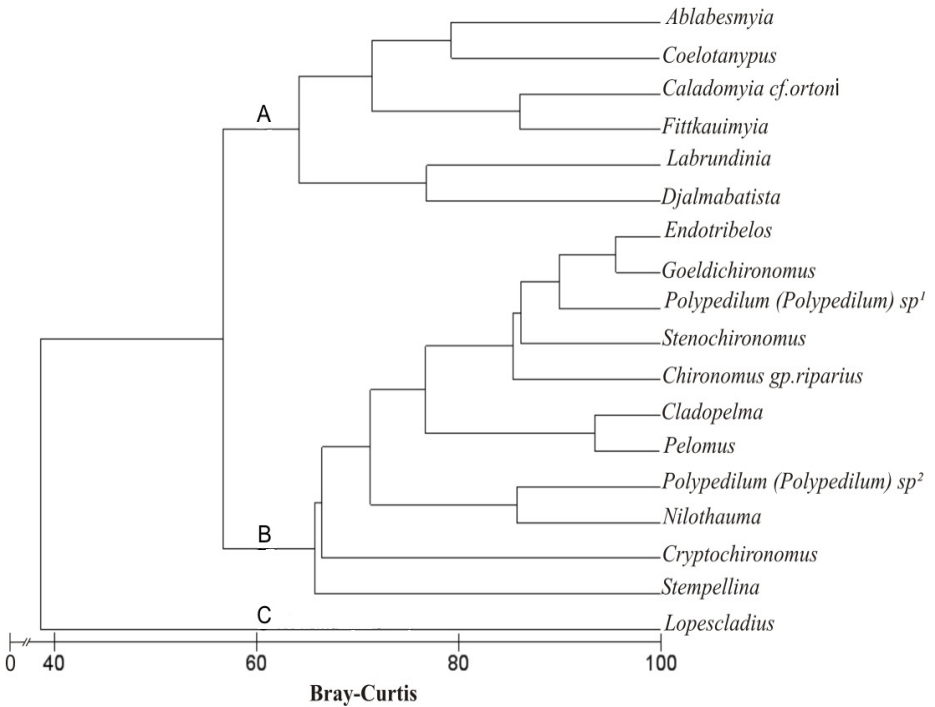
**Figura 1:** Frequência de ocorrência e variação sazonal dos itens alimentares no total de larvas de Chironomidae analisadas durante o período de estudo. n= número de larvas analisadas; mad= fragmentos de madeiras; mopp= matéria orgânica particulada grossa, mopf=matéria orgânica particulada fina; alf=algas filamentosas; mi=microalgas; Cy=*Cytheridella ilosvayi*; Sy=*Stenocypris major*; Chi=carapaças de Chironomidae; Cp=Copepoda; Eu=*Eugliffa*; Di= *Difflugia*; Hy=*Hyphae* e MPIs=partículas micro-inorgânicas.

A partir das análises multivariadas foi possível separar os táxons em guildas tróficas de predadores, herbívoros e detritívoros (Figura 3). Neste trabalho associa-se a ingestão de *Eugliffa*, *Difflugia* e *Hyphas* por *Nilothauma*, *Cryptochironomus* e *Djalmabatista* como aleatória, tendo ocorrido juntamente com a ingestão de detritos. Desta forma, os (*Eugliffa*, *Difflugia* e *Hyphas*) foram considerados como sendo organismos associados aos detritos vegetais e inseridos ao grupo formado pelos táxons que ingeriram detritos vegetais e microalgas.

A análise das guildas foi realizada de duas maneiras: a partir dos dados de ocorrência dos itens alimentares na dieta das espécies de cada guilda e a partir dos dados de ocorrências das espécies de Chironomidae pertencentes a uma determinada guilda. Para realizar as análises de co-ocorrência é necessário ter no mínimo duas espécies representando uma mesma guilda e, como os espécimes de *Lopescladius* foram os únicos a ingerirem partículas micro-inorgânicas como principal alimento (93%), não foi possível realizar testes para o padrão de co-ocorrência dos itens alimentares para a guilda dos detritívoros.



**Figura 2:** Ordemção resultante da análise de escalonamento não métrica (nMDS) sobre a dieta das larvas de Chironomidae coletados na lagoa do Peri. Sendo, mad=fragmentos de madeira; MOPG= matéria orgânica particulada grossa; MOPF=matéria orgânica particulada fina; ALF= algas filamentosas; Mi=microalgas; Cy=*Cytheridella ilosvayi*; St= *Stenocypris major*; Chi= Chironomidae; CP=Copepoda; Eu=*Eugliffa*; Di=*Diffflugia*; Hy=*Hyphae* e MPIs=partículas micro-inorgânicas



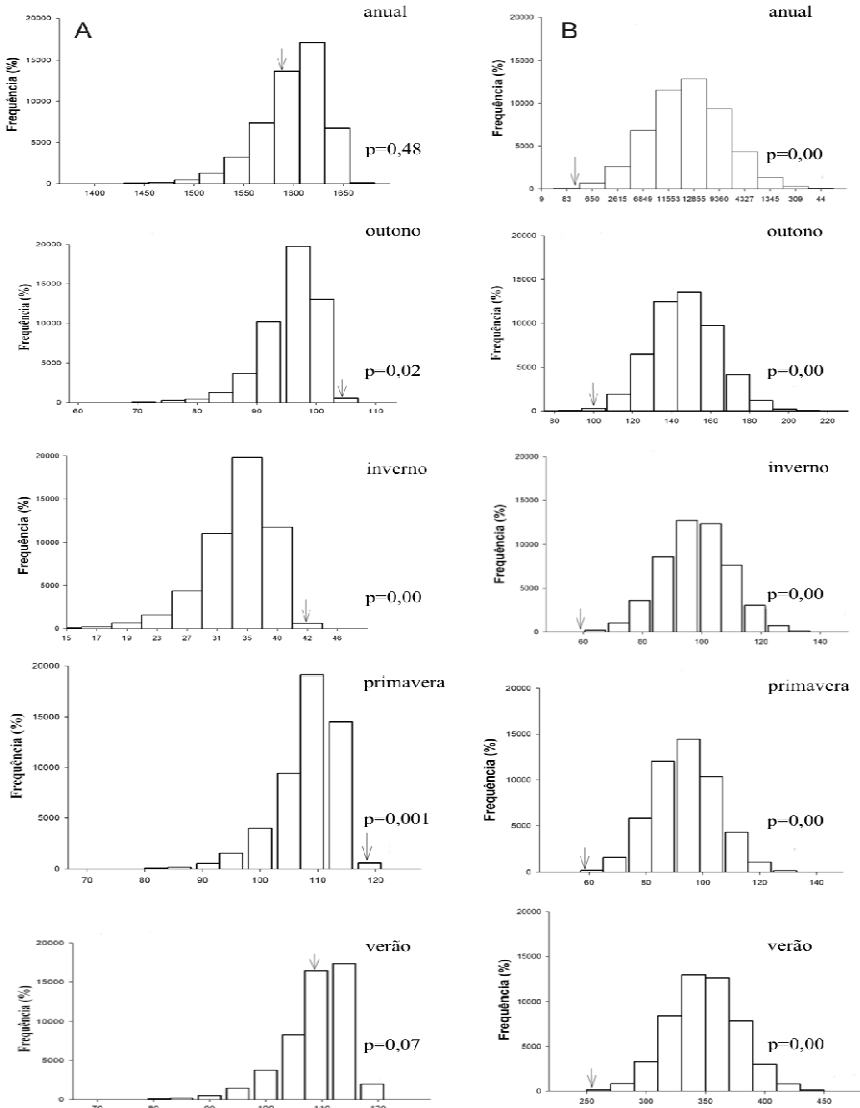
**Figura 3:** Dendrograma das espécies de Chironomidae evidenciando a separação dos táxons em guildas tróficas, sendo (A) guilda dos predadores/onívoros, (B) guilda dos herbívoros/detrítivos e (C) a guilda dos detrítivos/MOPF.

Os resultados das análises revelaram poucas diferenças nos padrões de co-ocorrência dos itens alimentares na dieta das larvas associadas com o período avaliado, se anual ou sazonal, e uma grande diferença nos padrões encontrados dependendo da guilda analisada. O valor do c-score obtido com a análise anual revelou um padrão aleatório para a ocorrência dos distintos fragmentos animais ingeridos pelos predadores (Figura 4a). A análise a partir dos dados sazonais mostrou o mesmo padrão para o verão e um c-score observado maior do que o esperado por chance nas demais estações do ano, revelando uma menor co-ocorrência dos itens alimentares nestes períodos.

Ao contrário, o valor do c-score observado para a dieta dos herbívoros foi menor do que o esperado, tanto na análise anual como em

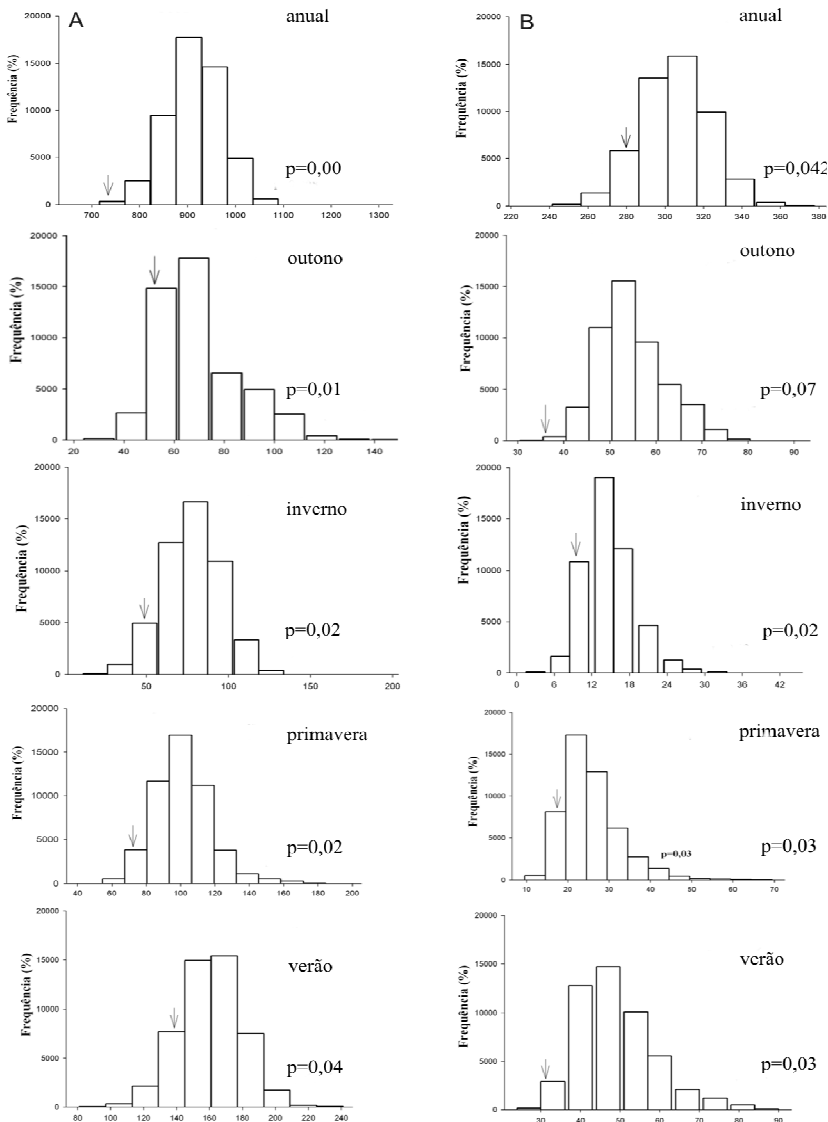
cada uma das estações do ano, indicando uma maior co-ocorrência dos fragmentos vegetais na dieta dos herbívoros (Figura. 4b).

O valor do c-score obtido com as análises sazonais revelou um padrão aleatório para a co-ocorrência das espécies que compõe a guilda dos herbívoros durante o verão. Porém, os demais resultados das análises realizadas para verificar a co-ocorrência das espécies de Chironomidae separadamente para cada guilda, foram semelhantes e não mudaram com o período avaliado, se anual ou se para cada estação do ano. Os índices c-score observados foram menores do que o esperado para a co-ocorrência das espécies pertencentes tanto a guilda dos predadores (Fig. 5a) como a dos herbívoros (Fig. 5b), revelando assim uma maior co-ocorrência das espécies dentro de cada guilda do que o esperado por chance.



**Figura 4:** Histogramas dos valores observados e esperados do índice c-score para as análises anuais e sazonais da frequência de ocorrência dos fragmentos de origem animal (A) e vegetal (B) na dieta das espécies que compoem as guildas de Chironomidae analisadas. Sendo significativo os valores de  $p < 0,05$ .





**Figura 5:** Histogramas dos valores observados e esperados do índice *c*-score para as análises anuais e sazonais da frequência de ocorrência das espécies pertencentes a guilda dos predadores (A) e dos herbívoros (B) por um período anual e sazonal. Sendo significativos os valores de  $p < 0,05$ .

#### 4. Discussão

Na literatura, alguns estudos sobre os hábitos alimentares dos Chironomidae são resultados da compilação de dados já publicados por outros pesquisadores, sendo muitas vezes informações baseadas em trabalhos já realizados em diferentes ambientes com diferentes características ecológicas. Neste estudo, analisou-se a dieta das larvas de Chironomidae através de análises de conteúdos digestivos e, a partir destes resultados separamos os táxons em guildas tróficas de alimentação. Da mesma forma, a partir dos dados de ocorrência dos itens alimentares na dieta das larvas, foi possível inferir sobre a frequência de ocorrência das espécies dentro de cada guilda trófica analisada.

Os resultados das análises de conteúdo digestivo e da abundância das espécies ao longo do ano demonstraram que a maioria dos gêneros de Chironomidae apresentou uma alimentação diversificada, ingerindo os alimentos disponíveis no ambiente segundo sua capacidade e habilidade de captura em determinado momento. Os itens alimentares mais frequentes na dieta de Chironominae foram compostos principalmente por detritos vegetais, seguidos por microalgas coloniais e filamentosas. Para Tanypodinae, além da presença de detritos vegetais, fragmentos de origem animal também foram evidenciados. Tanypodinae são considerados predadores, apesar de apresentarem uma alimentação extremamente variada entre itens animais, detritos vegetais e algas (Pinder, 1986). A diversidade alimentar de Tanypodinae decorre da maior elasticidade das peças bucais e dos mecanismos de ingestão dos alimentos apresentados pelas larvas, que são capazes de englobar recursos de diferentes tamanhos, como é o caso de algas e pequenos animais como rotíferos, cladoceras e ostrácodes (Trivinho-Strixino & Strixino, 1998).

A ingestão preferencial das larvas de *Lopescladius* por partículas micro-inorgânicas e microalgas, pode estar relacionado ao modo de alimentação e ao pequeno tamanho das larvas (Epler, 1995) sendo estas consideradas coletores-filtradores ingerindo matéria orgânica particulada ultra-fina (Nessimian & Sanseverino, 1998) e partículas micro-inorgânicas (MIPs), principalmente grãos de areia. Estudos têm destacado a importância da ingestão de partículas micro-inorgânicas por larvas de Chironomidae devido a presença de uma micro-flora e fauna associada a eles (ver Tavares & Williams 1990). Esta comunidade compõe a biota que cresce como um biofilme sobre os detritos orgânicos

e inorgânicos na superfície dos sedimentos, sendo composta por bactérias, fungos e algas perifíticas (Hax & Golladay, 1993). Os organismos associados elevam o valor nutricional alimentar e suprem as necessidades energéticas das larvas (Merritt & Cummins, 1984).

As larvas de Chironomidae são capazes de selecionar os itens alimentares influenciados pela necessidade nutricional, dependendo do estágio de desenvolvimento da larva (Ingvason et al., 2002) ou como alternativa para reduzir a competição intra-específica quando os recursos são escassos no ambiente (Goedkoop et al., 1998). A disponibilidade do alimento pode influenciar tanto na abundância quanto no tipo de alimento presente no conteúdo estomacal. Alguns estudos evidenciaram que os alimentos em maiores proporções encontrados nos conteúdos digestivos, correspondiam aos alimentos que estavam mais disponíveis no ambiente, naquele momento (Gray & Ward, 1979; Tavares-Cromar & Williams, 1997).

Nos sistemas aquáticos os detritos constituem um recurso múltiplo para a comunidade bentônica (McLachlan & Ladle, 2009), atuando como hábitat, recurso alimentar e refúgio para evitar predadores. A presença da vegetação aquática ocasiona um mosaico de habitats, que proporciona o desenvolvimento de interações entre as populações. Tais interações influenciam na sobreposição e no comportamento alimentar das larvas, o que resulta no desenvolvimento de muitas adaptações entre os táxons dos mesmos grupos e de diferentes grupos tróficos (Schmid & Schmid-Arraya, 1997).

Grande parte dos detritos orgânicos ingerido pelas larvas de Chironomidae são originados da decomposição da vegetação marginal constituída por plantas vasculares que, após senescência, acumulam-se e são degradados (Henry, 2003) por fragmentadores, decompositores, herbívoros e detritívoros coletores-catadores, tais como *Chironomus* gr. *riparius*; *Stenochironomus*, *Endotribelos*, *Polypedilum*, *Cladopelma*, e *Goeldichironomus maculatus*. Entre os invertebrados associados à decomposição dos detritos vegetais, as larvas de Chironomidae estão entre as mais abundantes (Gonçalves Jr. et al., 2004), interferindo nos processos de decomposição, raspando ou minando a superfície dos vegetais (Rosemond et al., 1998). Entre estas, destacam-se as larvas de *Stenochironomus* e *Goeldichironomus* que consideradas por vários autores como verdadeiros xilófagos (Trivinho-Strixino & Strixino, 1998; Henriques-Oliveira et al., 2003) tendo na madeira e nas folhas submersas uma das principais fontes de alimento, assim como as larvas de *Endotribelos*, que têm sido encontradas com frequência no interior de troncos em decomposição e também dentro de frutos caídos (Roque et

al., 2005). A presença de detritos vegetais no conteúdo digestivo das larvas analisadas demonstra a disponibilidade deste item no ambiente e a importância do aporte do material proveniente da vegetação ripária para a alimentação desta fauna.

No caso de larvas de Tanypodinae, a captura do alimento depende da disponibilidade de presas e da capacidade de migração e eficiência de captura do predador durante as diferentes fases de desenvolvimento larval. Embora as larvas de Tanypodinae tenham preferências alimentares definidas em condições ideais, em situações adversas elas utilizam-se de outros alimentos disponíveis, especialmente os detritos vegetais (Trivinho-Strixino & Strixino, 1993). A teoria de competição prediz que em épocas ou locais com abundância de presas preferenciais ou mais importantes, os predadores tendem a utilizar-se destes recursos de maneira similar, havendo assim ampla sobreposição das dietas, mas provavelmente sem competição entre as espécies envolvidas devido à abundância dos recursos (Townsend et al., 2006). Por outro lado, em períodos ou lugares onde a abundância das presas preferenciais é menor, a sobreposição trófica tende a diminuir pela diferenciação ou especialização da dieta entre as espécies, permitindo a coexistência entre os predadores (Morin, 2005; Townsend et al., 2006).

A grande abundância de um recurso alimentar no ambiente pode permitir a coexistência de um grande número de espécies em uma mesma categoria trófica. Neste trabalho evidenciou-se que as espécies que compuseram as guildas dos predadores e dos herbívoros apresentaram um padrão de alta co-ocorrência durante todo o período estudado. Isto sugere que a presença de uma, não interfere na presença da outra. Consequentemente, interações interespecíficas não estão influenciando na organização espacial dentro das guildas. Desta forma, conclui-se que não é a “segregação”, mas a “agregação entre as espécies” que está determinando os padrões observados. A agregação entre as espécies parece ser o mecanismo que prevalece em modelos de alta co-ocorrência (Gotelli & Rohde, 2002). Entretanto, diferentes processos podem produzir resultados similares, por exemplo, eventos de história de vida, tais como oviposição, emergência do adulto e recrutamento das larvas (Tokeshi, 1995). Geralmente, as larvas de Chironomidae apresentam uma distribuição agregada com altas densidades (Schmid, 1993), porém, alguns estudos vêm demonstrando uma tendência a distribuição aleatória (Tokeshi, 1995) em resposta ao ciclo de vida das espécies. As fêmeas liberam seus ovos na interface água-sedimento (Pinder, 1995) e poucos dias depois, o primeiro instar

das larvas são dispersadas através da água, sendo esta influenciada pela velocidade do vento e da correnteza da água (Cartier et al., 2010).

Estudos destacam também a importância da heterogeneidade do habitat (Lancaster & Mole, 1999; Usseglio-Polatera & Moreteau, 2000; Lamouroux et al., 2004) e da partição de recursos (Zaret & Rand, 1971; Parsons et al., 2004) como fatores que promovem coexistência entre as espécies. As características do hábitat são fatores importantes na organização das comunidades bentônicas, uma vez que, habitats mais heterogêneos fornecem um número maior de nichos e recursos alimentares possibilitando a coexistência de várias espécies (Townsend et al., 2006). Entretanto, quando os recursos são escassos algumas espécies tendem a modificar suas dietas, estratégias de obtenção de recursos e mudar os períodos de forrageamento, buscando recursos alternativos em ambientes mais heterogêneos (Zaret & Rand, 1971). Esta estratégia conhecida como partição de recursos foi anteriormente reconhecida em várias comunidades animais (Townsend et al., 2006) e, provavelmente, é um dos fatores mais importante que permite a coexistência de um número elevado de espécies em um mesmo habitat. Diferentes espécies de insetos têm sido frequentemente amostrados utilizando diferentes tipos de recursos, evidenciando que a partição de recursos permite a coexistência de diferentes espécies em um mesmo habitat (Chesson et al., 2000).

Uma vez que os resultados deste trabalho evidenciaram uma maior co-ocorrência das espécies dentro de cada guilda analisada, acredita-se que a disponibilidade de alimento e habitats presentes neste ambiente não sejam limitantes para as espécies presentes, sendo a coexistência de várias espécies possíveis. Entretanto, estes resultados não podem sugerir evidências de perdas de interações, visto que, foram observadas mudanças sazonais e de preferências alimentares entre os membros da guilda dos predadores. Estes resultados refletem o fato de que os alimentos ingeridos pelos predadores variaram pouco em composição, porém muito em relação à acessibilidade. No geral, conclui-se que as diferentes estratégias de obtenção dos recursos alimentares como uma estratégia de coexistência poderia explicar a co-ocorrência das espécies de Chironomidae na lagoa do Peri e, sem dúvida, a heterogeneidade do hábitat e a disponibilidade dos recursos disponíveis também são responsáveis pelos padrões de co-ocorrência encontrados neste estudo.

## 5. Agradecimentos

A Susana Trivinho-Strixino pela ajuda na identificação das larvas de Chironomidae e a CAPES pelo apoio financeiro fornecido ao primeiro autor. Gostaríamos de agradecer também ao Prof. Dr. Fabio de Oliveira Roque pela substancial contribuição na leitura e revisão deste manuscrito.

## 6. Referências bibliográficas

Bicudo, C.E.M., Menezes, G., 2006. Gêneros de algas continentais do Brasil: chave para identificação e descrições. 2ed. Rima, São Carlos.

Cartier, V., Claret, C., Garnier, R., Fayolle, S., Franquet, E., 2010. Multi-scale approach to the environmental factors effects on spatio-temporal variability of *Chironomus salinarius* (Diptera:Chironomidae) in a French coastal lagoon. Estuar. Coast. Shelf Sci. 86, 637-644.

Clarke, K. R. & R. N. Gorley, 2006. PRIMER v6: User manual/tutorial, PRIMER-E, Plymouth, UK.

Chesson, P., 2000. Mechanisms of maintenance of species diversity. Annu. Rev. Ecol. Syst, 31, 343-366.

Coffman, W. P. & Ferrington Jr, L. C., 1996. Chironomidae. In: Merritt, R.W. and Cummins, K.W. (Ed.), An Introduction to the Aquatic Insects of North America. Kendall/Hunt Publishing Company, Dubuque, pp. 635-744.

Cranston, P. S., 1995. Introduction to the Chironomidae. In: Armitage, P., Cranston, P. S. & Pinder, C.V. (Ed.), The Chironomidae: the biology and ecology of non-biting midges. Chapman & Hall, New York, pp. 1-7.

Diamond, J. M., 1975. Assembly of species communities. In: Cody, M. L. & Diamond, J. M. (Ed.), Ecological communities: Conceptual issues and the evidence, Princeton University Press. pp. 316-331.

- Epler, J. H., 1995. Identification manual for the larval Chironomidae (Diptera) of Florida. Department of Environmental Protection of Florida.
- Gonçalves, J. R., J. S. França, A. O. Medeiros, C. A. Rosa & M. Callisto, 2006. Leaf breakdown in a tropical stream. *Hydrobiology* 91, 164-177.
- Gotelli, N. J. & Graves, G. R., 1996. Null models in ecology. Washington and London, Smithsonian Institution Press.
- Gotelli, N. J., & Ellison, A. M., 2002. Assembly rules for New England ant assemblages. *Oikos* 99, 591–599.
- Gotelli, N. J., G. L. Entsminger, 2006. EcoSim: Null models software for ecology. Version 7.0. Acquired Intelligence Inc. & Kesey-Bear.
- Gotelli, N. J., & Rohde, K., 2002. Co-occurrence of ectoparasites of marine fishes: null model analysis. *Ecol. Lett.* 5, 86-94.
- Goedkoop, W., Sonesten, A., Markensten, H., Ahlgren, G. Fatty, 1998. Acid biomarkers show dietary differences between dominant chironomid taxa in Lake Erken. *Freshwater Biol.* 40, 135-143.
- Gray, L. J. & Ward, J. V., 1979. Food habitats of stream benthos at sites of different food availability. *Am. Midl. Nat.* 102, 157-167.
- Gurgel, H. C. B., Silva, N. B., Lucas, F. D., Souza, L. L. G., 2005. Alimentação da comunidade de peixes de um trecho do Rio Ceará Mirim, em Umari, Taipu, Estado do Rio Grande do Norte, Brasil. *Acta Sci. Biol. Sci.* 27, 229-233.
- Hax, C. L. & S. W. Golladay, 1993. Macroinvertebrate colonization and biofilm development on leaves and wood in a boreal river. *Freshwater Biology* 29, 79–87.
- Henriques-Oliveira, A. L., Nessimian, J. L. & Dorvillé, L. F. M., 2003. Feeding habits of chironomid larvae (Insecta: Diptera) from a stream in the floresta da Tijuca, Rio de Janeiro, Brazil. *Braz. J. Biol.* 63, 269-281.

Higuti, J., Takeda, A. M., 2002. Spatial and temporal variation of chironomid larval (Diptera) in two lagoons and two tributaries of the upper Paraná river floodplain, Brazil. *Braz. J. Biol.* 62, 807-818.

Ingvason, H. R., Olafsson, J. S., Gardarsson, A., 2002. Temporal pattern in resource utilization of *Tanytarsus gracilentus* larvae (Diptera: Chironomidae). *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 28, 1041-1045.

Kitching, R. L., 2001. Food webs in phytotelmata: "bottom-up" and "top-down" explanations for community structure. *Annu. Rev. Entomol.* 46, 729-760.

Lamouroux, N., Doledéc, S., & Gayraud, S., 2004. Biological traits of stream macroinvertebrate communities: Effect of microhabitat, reach, and basin filters. *J. N. Am. Benthol. Soc.* 23, 449-466.

Lancaster, J., & Mole, A., 1999. Interactive effects of nearbed flow and substratum texture on the microdistribution of lotic macroinvertebrates. *Archiv für Hydrobiologie* 146, 83–100.

Lawton, J. H., 1984. Non-competitive populations, non convergent communities, and vacant niches: The herbivores of bracken. In: Strong Jr. D. J., Simberloff, D., Abele L. G., & Thistle A. B. (Ed.), *Ecological communities: Conceptual issues and the evidence*, Princeton: Princeton University Press, pp. 67-99.

Merritt, R. W., K. W. Cummins, 1984. *An introduction to the aquatic insects of North America*. Kendall/Hunt publishing Co., Dubuque, Iowa.

McLachlan, A.J. and R.J. Ladle, 2009. The evolutionary ecology of detritus feeding in the larvae of freshwater Diptera. *Biol. Rev.* 84, 133-141

Morin, P. J., 2005. *Community ecology*. Blackwell Science, Victoria

Morellato, L. P. C. & C. F. B. Haddad, 2000. Introduction: The Brazilian Atlantic Forest. *Biotropica* 32, 786-792.

Myers, N. R. A., Mittermeier, C. G. Mittermeier, G. A. B. Fonseca, J. Kent, 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403, 853-845.



Nascimento, R., 2002. Atlas ambiental de Florianópolis. Instituto Larus, Florianópolis.

Nessimian, J. L. & Sanseverino, A. M., 1998. Trophic functional characterization of Chironomidae larvae (Diptera: Chironomidae) in a first order stream at the mountains region of Rio de Janeiro State, Brazil. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 26, 2115-2119.

Nessimian, J. L., Sanseverino, A. M. & Henriques-Oliveira, A. L. H., 1999. Relações tróficas de larvas de Chironomidae (Diptera) e sua importância na rede alimentar em um brejo no litoral do Estado do Rio de Janeiro. *Rev. Bras. Entomol.* 43,47-53.

Oliveira, J. S., 2002. Análise sedimentar em zonas costeiras: subsídio ao diagnóstico ambiental da Lagoa do Peri – Ilha de Santa Catarina – SC, Brasil. Florianópolis.

Parsons, M., Thoms, M. C., & Norris, R. H., 2004. Using hierarchy to select scales of measurement in multiscale studies of stream macroinvertebrate assemblages. *J. N. Am. Benthol. Soc.* 23, 157-170.

Pinder, L. C. V., 1986. Biology of Freshwater Chironomidae. *Ann. Rev. Entomol.* 31,1-23.

Root, R. B. 1967. The niche exploitation pattern of the blue-grey gnatcatcher. *Ecol. Monogr.* 37, 317-350.

Roque, F. O. & Trivinho-Strixino, S., 2001. Benthic macroinvertebrates in mesohabitats of different spatial dimensions in a first order stream (São Carlos - SP). *Acta Limnol. Brasil.* 13, 69-77.

Roque, F. O., Siqueira, T., Trivinho-Strixino, S., 2005. Occurrence of chironomid larvae living inside fallen-fruits in Atlantic Forest streams, Brasil. *Entomol. Vect.* 12, 275-282.

Rosemary, C., S. Davanso, R. Henry, 2006. A biodiversidade bentônica em lagoa marginal ao rio Paranapanema na zona de sua desembocadura, na represa de Jurumirim. 28, 347-357.

Sanseverino, A. M., Nessimian J. L., 2001. Hábitats de larvas de Chironomidae (Insecta, Diptera) em riachos de Mata Atlântica no Estado do Rio de Janeiro. *Acta Limnol. Brasil.* 13, 29–38.

Sanseverino, A. M. & Nessimian, J. L., 2008. Larvas de Chironomidae (Diptera) em depósitos de folhço submerso em um riacho de primeira ordem da Mata Atlântica (Rio de Janeiro, Brasil). *Rev. Bras. Entomol. São Paulo*, v.52, n.1.

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

Schmid-Araya, J. M., Schmid, P. E., Robertson, A., Winterbottom, J., Gjerlov, C., Hildrew, A. G., 2002. Connectance in stream food webs. *J. Anim. Ecol.* 71, 1056-1062.

Silva, A.Á., 200. Parque municipal da Lagoa do Peri subsídios para o gerenciamento ambiental. Florianópolis, SC, UFSC.120p.

Simberloff, D., & Dayan, T., 1991. The guild concept and the structure of ecological communities. *Annu. Rev. Ecol. Systemat.* 22, 115-143.

Stone, L., & Roberts, A., 1990. The checkerboard score and species distributions. *Oecologia*, 85,74-79.

Tavares-Cromar, A. F., Williams, D. D., 1997. Dietary overlap and coexistence of Chironomid larvae in a detritus based stream. *Hydrobiologia* 354, 67-81.

Trivinho-Strixino, S. & G. Strixino, 1993. Estrutura da comunidade de insetos aquáticos associados à *Pontederia lanceolata* Nuttal. *Rev. Bras. Biol.* 53, 103-111.

Trivinho-Strixino, S. & Strixino, G., 1995. Larvas de Chironomidae (Diptera) do Estado de São Paulo. Guia de Identificação e Diagnose dos gêneros. PPG-ERN, UFSCar, São Carlos/SP.

Trivinho-Strixino, S. & Strixino, G.,1998. Chironomidae (Diptera) associados a troncos de árvores submersos. *Rev. Bras. Entomol.* 41, 173-178.

Tokeshi, M., 1995. Species interactions and community structure. In: Armitage, P. D., Cranston, P. S. & Pinder, L. C. V. (Ed), *The Chironomidae. Biology and ecology of non-biting midges*. London, Chapman & Hall. pp. 297-335.

Townsend, C. R., Begon, M. & Harper, J. L., 2003. *Essentials of Ecology*. 2a ed. Blackwell Science, Malden.

Towsend, C. R., Begon, M. & Harper, J. L., 2006. *Fundamentos de Ecologia*. 2aed. Artmed Editora, Porto Alegre.

Uieda, V. S. & Motta, R. L., 2007. Trophic organization and food web structure of southeastern Brazilian streams: a review. *Acta Limnol. Bras.* 19,15-30.

Weiherr, E. & Keddy, P., 1999. *Ecological assembly rules: perspectives, advances and retreats*. Cambridge: Cambridge University press.

Zaret, T. M. & Rand, A. S., 1971. Competition in tropical stream fishes: support for the competitive exclusion principle. *Ecology* 52, 336-342.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os ecossistemas aquáticos inseridos nas regiões costeiras são caracterizados pela grande produtividade e complexidade em termos ecológicos. As regiões costeiras fornecem uma fonte incalculável de recursos para diversos fins, principalmente para as muitas atividades humanas, estando por isto, como um dos ecossistemas mais ameaçados do mundo. Mesmo com o intenso crescimento urbano e desordenado da cidade de Florianópolis, a lagoa do Peri ainda apresenta suas características ecológicas conservadas. Por ser o principal manancial de água doce da Ilha de Santa Catarina, a lagoa do Peri torna-se uma região privilegiada para estudos que vissem, sobretudo, a implantação de normas e regras do uso de seus recursos naturais.

O presente estudo mostra a importância da conservação dos ambientes aquáticos para a manutenção da biodiversidade aquática. A lagoa do Peri apresenta características bastante peculiares, com relação às diferentes profundidades e características do sedimento presente. Os substratos considerados neste estudo exerceram influência principalmente sobre a distribuição dos organismos, com características

de menor abundância em substratos arenosos, por serem naturalmente mais pobres, e maior abundância em componentes vegetais ou mistos (orgânicos/inorgânicos), cujos recursos energéticos e condições de abrigo foram mais favoráveis. A maior riqueza taxonômica foi encontrada nas regiões com vegetação aquática e ripária ressaltando o papel da preservação da vegetação aquática para a manutenção da biodiversidade.

Entre os macroinvertebrados aquáticos, as larvas de Chironomidae são frequentemente o grupo de insetos mais abundante e diversificado que vem sendo cada vez mais estudado no mundo inteiro devido a sua reconhecida importância nas redes tróficas das comunidades aquáticas, comportando-se como presa ou predador. Neste estudo, observamos que as larvas de Chironomidae apresentaram uma alimentação diversificada, sendo detrito o item alimentar mais frequente. A subfamília Tanytopodinae ingeriu além de detritos vegetais, fragmentos animais, estando à frequência de ocorrência destes itens menor do que o esperado, ao acaso. Também observou-se uma co-ocorrência maior do que o esperado ao acaso para as espécies que compõem as guildas de predadores e herbívoros e concluí-se que a disponibilidade e a partição de recursos entre as larvas minimiza as interações interespecíficas e intraespecíficas permitindo assim a co-existência de várias espécies em um mesmo local.

### **Referências bibliográficas Gerais**

Abílio, F. J. P., T. L. M. Ruffo, A. H. F. S. Souza, H. S. Florentino, E.T. O. Junior, B. N. Meireles, A. C. D. Santana, 2007. Macroinvertebrados aquáticos como bioindicadores de qualidade ambiental de corpos aquáticos da caatinga. *Oecologia Brasiliensis* 11: 397-409.

Allan, J. D., 1995. Stream ecology: structure and function of running waters. Chapman & Hall, London.

Albertoni, E. F., L. J. Prellvitz, & C. Palma-Silva, 2007. Macroinvertebrate fauna associated with *Pistia stratiotes* and *Nymphoides indica* in subtropical lakes (south Brazil). *Brazilian Journal of Biology* 67: 499-507.

Almeida, C., R. Coelho, M. Silva, L. Bentes, P. Monteiro, J. Ribeiro, K. Erzini, J. M. S. Gonçalves, 2008. Use of different intertidal habitats by faunal communities in a temperate coastal lagoon. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* xx: 1-8.

Alves, R. G. & G. Strixino. 2000. Influência da variação do nível da água sobre a comunidade macrobentônica da Lagoa do Diogo (Luiz Antônio, SP). In: J. E. Santos & J. S. R. Pires (eds.), Estação Ecológica de Jataí: estudos integrados em ecossistemas. São Carlos: Rima, pp.733-742.

Angonesi, L. G.; Bemvenuti, C. E. and Gandra, M. S., 2006. Effects of dredged sediment disposal on the coastal marine macrobenthic assemblage in Southern Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 66: 413-420.

Anjos, A. F. & A. M. Takeda, 2005. Colonização de Chironomidae (Díptera: Insecta) em diferentes tipos de substratos artificiais. *Acta Scientiarum. Biological Sciences* 222: 147-151.

Arocena, R., 2007. Effects of submerged aquatic vegetation on macrozoobenthos in a Coastal Lagoon of the Southwestern Atlantic. *International Review of Hydrobiology* 92: 33-47.

Bemvenuti, C. E. & S. A. Netto, 1998, Distribution and seasonal patterns of the sublittoral benthic macrofauna of Patos Lagoon (South Brazil). *Revista Brasileira Biologia* 58: 211-221.

Bezerra-Neto, J. F., R. M. Pinto-Coelho, 2002. Population dynamics and secondary production of *Chaoborus brasiliensis* (Diptera - Chaoboridae) in a small tropical reservoir: Lagoa do Nado, Belo Horizonte (MG). *Acta Limnologica Brasiliensis* 14: 145-161.

Bicudo, C.E.M., Menezes, G., 2006. Gêneros de algas continentais do Brasil: chave para identificação e descrições. 2ed. Rima, São Carlos.

Bispo, P. C., L.G. Oliveira, V.L. Crisci & M. M. Silva, 2001. A pluviosidade como fator de alteração da entomofauna bentônica (Ephemeroptera, Plecoptera e Tricoptera) em córregos do Planalto Central do Brasil. *Acta Limnological Brasiliensis* 13(2): 1-9.

Bispo, P. C., C. G. Froehlich & L. G. Oliveira, 2002. Spatial distribution of Plecoptera nymphs in streams of a mountainous area of central Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 62: 409-417.

Bueno, A. A. P., G. Bond-Buckup, B. D. P. Ferreira, 2003. Estrutura da comunidade de invertebrados aquáticos em dois cursos d'água do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Zoologia* 20: 115-125.

Branco, C.W.C., F.A. Esteves & B. Kozlowsky-Suzuki, 2000. The zooplankton and other limnological features of a humic coastal lagoon (Lagoa Comprida, Macaé, R.J.) in Brazil. *Hydrobiologia* 437:71-81.

Brosse, S., C. J. Arbuttle & C. R. Townsend, 2003. Habitat scale and biodiversity: influence of catchment, stream reach and bedform scales on local invertebrate diversity. *Biodiversity and Conservation* 12: 2057-2075.

Calor, A. R., 2007. Trichoptera. In: Guia on-line de identificação de larvas de insetos aquáticos do Estado de São Paulo. Disponível em: [http://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce/index\\_trico](http://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce/index_trico).

Callisto, M., J. F. Gonçalves, JR., J. J. L. Fonseca, M. M. Petrucio, 1998. Macroinvertebrados aquáticos nas lagoas Imboassica, Cabiúnas e Comprida. In F. A. Esteves (eds), *Ecologia das lagoas costeiras do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e do Município de Macaé (RJ)*. Rio de Janeiro, 283-298.

Callisto, M. & J. F. Gonçalves Júnior, 2005. Bioindicadores Aquáticos. In: Fabio Roland, Dionéia Cesar e Marcelo Marinho (Eds). *Lições de Limnologia*, Ed. Rim, São Carlos.

Cartier, V., Claret, C., Garnier, R., Fayolle, S., Franquet, E., 2010. Multi-scale approach to the environmental factors effects on spatio-temporal variability of *Chironomus salinarius* (Diptera:Chironomidae) in a French coastal lagoon. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 86: 637-644.

Cairns, J. Jr. & Pratt, J. R., 1993. A history of biological monitoring using benthic macroinvertebrates. In: *Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates* (D. M. Rosenberg & V. H. Resh, eds.), New York: Chapman & Hall, 10-27.

Cenzano, C. S. S. & N. L. Würdig, 2006. Spatial and temporal variations of the benthic macrofauna in different habitats of a lagoon of the northern coastal system of Rio Grande do Sul State, Brazil. *Acta Limnologica Brasiliensis* 18: 153-163.

Clarke, K. R. & R. N. Gorley, 2006. PRIMER v6: User manual/tutorial, PRIMER-E, Plymouth, UK.

Chesson, P., 2000. Mechanisms of maintenance of species diversity. *Annual Review of Ecology and Systematics* 31: 343-366.

Coffman, W.P. 1995. Conclusions. In: Armitage, P.D., Cranston, P.S. & Pinder, L.C.V. (eds.) *The Chironomidae: the biology and ecology of non-biting midges*. Chapman & Hall, London. p.436-447.

Coffman, W. P. & Ferrington Jr, L. C., 1996. Chironomidae. In: Merritt, R.W. and Cummins, K.W. (Ed.), *An Introduction to the Aquatic Insects of North America*. Kendall/Hunt Publishing Company, Dubuque, pp. 635-744.

Correia, L. C. S. & S. Trivinho-Strixino, 1998. Macroinvertebrados da rizosfera de *Scirpus cubensis* na Lagoa do Infernã (Estação Ecológica de Jataí – SP): Estrutura e Função. *Acta Limnologica Brasiliensis* 10: 37-47.

Costa, J. M., L. O. I. Souza & B. B. Oldrini, 2004. Chave para famílias e gêneros das larvas conhecidas de Odonata do Brasil: Comentários e Registros Bibliográficos (Insecta, Odonata). *Publicações Avulsas do Museu Nacional, Rio de Janeiro* 99: 3-42.

Cranston, P. S., 1995. Introduction to the Chironomidae. In: Armitage, P., Cranston, P. S. & Pinder, C.V. (Ed.), *The Chironomidae: the biology and ecology of non-biting midges*. Chapman & Hall, New York, pp. 1-7.

Diamond, J. M., 1975. Assembly of species communities. In: Cody, M. L. & Diamond, J. M. (Ed.), *Ecological communities: Conceptual issues and the evidence*, Princeton University Press. pp. 316–331.

Epler, J. H., 2001. Identification manual for the larval Chironomidae (Diptera) of North and South Carolina. Department of Environment and Natural Resources Division of Water Quality, North Carolina.

Esteves, F. A. 1998. Fundamentos de limnologia. Interciência/FINEP, Rio de Janeiro.

Esteves, F. A. Lagoa de Imboassica: impactos antrópicos, propostas mitigadoras e sua importância para a pesquisa ecológica. In ESTEVES, F. A. E. Ecologia das lagoas costeiras do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e do município de Macaé (RJ). Macaé: NUPEM/UFRJ, 1998 p 402-429.

Esteves, F.A., Caliman, A., Santangelo, J.M., Guariento, R.D., Farjalla, V.F. and Bozelli, R.L. (2008) Neotropical coastal lagoons: Na appraisal of their biodiversity, functionings, threats and conservation management. *Brazilian Journal Biology* 68(4): 967–981.

Fernández, H. R., E. Domínguez, 2001. Guia para la determinación de los artrópodos acuáticos sudamericanos. Universidad Nacional de Tucumán. Facultad de Ciencias Naturales e Instituto m. Lillo. Tucuman. Argentina.

Fonseca, D. B.; D'Incao, F., 2006. Mortality of *Kalliaapseudes schubartii* in unvegetated soft bottoms of the estuarine region of the Lagoa dos Patos. *Brazilian Archives of Biology and Technology* 49: 257-261.

Galdean, N., M. Callisto, F. A. R. Barbosa, & L. A. Rocha, 2000. Lotic ecosystems of Serra do Cipó, southeast Brazil: water quality and a tentative classification based on the benthic macroinvertebrate community. *Journal Aquatic Ecosystem Health and Management* 3: 545-552.

Garcia-Criado, F., E. Becares & M. Fernandez-Alaez, 2005. Plant-associated invertebrates and ecological quality in some Mediterranean shallow lakes: Implications for the application of the E.C. Water Framework Directive. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 15: 31-50.



- Goddeeris, B. R., A. C. Vermeulen, E., De Geest, 2001. Diapause induction in the third and fourth instar of *Chironomus riparius* (Diptera) from Belgian lowland brooks. *Archiv für Hydrobiologie* 150: 307-327.
- Goedkoop, W., Sonesten, A., Markensten, H., Ahlgren, G. Fatty, 1998. Acid biomarkers show dietary differences between dominant chironomid taxa in Lake Erken. *Freshwater Biology* 40: 135-143.
- Gonçalves, J. R., J. S. França, A. O. Medeiros, C. A. Rosa & M. Callisto, 2006. Leaf breakdown in a tropical stream. *Hydrobiology* 91: 164-177.
- Gotelli, N. J. & Graves, G. R., 1996. Null models in ecology. Washington and London, Smithsonian Institution Press.
- Gotelli, N. J., & Ellison, A. M., 2002. Assembly rules for New England ant assemblages. *Oikos* 99: 591-599.
- Gotelli, N. J., G. L. Entsminger, 2001. EcoSim: Null models software for ecology. Version 7.0. Acquired Intelligence Inc. & Kesey-Bear.
- Gotelli, N. J., & Rohde, K., 2002. Co-occurrence of ectoparasites of marine fishes: null model analysis. *Ecological Letters* 5: 86-94.
- Goedkoop, W., Sonesten, A., Markensten, H., Ahlgren, G. Fatty, 1998. Acid biomarkers show dietary differences between dominant chironomid taxa in Lake Erken. *Freshwater Biology* 40: 135-143.
- Gray, L. J. & Ward, J. V., 1979. Food habitats of stream benthos at sites of different food availability. *The American Midland Naturalist Journal* 102: 157-167.
- Groenendijk, D., J. P. Postms, M. H. S. Kraak & W. Admiraal, 1998. Seasonal dynamics and larvae drift of *Chironomus riparius* (Diptera) in a metal contaminated lowland river. *Aquatic Ecology* 32: 341-351.
- Gurgel, H. C. B., Silva, N. B., Lucas, F. D., Souza, L. L. G., 2005. Alimentação da comunidade de peixes de um trecho do Rio Ceará Mirim, em Umari, Taipu, Estado do Rio Grande do Norte, Brasil. *Acta Scientiarum. Biological Sciences* 27: 229-233.

Hax, C. L. & S. W. Golladay, 1993. Macroinvertebrate colonization and biofilm development on leaves and wood in a boreal river. *Freshwater Biology* 29: 79–87.

Heino, J., T. Muotka, R. Paavola, 2003. Determinants of macroinvertebrate diversity in headwater streams: regional and local influences. *Journal of Animal Ecology* 72: 425-434.

Henriques-Oliveira, A. L., Nessimian, J. L. & Dorvillé, L. F. M., 2003. Feeding habits of chironomid larvae (Insecta: Diptera) from a stream in the floresta da Tijuca, Rio de Janeiro, Brazil. *Brazilian Journal Biology* 63: 269-281.

Hieber, M., C. T. Robinson, U. Uehlinger, J. V. Ward, 2005. A comparison of macroinvertebrate assemblages among different types of Alpine streams. *Freshwater Biology* 50: 2087-2100.

Higuti, J., Takeda, A. M., 2002. Spatial and temporal variation of chironomid larval (Diptera) in two lagoons and two tributaries of the upper Paraná river floodplain, Brazil. *Brazilian Journal Biology* 62:807-818.

Hildrew, A. G., G. Woodward, J.H. Winterbottom, S. Orton, 2004. Strong density dependence in a predatory insect: large scale experiments in a stream. *Journal of Animal Ecology* 73:448-458.

Holdich, D. H., J. A. Jones, 1993. The distribution and ecology of British shallow-water tanaid crustaceans (Peracarida, Tanaidacea). *Journal of Natural History* 17: 157-183.

Ingvason, H. R., Olafsson, J. S., Gardarsson, A., 2002. Temporal pattern in resource utilization of *Tanytarsus gracilentus* larvae (Diptera: Chironomidae). *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 28: 1041-1045.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). (2008). Disponível em <http://www.ibge.gov.br>.

Iliopoulou- Georgudaki J, V. Kantharios, P. Kaspiris, Th. Georgiadis, B. Montesantou, 2003. An application of different bioindicators for assessing water quality: a case study in the rivers Alfeio and Pioneios (Peloponnisos, Greece). *Ecological indicators* 2: 345-360.

- Jaume, D., & G.A. Boxshall. 2008. Global diversity of cumaceans & tanaidaceans (Crustacea: Cumacea & Tanaidacea) in freshwater. *Hydrobiologia* 595: 225-230.
- Johnson, R. K., W. Goedkoop, L. Sandin, 2004. Spatial scale and ecological relationships between the macroinvertebrate communities of stone habitats of stream and lakes. *Freshwater Biology* 49:1179-1194.
- Kitching, R. L., 2001. Food webs in phytotelmata: "bottom-up" and "top-down" explanations for community structure. *Annual Review of Entomology* 46: 729-760.
- Lamouroux, N., Doledec, S., & Gayraud, S., 2004. Biological traits of stream macroinvertebrate communities: Effect of microhabitat, reach, and basin filters. *Journal of the North American Benthological Society* 23: 449-466.
- Lancaster, J., & Mole, A., 1999. Interactive effects of nearbed flow and substratum texture on the microdistribution of lotic macroinvertebrates. *Archiv für Hydrobiologie* 146: 83–100.
- Lapolli, E. M., J. C Moreira, S. M. Zardo, V. F. Vieira, 1990. Carta dos elementos do meio ambiente – Parque da Lagoa do Peri, Florianópolis.
- Lawton, J. H., 1984. Non-competitive populations, non convergent communities, and vacant niches: The herbivores of bracken. In: Strong Jr. D. J., Simberloff, D., Abele L. G., & Thistle A. B. (Ed.), *Ecological communities: Conceptual issues and the evidence*, Princeton: Princeton University Press, pp. 67-99.
- Leal, J. P. Estudo Geoambiental e evolução Paleogeográfica da lagoa olho d'água. Jaboatão dos Guararapes, 2002. Dissertação (Mestrado em Geociências) – CTG.Universidade Federal de Pernambuco UFPE.
- Leite, F. P. P., Turra, A. & E. C. F. Souza, 2003. Population biology and distribution of the tanaid *Kalliapseudes schubarti* Mañé-Garzon, 1949, in an intertidal flat in Southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 63: 469-479.
- MacArthur, R. H. & J. W. MacArthur, 1961. On bird species diversity. *Ecology* 42: 594-598.

McArdle B.H., M. J. Anderson, 2001. Fitting multivariate models to community data: a comment on distance-based redundancy analysis. *Ecology* 82: 290-297.

McLachlan, A.J. and R.J. Ladle, 2009. The evolutionary ecology of detritus feeding in the larvae of freshwater Diptera. *Biological Reviews* 84: 133-141

Martinho, P. A., J. V. Lucca, O. Rocha, 2006. Caracterização limnológica e análise comparativa da densidade e estrutura em tamanho das populações de *Melanoides tuberculata* em 14 lagoas no Parque Estadual do Vale do Rio Doce, MG. 319-328 In: Rocha, O.; Espíndola, E. L. G.; Fenerichi-Verani, N. Verani, J. R.; Rietzler, A. (orgs.). Espécies invasoras em águas doces – estudos de caso e proposta de manejo. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

Marques, M. M. G. S. M., F. A. R. Barbosa, M. Callisto, 1999. Distribution and abundance of Chironomidae (Diptera, Insecta) in an impacted watershed in southeast Brazil. *Revista Brasileira de Biologia* 59: 553-561.

Merritt, R. W., K. W. Cummins, 1984. An Introduction to the Aquatic Insects of North America. Kendall/Hunt publishing Co., Dubuque, Iowa.

Morellato, L. P. C. & C. F. B. Haddad, 2000. Introduction: The Brazilian Atlantic Forest. *Biotropica* 32: 786-792.

Morin, P. J., 2005. Community ecology. Blackwell Science, Victoria

Myers, N., R. A Mittermeier, C. G. Mittermeier, G. A. B. Fonseca & J. Kents, 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-845.

Nascimento, R., 2002. Atlas ambiental de Florianópolis. Instituto Larus, Florianópolis.

Nessimian, J. L. & Sanseverino, A. M., 1998. Trophic functional characterization of Chironomidae larvae (Diptera: Chironomidae) in a first order stream at the mountains region of Rio de Janeiro State, Brazil. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 26:2115-2119.

Nessimian, J. L., Sanseverino, A. M. & Henriques-Oliveira, A. L. H., 1999. Relações tróficas de larvas de Chironomidae (Diptera) e sua importância na rede alimentar em um brejo no litoral do Estado do Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Entomologia* 43: 47-53.

Neto, R. R., L. A. S. Madureira, 2000. Caracterização de bioindicadores nos sedimentos da Lagoa do Peri, Ilha de Santa Catarina, SC. *Acta Limnologica Brasiliensis* 12: 113-125.

Oliveira, J. S., 2002. Análise sedimentar em zonas costeiras: subsídio ao diagnóstico ambiental da Lagoa do Peri – Ilha de Santa Catarina – SC, Brasil. Florianópolis.

Parsons, M., Thoms, M. C., & Norris, R. H., 2004. Using hierarchy to select scales of measurement in multiscale studies of stream macroinvertebrate assemblages. *Journal of the North American Benthological Society* 23: 157-170.

Pech, D., P. L. Ardisson, N. A. Hernández-Guevara, 2007. Benthic community response to habitat variation: A case of study from a natural protected area, the Celestun coastal lagoon. *Continental shelf research* 27: 2523-2533.

Pinder, L. C. V., 1986. Biology of Freshwater Chironomidae. *Annual Review of Entomology* 31: 1-23.

Poff, N. L., J. D. Olden, N. K. M. Vieira, D. S. Finn, M. P. Simmons & B. C. Kondratieff, 2006. Functional trait niches of North American lotic insects: traits based ecological applications in light of phylogenetic relationships. *Journal of the North American Benthological Society* 25:730-755.

Randani, M., R. J. Flower, N. Elkhati, H. H. Birks, M. M. Kraiem & A. A. Fathi, 2001. Zooplankton (Cladocera, Ostracoda), Chironomidae and other benthic faunal remains in sediment cores from nine North African wetland lakes: the CASSARINA Project. *Ecology* 35: 389-403.

Resh, V. H & J. K. Jackson, 1993. Rapid assessment Approach to Biomonitoring Using Benthic Macroinvertebrates. In Rosenberg, D.M. & Resh, V.H. (eds). *Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates*. Chapman & Hall. New York.

- Root, R. B. 1967. The niche exploitation pattern of the blue-grey gnatcatcher. *Ecological Monographs* 37: 317-350.
- Roque, F. O. & Trivinho-Strixino, S., 2001. Benthic macroinvertebrates in mesohabitats of different spatial dimensions in a first order stream (São Carlos - SP). *Acta Limnologica Brasiliensia* 13: 69-77.
- Roque, F. O., Siqueira, T., Trivinho-Strixino, S., 2005. Occurrence of chironomid larvae living inside fallen-fruits in Atlantic Forest streams, Brasil. *Entomología y Vectores* 12: 275-282.
- Roque, F. O., 2006. Tópicos Especiais Macroinvertebrados Bentônico. In: Boletim da Sociedade Brasileira de Limnologia. Nº 35(2).
- Rosenberg, D. M. & V. H. Resh, 1993. Freshwater Biomonitoring and benthic macroinvertebrates. Chapman & Hall, NewYork.
- Rosemary, C., S. Davanzo, R. Henry, 2006. A biodiversidade bentônica em lagoa marginal ao rio Paranapanema na zona de sua desembocadura, na represa de Jurumirim. 28: 347-357.
- Santos, G. S. dos S.; J. T. N. da M. Mendonça & R. W. Veado, 1989. Análise ambiental da Lagoa do Peri. *Geosul* 4: 101-123,
- Sanseverino, A. M., Nessimian J. L., 2001. Hábitats de larvas de Chironomidae (Insecta, Diptera) em riachos de Mata Atlântica no Estado do Rio de Janeiro. *Acta Limnologica Brasiliensia* 13: 29-38.
- Sanseverino, A. M. & Nessimian, J. L., 2008. Larvas de Chironomidae (Diptera) em depósitos de folhiço submerso em um riacho de primeira ordem da Mata Atlântica (Rio de Janeiro, Brasil). *Revista Brasileira de Entomologia*, São Paulo, v.52, n.1.
- Schmid, P. E., 1993. Random patch dynamics of larval Chironomidae (Diptera) in the bed sediments of a gravel stream. *Freshwater Biology* 30: 239-255.
- Schmid-Araya, J. M., Schmid, P. E., Robertson, A., Winterbottom, J., Gjerlov, C., Hildrew, A. G., 2002. Connectance in stream food webs. *Journal Animal Ecology* 71:1056-1062.

- Simberloff, D., & Dayan, T., 1991. The guild concept and the structure of ecological communities. *Annual Review of Ecology and Systematics* 22: 115-143.
- Stone, L., & Roberts, A., 1990. The checkerboard score and species distributions. *Oecologia* 85:74-79.
- Scognamillo, D., I. E. Maxit, M. Sunquist & J. Polisar, 2003. Coexistence of jaguar (*Panthera onca*) and puma (*Puma concolor*) in a mosaic landscape in the Venezuelan llanos. *Journal of Zoology* 259: 269-279.
- Silva, A. Á., 2000. Parque municipal da Lagoa do Peri subsídios para o gerenciamento ambiental. Florianópolis, SC.
- Silveira, M. P. 2004. Aplicação do biomonitoramento para avaliação da qualidade da água em rios. Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna.
- Stone, L., & A. Roberts, 1990. The checkerboard score and species distributions. *Oecologia*, 85:74-79.
- Sponseller, R. A., E. F. Benfield & H. M. Valett, 2001. Relationships between land use, spatial scale and stream macroinvertebrate communities. *Freshwater Biology* 46: 1409-1424.
- Sonoda, K. C., 1999. Chironomidae (Diptera) da fitofauna de *Cabomba piauhyensis* Gardney, 1944. UFScar, São Carlos.
- Sonoda, K. C. & S. Trivinho-Strixino, 2000. Dinâmica da emergência de Chironomidae (Díptera) da fitofauna de *Cabomba piauhyensis* Gardney, 1844, na Lagoa do Infernã (Estação Ecológica de Jataí, Luiz Antônio, SP). In Estação Ecológica de Jataí (J. E. Santos & J. S. R. Pires (eds.), RiMa Editora, São Carlos, 743-754.
- Suguio, K. 1973. Introdução a Sedimentologia. Edgar Blunhen, EDUSP, São Paulo.
- Suzuki, M. S. Abertura da Barra na Lagoa de Grussaí, São João da Barra – RJ. Aspectos Hidroquímicos, Dinâmica da Comunidade Fitoplantônica e Metabolismo. Tese (Doutorado), Universidade Estadual do Norte Fluminense, Rio de Janeiro, 1997.

Sweetman, J. N. & J. P. Smol, 2006. Reconstructing fish populations using *Chaoborus* (Diptera: Chaoboridae) remains-a review. *Quaternary Science Reviews* 25: 2013–2023.

Tate, C. M. & J. S. Heiny, 1995. The ordination of benthic invertebrate communities in the South Platte River Basin in relation to environmental factors. *Freshwater Biology* 33:439-454.

Tavares-Cromar, A. F., Williams, D. D., 1997. Dietary overlap and coexistence of Chironomid larvae in a detritus based stream. *Hydrobiologia* 354: 67-81.

Tews, J. U., V. Brose, K. Grimm, M. C. Tielborger, M. Wichmann, R. Schwage & F. Jeltsch, 2004. Animal species diversity driven by habitat heterogeneity diversity: the importance of keystone structures. *Journal of Biogeography* 31: 79-92.

Thomaz, S. M. & Bini, L. M., 2003. Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas. Universidade Estadual de Maringá, Maringá

Tolonen, K. T., H. Hamalainen, Holopainen, I. J. & J. Karjalainen, 2001. Influence of habitat type and environment variables on littoral macroinvertebrate communities in a large lake system. *Archiv für Hydrobiologie* 152: 39-67.

Townsend, C. R., M. Begon & J. L. Harper, 2006. Fundamentos em Ecologia. Artmed editora. Porto Alegre.

Trivinho-Strixino, S. & G. Strixino, 1993. Estrutura da comunidade de insetos aquáticos associados à *Pontederia lanceolata* Nuttall. *Revista Brasileira de Biologia* 53: 103-111.

Trivinho-Strixino, S. & G. Strixino, 1995. Larvas de Chironomidae (Diptera) do Estado de São Paulo. Guia de Identificação e Diagnose dos gêneros. PPG-ERN, UFSCar, São Carlos/SP.

Trivinho-Strixino, S. & Strixino, G., 1998. Chironomidae (Diptera) associados a troncos de árvores submersos. *Revista Brasileira de Entomologia* 41: 173-178.



- Trivinho-Strixino, S., L. C. Correia & K. C. Sonoda, 2000. Phytophilous Chironomidae (Diptera) and other macroinvertebrates in the ox-bow Infernão Lake (Jataí Ecological Station, Luiz Antônio, SP, Brazil). *Revista Brasileira de Biologia* 60: 527-535.
- Tokeshi, M., 1995. Species interactions and community structure. In: Armitage, P. D., Cranston, P. S. & Pinder, L. C. V. (Ed), *The Chironomidae. Biology and ecology of non-biting midges*. London, Chapman & Hall. pp. 297-335.
- Townsend, C. R., Begon, M. & Harper, J. L., 2003. *Essentials of Ecology*. 2a ed. Blackwell Science, Malden.
- Towsend, C. R., Begon, M. & Harper, J. L., 2006. *Fundamentos de Ecologia*. 2aed. Artmed Editora, Porto Alegre.
- Tundisi, J. G. & T. Matsumura-Tundisi, 2008. *Limnologia*. Oficina de Textos, Brasil.
- Uieda, V. S. & Motta, R. L., 2007. Trophic organization and food web structure of southeastern Brazilian streams: a review. *Acta Limnologica Brasiliensis* 19:15-30.
- Underwood, A. J., 1997. *Experiments in ecology: their logical design and interpretation using analysis of variance*. Cambridge University Press, UK.
- Usseglio-Polatera, P., Bournaud, M., Richoux, P., & Tachet, H., 2000. Biomonitoring through biological traits of benthic macroinvertebrates: How to use trait databases? *Hydrobiologia* 422/423:153-162.
- Vasconcellos, J. M. O., L. L. Dias, C. P. Silva & M. Sobral, 1992. Fitossociologia de uma área de mata subtropical no Parque Estadual do Turvo, RS. *Revista do Instituto Florestal* 4: 252-259.
- Victor, R. 2002. Ostracoda In: Fernando, C. H. (ed). *A guide tropical freshwater zooplankton*. Backhuys Publishers.
- Vinson, M. R. & Hawkins, C. P., 1998. Biodiversity of stream insects: Variation at local, basin, and regional scales. *Annual Review Entomology* 43:271

Warfe, D. M. & L. A. Barmuta, 2006. Habitat structural complexity mediates food web dynamics in a freshwater macrophyte community. *Oecologia* 150:147-154.

Weigel, B. M., L. Wang, P. W. Rasmussen, J. T. Butcher, P. M. Stewart & M. J. Wiley, 2003. Relative influence of variables at multiple spatial scales on stream macroinvertebrate in the Northern Lakes and Forest ecoregion, U.S.A. *Freshwater Biology* 48: 1440-1461.

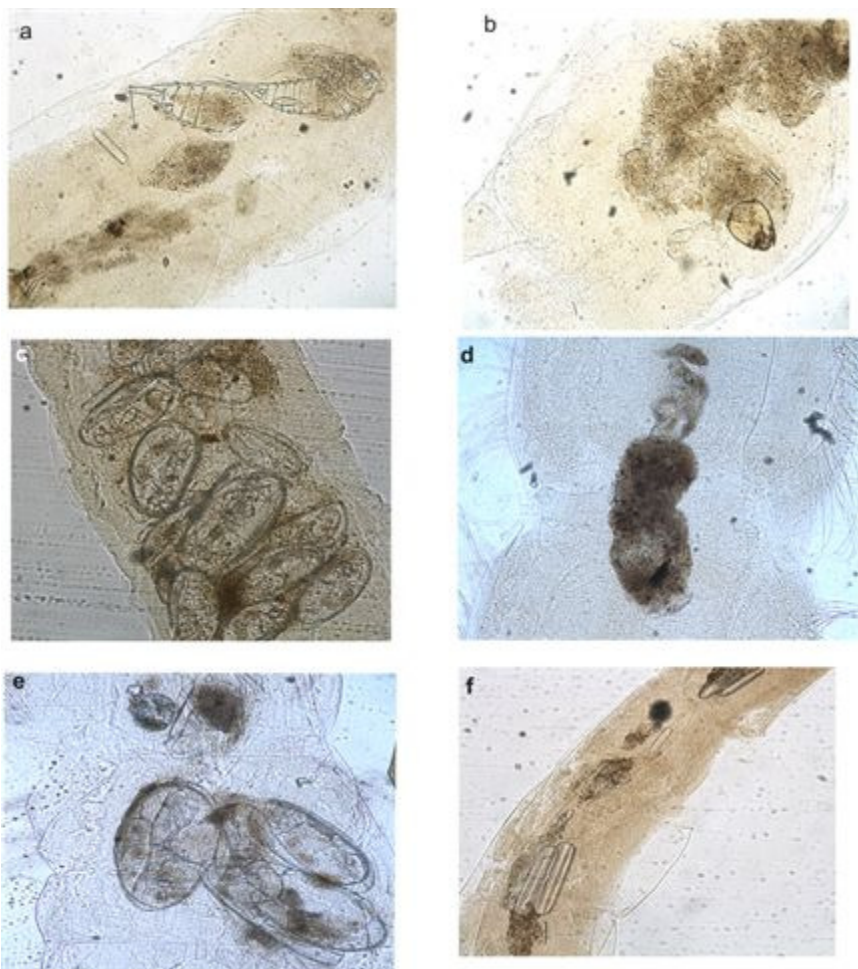
Weiher, E. & Keddy, P., 1999. Ecological assembly rules: perspectives, advances and retreats. Cambridge: Cambridge University press.

Wetzel, R.G., 2001. Limnology, Lake and river ecosystems. Academic Press, San Diego, USA.

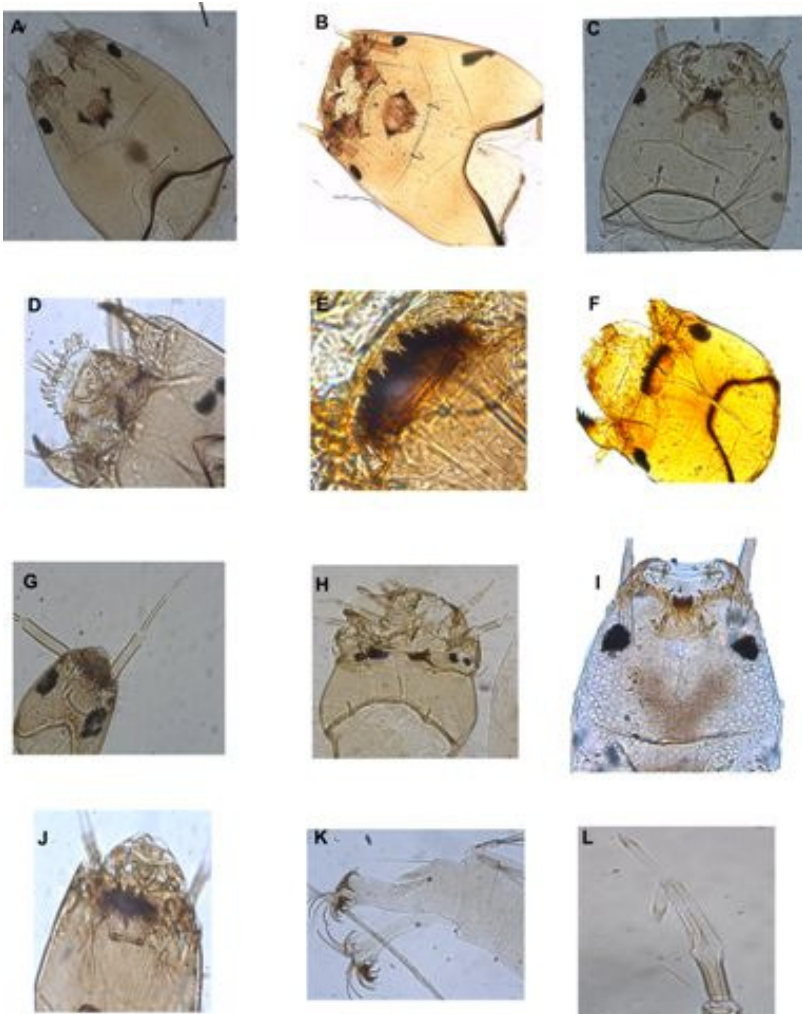
Zamora-Muñoz, C., C. E. Sainz-Cantero, A. Sanchez-Ortega, J. Alba-Tercedor, 1995. "Are biological indices BMPW and ASPT and their significance regarding water quality seasonally dependent? Factors explaining their". *Wat. Res.*, 29: 285- 290.

Zaret, T. M. & Rand, A. S., 1971. Competition in tropical stream fishes: support for the competitive exclusion principle. *Ecology* 52, 336-342.

Zilli, F. L., L. Montalto, M. R. Marchese, 2008. Benthic invertebrate assemblages and functional feeding groups in the Paraná River floodplain (Argentina). *Limnologica* 38: 159-171.

**ANEXOS**

Anexo 1. Lâminas evidenciando o conteúdo digestivo das larvas de Chironomidae analisadas, sendo a) e b) *Ablabesmyia (karelia)* c) *Djalmabatista* d) e e) *Fittkauimyia* e f) *Cladopelma cf. forcipis*.



Anexo 2. *Ablabesmyia* (*Karellia*) B) *Fittkauimyia* C) *Djalmabatista* D) *Caladomyia* cf. *ortoni* E) *Chironomus* gr. *riparius* F) *Endotribelus* G) *Lopescladius* H) *Cryptochironomus* I) *Labrundinia* J) *Polypedilum* (*P.*) sp<sup>1</sup> K) *Ablabesmyia* (destaque para as garras escuras) L) *Caladomyia* cf. *ortoni* (detalhe da antena).