

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

JOÃO ÂNDERSON FULAN

**Estudo comparativo de larvas de Odonata junto à *Salvinia auriculata* em
ambientes aquáticos contrastantes: Rios Paranapanema e Guareí e Lagoas dos
Cavalos e Coqueiral**

Tese apresentada ao Instituto de Biociências
da Universidade Estadual Paulista – Campus
de Botucatu, como parte dos requisitos para a
obtenção do Título de doutor em Ciências
Biológicas, Área de Concentração: Zoologia.

Orientador: Dr. Raoul Henry

BOTUCATU – SP

2009

*“Tudo o que sabemos hoje, aprendemos com os acertos e erros do passado, e cada vez
que desistimos de alguma coisa por medo de errar estamos nos privando da
possibilidade de evoluir e de viver”*

Hammed

*Dedico esta tese à minha esposa Elenita e, principalmente,
ao meu filho Mateus pela paciência as infinitas horas dedicadas à
elaboração deste trabalho*

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Raoul Henry, muito mais que um orientador, um exemplo de honestidade e dedicação

Ao Prof. Luiz Onofre Irineu de Souza (Universidade Federal de Mato Grosso do Sul) pela identificação das larvas de Odonata

Aos professores do Departamento de Zoologia, especialmente ao Dr. Adilson Fransozo, Dr. Jorge Jim, Dr. Marcos Gomes Nogueira, Dra. Maria Lúcia Negreiros Fransozo, Dr. Rogério Caetano da Costa, Dra. Virginia Sanches Uieda

Aos funcionários do Departamento de Zoologia, especialmente a Juliana e Flávio

Ao CAPES (Processo 2096/07-2) pelo auxílio financeiro

Ao amigo Hamilton, “Mirtão”, pelas inúmeras vezes em que me auxiliou nas coletas

Ao Miguel, pelas maravilhosas refeições...

Aos colegas de laboratório Carolina, Danilo, Eliana, Fabiana, Gilmar, Jorge, Juliana, Mateus, Mirian, Paula, Patrícia, Rachel, Rafael, Ricardo, Rose, Silvia, Silvio, Vivian

Aos meus familiares, meus pais João e Adelaide, minha tia Sônia e meu tio João (in memorian), meus irmãos Elaine e Emerson e a pequena Julinha que tanto nos alegra com seu sorriso!

Aos meus avós paternos Aparecida (in memorian) e João (in memorian) e maternos Matilde e José (in memorian)

A minha sogra Carmelina (in memorian)

Ao meu sogro Juvelino e sua esposa Cema

As minhas cunhadas, cunhados, tias, tios, primas, primos, sobrinhas, sobrinhos, especialmente as “pequenas” Juliana e Gabrielle

SUMÁRIO

Resumo.....	06
Abstract.....	08
Aspectos Gerais da Ordem Odonata.....	09
Introdução.....	13
Hipóteses.....	18
Objetivos.....	19
Materiais e Métodos.....	20
Área Estudada.....	22
Procedimentos de Campo.....	23
Procedimentos de Laboratório.....	24
Análise dos Resultados.....	26
Resultados.....	29
Discussão.....	74
Conclusões.....	90
Referências Bibliográficas.....	92
Apêndices.....	110

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi comparar simultaneamente, no período de março de 2006 a fevereiro de 2007, a distribuição de larvas de Odonata juntas à macrófita *Salvinia auriculata* em quatro ambientes com características limnológicas distintas: Rio Paranapanema, Rio Guareí, Lagoa dos Cavalos e Lagoa do Coqueiral. Também fez parte dos objetivos verificar as características físicas e químicas das águas dos quatro ambientes e investigar seus efeitos no padrão de distribuição espacial das larvas de Odonata. As seguintes variáveis foram medidas na superfície da água: oxigênio dissolvido, pH, condutividade, material em suspensão e temperatura. A profundidade local e a temperatura do ar foram também medidas. Dados de precipitações mensais foram obtidos. Foi também determinada a biomassa total da macrófita. Para interpretação dos resultados, foram utilizadas uma análise de componentes principais (ACP), uma análise de correspondência canônica (ACC), uma análise de variância (ANOVA) e correlação de Spearman. A ACC mostrou que os fatores que mais atuaram sobre a densidade dos macroinvertebrados foram profundidade no Rio Paranapanema, oxigênio e profundidade no Rio Guareí e na Lagoa do Coqueiral e temperatura de superfície da água na Lagoa dos Cavalos. A diversidade de larvas de Odonata foi sempre maior no Rio Guareí, exceto em abril, agosto e dezembro de 2006. A Lagoa do Coqueiral foi o ambiente com as maiores densidades e riquezas de larvas de Odonata. Concluimos que apesar dos quatro ambientes apresentarem características físicas e químicas de suas águas distintas, a composição de gêneros de Odonata foi semelhante nesses ecossistemas. Entretanto, a diversidade de Odonata foi maior no Rio Guareí, apesar de ser um ambiente com uma forte ação antrópica. Não evidenciamos composição diferente de larvas de Odonata nos ambientes lóticos e lênticos estudados,

apesar de alguns taxa de Calopterygidae terem ocorrido exclusivamente em um dos ambientes lóticos.

PALAVRAS-CHAVE:

Larvas, lago, rio, macroinvertebrados, Odonata

ABSTRACT

The aim of this work was to compare at the same time, in period from March 2006 to February 2007 the larvae distribution Odonate in four environments with limnological distinct characteristics: Paranapanema and Guareí Rivers, Cavalos and Coqueiral Lakes. We compare also the water physical and chemical characteristics of the four aquatic ecosystems and we investigated its effects on spatial distribution pattern of the Odonate larvae. The measured environmental variables were: dissolved oxygen, pH, conductivity, suspended matter and surface water temperature. The depth in sampled sites and air temperature were also measured. Monthly precipitation data were obtained. The dry weight of the macrophyte was also determined. To interpret the results, the following statistical analyses were used: the Principal Components Analysis (PCA), the Correspondence Canonical Analysis (CCA), the Variance Analysis (ANOVA) and the Spearman Correlation. CCA showed that the environmental factors that more affected the macroinvertebrates density were the depth in Paranapanema River, dissolved oxygen and depth in Guareí River and Coqueiral Lake and surface water temperature in Cavalos Lake. The larvae diversity Odonate was higher in Guareí River, except in April, August and December 2006. Coqueiral Lake was the site with the higher density and richness genera of Odonate larvae. We concluded that, despite of the four environments exhibited distinct water physics and chemical characteristics, the Odonata composition was similar in these ecosystems. However, the Odonate diversity was higher in Guareí River, despite of high human disturbance. We did not recorded a distinct composition of Odonate larvae in studied lotic and lentic ecosystems, despite of some taxa as Calopterygidae had occurred exclusively in a lotic ecosystem.

KEY-WORDS:

Larvae, lake, river, macroinvertebrates, Odonate

1.0. ASPECTOS GERAIS DA ORDEM ODONATA

Os odonatos são insetos hemimetábolos, ou seja, possuem metamorfose incompleta que inclui ovo, larva e adulto, não apresentando o estágio de pupa (Askew, 1988). São insetos conhecidos popularmente como “helicópteros” e causam grande curiosidade tanto para especialistas quanto para autodidatas (Corbet, 2006). Sua origem deu-se há 300 milhões de anos e desde então apresentam poucas mudanças em suas estruturas básicas (Askew, 1988). As asas dos adultos batem a uma razão de 20 a 40 vezes por segundo e podem atingir uma velocidade de 25 a 30 quilômetros por hora (Askew, 1988). O habitat dos odonatos situa-se junto a corpos de água como poças temporárias (Suhling et al., 2004), lagos (Fulan & Henry, 2006), reservatórios (Suh & Samways, 2005), rios (Hofmann & Mason, 2005), riachos (Stettmer, 1996) e fitotelmos (Corbet, 1983). Já foram identificadas perto de 6000 espécies em todo mundo e sua distribuição é predominante na região tropical (Corbet, 1999). As larvas de Odonata possuem uma grande plasticidade de habitat sendo registradas desde junto ao sedimento até próximo às macrófitas flutuantes (Fulan & Henry, 2006). As plantas aquáticas são extremamente importantes na reprodução de Odonata, pois funcionam como substrato para postura de ovos e abrigo contra predadores como peixes (Corbet, 1999). As libélulas em sua fase larval são caracterizadas por um grande labium ventral através do qual capturam suas presas e também por olhos compostos bem evidentes

(Corbet, 1999). Sua alimentação na fase de larva pode variar desde cladóceros (Soares et al., 2001) até animais maiores como lagostins (Witzig et al., 2007). Devido a sua voracidade como predador, os odonatos podem causar grandes prejuízos econômicos em atividades como na piscicultura, alimentando-se de alevinos como *Prochilodus lineatus* (Soares et al., 2003). Por outro lado, sua voracidade também pode ser mecanismo de redução de mosquitos vetores de doenças como *Culex quinquefasciatus* Say, 1823 (Mandal et al., 2008). Além de predadoras, as larvas de Odonata participam também da estrutura trófica dos ecossistemas aquáticos, servindo como alimento para alguns grupos de vertebrados como peixes (McCafferty, 1983; Hahn, 1991), anfíbios (Merritt & Cummins, 1996) ou mesmo mamíferos, como morcegos (Dunkle & Belwood, 1982).

São conhecidas três subordens: Zygoptera (em inglês conhecidos por “damselfly”), Anisoptera (designados por “dragonfly”) e Anisozygoptera, sendo esta última subordem, com apenas duas espécies de um único gênero *Epiophlebia* registradas no Japão e no Himalaia oriental (Tsuda, 2000). Zygoptera é caracterizada por uma cabeça mais larga que seu corpo e três brânquias terminais e na fase adulta apresenta dois pares de asas semelhantes (Merritt & Cummins, 1996). Os Anisoptera, segundo os autores, possuem cabeça e corpo semelhantes em largura, ausência de brânquias terminais e dois pares de asas distintas na fase adulta. Devido a sua grande distribuição, densidade e diversidade, as libélulas estão se

destacando dentre os insetos, como excelentes indicadores de qualidade dos ecossistemas aquáticos (Osborn & Samways, 1996, Samways et al., 1996, Moulton, 1998; Von Ellenrieder, 2000, Osborn, 2005). Sua importância como indicadores ecológicos envolve tanto a fase adulta quanto a fase larval (Foot & Hornung, 2005). A maioria das fêmeas busca sítio para deposição de seus ovos com alta heterogeneidade espacial, ou seja, em locais pouco impactados, devido à maior oferta de alimento para as larvas (Corbet, 1999). Segundo o autor, a fase larval pode ter longa duração e caracteriza-se por baixa vagilidade. Ciclos de vida longos e baixa vagilidade de insetos como os odonatos são características importantes em estudos de monitoramento, pois permitem estudo por um longo período de tempo e em áreas específicas (Corbet, 1983; Capitulo, 1992). Um bom indicador ecológico deve refletir qualquer alteração em seu habitat (Foot & Hornung, 2005). Vários trabalhos têm demonstrado nos últimos anos uma preferência de algumas espécies de Odonata por determinados habitats (Steytler & Samways, 1995; Clark & Samways, 1996; Osborn & Samways, 1996; Bulánková, 1997; Osborn, 2005). Qualquer alteração no ecossistema de Odonata pode afetar diretamente a densidade e a diversidade das larvas e dos adultos (Watson et al 1982; Samways & Stetler, 1996; Chovanec & Raab, 1997; Stewart & Samways, 1998; Chovanec 2000; Chovanec & Waringer 2001). Os odonatos também mostraram-se importantes no monitoramento de áreas inundadas para a construção de reservatórios, pois

houve uma mudança na composição de espécies em função da mudança do habitat (Voshell & Simmons, 1978; Carle, 1979; Clark & Samways, 1996; Fulan et al., 2008) e reservas ambientais (Suh & Samways, 2005; Sato & Riddiford, 2007). Por outro lado, algumas espécies de Odonata podem ser extremamente resistentes a perturbações em seu habitat. Samways & Grant (2007) observaram uma grande tolerância de *Brachythemis leucosticta* (Burmeister, 1839) junto às macrófitas localizadas em áreas frequentadas por elefantes africanos e que estão constantemente submetidas ao pisoteio desses mamíferos. Portanto, Odonata constitui-se em um grupo com potencial uso em estudos ecológicos.

2.0. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, houve um aumento crescente de trabalhos envolvendo macrófitas (Chambers et al., 1991; Feldmann & Nöges, 2007; Chambers et al., 2008). Os principais objetivos desses estudos são voltados principalmente para a planta como taxa de crescimento (Aida et al., 2006), produção primária (Wetzel & Pickard, 1996), decomposição (Chimney & Pietro, 2006; Thullena et al., 2008) e potencial utilização na remoção de nutrientes da água. Sooknah & Wilkie (2004) registraram que 99,6% da amônia e 91,7% do nitrogênio total foram removidos da água contaminada por fertilizantes pela introdução de *Eichhornia crassipes*. Maltais-Landry et al. (2007) também observaram uma redução significativa na concentração de nitrogênio e fósforo na água após a introdução de *Typha latifolia*. Por outro lado, estudos sobre as comunidades de macroinvertebrados que vivem junto às plantas aquáticas são pouco frequentes (Parsons & Malthews, 1995; Wright et al., 2002; Ali et al., 2007). Grande parte dos macroinvertebrados são larvas de insetos imaturos que são de difícil identificação a nível específico em função da falta de conhecimento sobre os seus ciclos de vida (Costa et al., 2004; Costa et al., 2006). Devido à altíssima densidade e diversidade de macroinvertebrados registrados junto às macrófitas muitos pesquisadores têm priorizado o estudo de comunidades específicas como Chironomidae (Gonçalves et al., 2003) ou mesmo Odonata (Franco & Takeda, 2002).

Comparando duas lagoas marginais (Coqueiral e Camargo) ao Rio Panarapanema na zona de sua desembocadura na Represa de Jurumirim (São Paulo), ficou evidenciada uma clara preferência de larvas de Odonata por macrófitas em comparação com o sedimento. Davanso e Henry (2006) não registraram larvas de Odonata no sedimento das zonas litorâneas e profundas da Lagoa do Coqueiral. Entretanto, Fulan & Henry (2006) observaram doze gêneros de Odonata junto à *Eichhornia azurea* na Lagoa do Camargo, com altas densidades e riquezas de larvas na maior parte do ano de estudo. Além da dificuldade de identificação dos macroinvertebrados, a falta de padronização na metodologia de amostragem dos odonatos nas macrófitas é outro problema detectado nos estudos. Em plantas aquáticas, como *Eichhornia azurea* Kunth utiliza-se na amostragem a medição do comprimento do estolão da macrófita (Monkolski et al., 2005), o emprego de bandejas (Afonso, 2002), quadrados vazados (Moretti et al., 2003) ou mesmo puçás (Rocha-Ramirez et al., 2007) para estimar a densidade dos macroinvertebrados associados. Metodologias de amostragem distintas podem levar a interpretações errôneas ou distorcidas da realidade quando os dados são comparados.

As macrófitas constituem-se no compartimento do ambiente aquático com as maiores riquezas, diversidades e densidades (Petr, 1968; Benke, 1976, 1978; Corbet, 1983; De Marco Jr. & Latini, 1998). Os microhabitats formados pelas plantas aquáticas determinam uma estabilidade química e

física da água importante para o desenvolvimento de macroinvertebrados como larvas de Odonata (Corbet, 1999). Wilcock et al. (1999) observaram em um ecossistema lótico que junto às macrófitas a temperatura de superfície da água é de 1 a 5° C maior que em comparação ao leito do rio. Ainda, segundo os autores, a concentração de oxigênio dissolvido na água também é de 2 a 28 % maiores junto às plantas aquáticas quando comparadas às regiões mais profundas do rio. Temperaturas mais quentes e altas concentrações de oxigênio são condições ideais para o estabelecimento e desenvolvimento de larvas de Odonata (Corbet, 1999). Além da estabilidade química e física da água, as macrófitas proporcionam importantes refúgios para os macroinvertebrados (Wright et al., 2002; Chambers et al., 2008). Um dos principais predadores que vivem junto às macrófitas são as larvas de Odonata (Capitulo, 1992; Corbet, 1999). Apesar de serem vorazes predadores, as larvas de Odonata também podem utilizar as macrófitas como refúgios contra seus próprios predadores como Hemíptera e outras larvas de Odonata (Corbet, 1999).

A presença de macrófitas ocorre principalmente em locais protegidos do vento e com baixa velocidade de correnteza, por conseguinte, lagoas são locais ideais para sua proliferação (Lorenzi, 2000; Tipping et al., 2008). Entretanto, também podem estabelecer-se em zonas litorâneas de rios, como nas zonas de deposição. O Rio Paranapanema apresenta no seu trajeto grande diversidade de plantas. Na zona de desembocadura do Rio

Paranapanema na Represa de Jurumirim-SP, são observados com frequência *Echinochloa polystachya* Hitchcock, *Eichhornia azurea* Kunth, *Polygonum spectabile* Mart. e *Salvinia auriculata* Aublet. (Pompeo et al., 1999).

S. auriculata é um pteridófito da família Salviniaceae com origem no sul do Brasil e atualmente encontra-se distribuída em muitos países tropicais e sub-tropicais (Howard & Harley, 1998). Segundo os autores, A *Salvinia* apresenta três formas de colonização: primária ou invasora, secundária ou crescimento e terciária, na qual são formados extensos tapetes. *S. auriculata* apresenta um rizoma horizontal formado por uma colônia de ramos, os quais são formados por um inter-nó, nó, um par de folhas flutuantes e folhas modificadas que tem função semelhante a uma pequena raiz (Croxdale, 1978; 1979; 1981; Room, 1983). A *Salvinia* destaca-se dentre as plantas aquáticas pela sua alta taxa de crescimento (Doeleman, 1990). Devido a sua elevada taxa de crescimento, macrófitas como *Salvinia* podem reduzir a penetração de luz solar para o ecossistema aquático (Doeleman, 1990; Lorenzi, 2000). O déficit de luminosidade limita diretamente os organismos produtores planctônicos e consequentemente diminui a produção de matéria orgânica para toda a fauna aquática local em função da redução do processo fotossintético (Esteves, 1998). Além dos efeitos diretos no ecossistema, *Salvinia* pode também causar grandes prejuízos econômicos como reduzir o

funcionamento das turbinas de usinas hidrelétricas e limitar a prática de esportes náuticos (Lorenzi, 1991). Por ser uma macrófita frequente e abundante na zona de desembocadura do Rio Paranapanema-SP e estar presente em quatro ambientes distintos permitindo um estudo comparativo, *S. auriculata* foi escolhida como objeto de estudo.

3.0. HIPÓTESES

- Em ambientes próximos, porém com características limnológicas distintas, a distribuição e a composição de gêneros de Odonata possivelmente serão diferentes
- Em ecossistema lótico com forte ação antrópica durante seu curso, como lançamento de esgoto sem tratamento e atividades agropecuárias próximas às suas margens, os odonatos como possíveis indicadores de qualidade de ambiente, apresentariam menor densidade e riqueza, quando comparadas com curso de água pouco afetado por fontes pontuais e difusas
- Em ambiente lântico marginal, porém sem conexão com o rio, a densidade e a riqueza de odonatos deverão ser mais elevadas, visto menor quantidade de predadores de larvas de Odonata como peixes ou, mais baixas em um ambiente lacustre conectado, onde os predadores podem circular livremente e se alimentarem dos odonatos

4.0. OBJETIVOS

- Comparar simultaneamente, no período de março de 2006 a fevereiro de 2007, a distribuição de larvas de Odonata juntas à macrófita *Salvinia auriculata* em quatro ambientes com características limnológicas distintas: Rio Paranapanema, com elevada carga de sedimento; Rio Guareí, com forte ação antrópica; Lagoa dos Cavalos, ambiente isolado superficialmente do Rio Paranapanema e a Lagoa do Coqueiral, conectada permanentemente com o Rio Paranapanema.
- Comparar as características físicas e químicas das águas dos quatro ambientes e investigar seus efeitos sobre a possível variação sazonal nas densidades e riqueza de Odonata.
- Investigar a possível distribuição espacial das larvas de Odonata

5.0. MATERIAIS E MÉTODOS

5.1. ÁREA ESTUDADA

A região estudada está localizada na zona de desembocadura da Represa de Jurumirim- SP. A Represa de Jurumirim é formada pela junção dos Rios Taquari e Paranapanema e o espelho d'água forma uma área estimada em 485 Km². O Rio Paranapanema contribui com uma carga de aproximadamente 550 toneladas ao dia de sólidos suspensos para a Represa de Jurumirim (Henry & Nogueira, 1999). A presença de macrófitas no Rio Paranapanema e nas suas lagoas marginais é extremamente importante na redução do aporte de material alóctone que chega até a Represa de Jurumirim (Henry & Nogueira, 1999). As macrófitas, além de reduzir a quantidade de sedimento trazido pelo Rio Paranapanema, também diminuem o influxo lateral de sedimento nas lagoas marginais ao rio, como a Lagoa do Coqueiral (Henry, 2009).

Uma das lagoas selecionadas para o estudo, a Lagoa do Coqueiral, apresenta elevada conectividade com o Rio Paranapanema, exceto em seca severa como a que ocorreu em 1999 que isolou completamente a lagoa do rio (Henry et al., 2005). Diferentemente da Lagoa do Coqueiral, a Lagoa dos Cavalos, outro ambiente escolhido, é isolada do Rio Paranapanema e só mostra conexão superficial com o rio em episódios de pulsos de inundação extraordinários como ocorreram em fevereiro de 1997 e de 2004 (Panarelli et al., 2008). Apesar de desconectada com o rio, um fluxo subterrâneo foi

registrado na Lagoa dos Cavalos no sentido lateral (rio-lagoa e lagoa-rio) na dependência da variabilidade anual dos níveis hidrométricos do Rio Paranapanema (Carmo, 2007).

O Rio Paranapanema antes de desembocar na Represa de Jurumirim ainda recebe uma contribuição importante do Rio Guareí. Este rio com 65 quilômetros de extensão tem sua nascente no município de Guareí passando pelo de Angatuba, e recebe um grande aporte de nutrientes provenientes de esgotos (principalmente da cidade de Guareí) e de atividades agropecuárias de sua bacia de drenagem, antes de desembocar no Rio Paranapanema.

Dentre todas as macrófitas presentes na zona de desembocadura da Represa de Jurumirim, *Salvinia auriculata* foi a espécie escolhida como objeto de estudo por apresentar uma ampla distribuição nos quatro ambientes selecionados: Rios Paranapanema e Guareí e Lagoas dos Cavalos e Coqueiral (Figura 1).

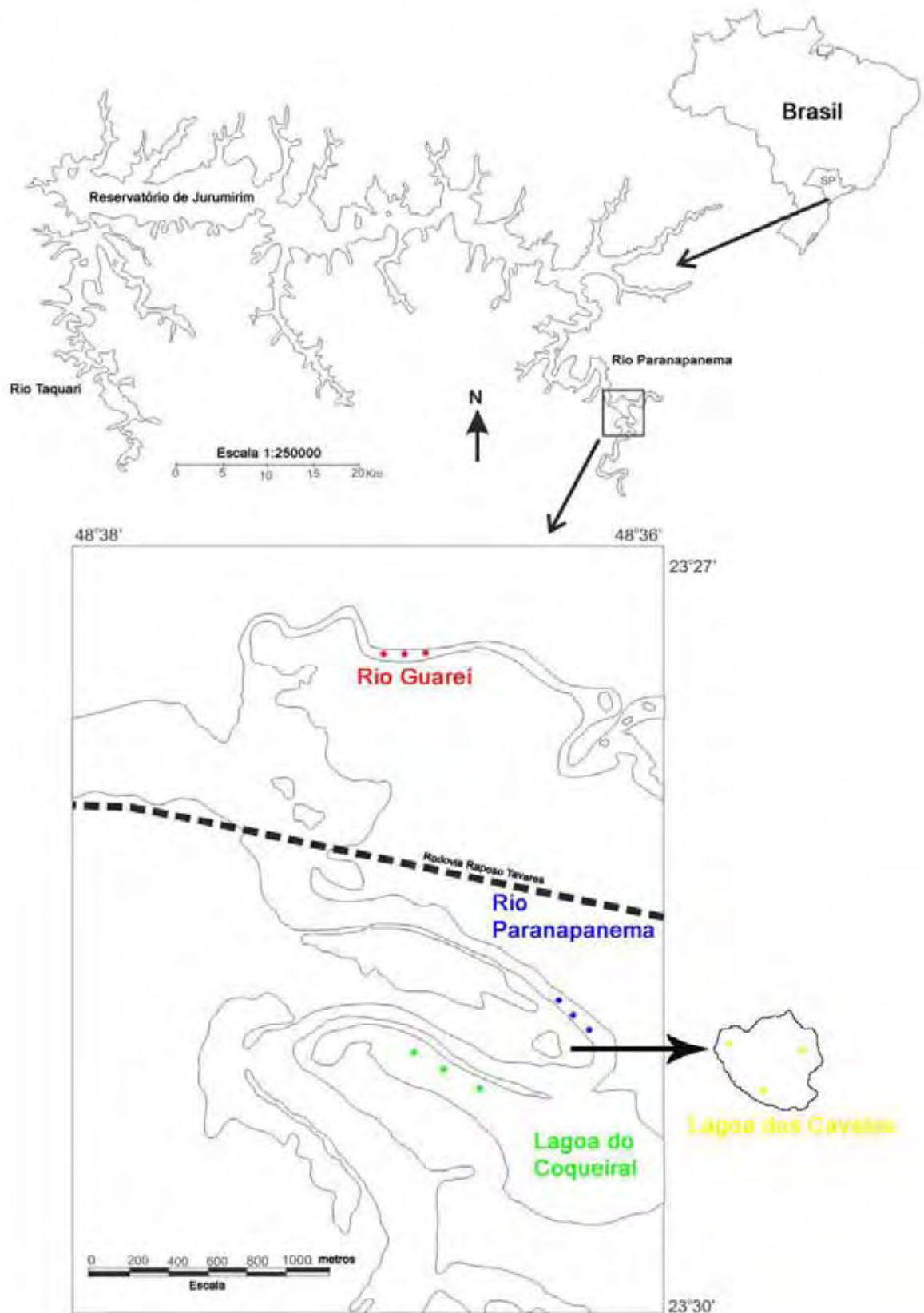


Figura 1: Zona de desembocadura do Rio Paranapanema e localização dos bancos de *S. auriculata* nos quatro ambientes estudados: Rio Guareí (vermelho), Rio Paranapanema (azul), Lagoa dos Cavalos (amarelo) e Lagoa do Coqueiral (verde)

5.2. PROCEDIMENTOS DE CAMPO

A amostragem da macrófita foi realizada com auxílio de um puçá com abertura em formato circular (raio = 0,15 m) de 0,07 m² de área ($\pi \times \text{raio}^2$) acoplado a uma rede de fundo cego de malha 0,25 mm. O puçá foi cuidadosamente inserido sob o banco da macrófita e todas as plantas contidas em sua área de 0,07 m² foram removidas e colocadas em sacos plásticos de aproximadamente 0,50 m² com uma pequena quantidade de água local para evitar o ressecamento. Após a amostragem da macrófita, foi medida a temperatura do ar com um termômetro de álcool, a temperatura de superfície da água com um termistor (Toho Dentan – ET 3) e a profundidade com o cabo graduado do termistor. Para a amostragem do oxigênio foi utilizado um frasco de vidro de cor âmbar com volume conhecido que foi cuidadosamente preenchido com a água do local onde foi amostrada a planta. No frasco de oxigênio foram adicionados dois fixadores: primeiramente 2 ml de sulfato manganoso e em seguida 2 ml de uma solução constituída por azida sódica, hidróxido de sódio e iodeto de potássio. Para a determinação do pH, condutividade e material em suspensão, um galão de 5 litros foi preenchido com água local e levado ao laboratório.

5.3. PROCEDIMENTOS DE LABORATÓRIO

A) REMOÇÃO DOS MACROINVERTEBRADOS

O saco plástico contendo a macrófita foi levado ao laboratório e o excesso de água removido passando o conteúdo do saco em uma peneira de formato circular de 0,25 mm de malha. Após a retirada do excesso de água, as plantas foram mergulhadas consecutivamente em três baldes: o primeiro contendo 5 litros de solução de formol a 8 %, o segundo com 5 litros de solução de formol a 4 % e o terceiro contendo 5 litros de água (Afonso, 2002). Após executar a “lavagem” pelo último balde, a planta foi seca a temperatura ambiente para remoção do excesso de água. Após a secagem inicial, a planta foi acondicionada em saco de papel seguindo-se o procedimento abaixo descrito (procedimento B). O conteúdo dos três baldes foi filtrado em uma peneira de 0,25 mm e o material retido foi transferido em pote cilíndrico de plástico (653 cm³) com adição de álcool 70% até a cobertura total da amostra.

B) OBTENÇÃO DO PESO SECO DA MACRÓFITA

Sacos de papel foram previamente pesados, antes da inserção das plantas no seu interior. A seguir, foram levados em estufa e secas em temperatura controlada de 60°C. Os sacos contendo as plantas foram pesados diariamente até obtenção de peso constante.

C) DETERMINAÇÃO DAS VARIÁVEIS AMBIENTAIS

Para obtenção dos valores do pH, da condutividade elétrica e do material em suspensão, foi utilizada água contida em galão de 5 litros amostrada junto ao banco da macrófita.

D) pH

A determinação do pH foi realizada por um pHmetro Micronal B380.

E) CONDUTIVIDADE ELÉTRICA

A condutividade elétrica ($\mu\text{S.cm}^{-1}$) foi determinada com uso de um condutivímetro HACH-2511 com compensação linear para a temperatura de 25°C.

F) MATERIAL EM SUSPENSÃO

A determinação do material em suspensão foi feita pelo método gravimétrico, descrito por Teixeira e Kutner (1962).

G) OXIGÊNIO DISSOLVIDO

A determinação do oxigênio dissolvido seguiu o método de Winkler descrito por Golterman et al (1978).

H) PRECIPITAÇÃO

Os dados de precipitação foram obtidos na Estação Pluviométrica E5-017 (23°29'S, 48°25'O) do Departamento de Águas e Energia Elétrica (D.A.E.E.) em Angatuba-SP.

5.4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

A) ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os dados brutos obtidos neste trabalho foram transformados ($\log x + 1$) e sua normalidade testada (Shapiro-Wilk) no programa Statistic versão 6.0 (Statsoft, 2000). Após a confirmação de que os dados eram normais, foram realizadas as análises de componentes principais (ACP) e de correspondência canônica (ACC) no programa Canoco for Windos 4.5 (Ter Braak & Smilauer, 2002).

A.1) ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS (ACP)

A ACP foi utilizada com todas as variáveis ambientais disponíveis com o objetivo de distinguir eventual variação sazonal nos Rios Paranapanema e Guareí e nas Lagoas dos Cavalos e Coqueiral. A ACP permite calcular componentes principais que possuem as informações das variáveis. Após a logaritmização dos resultados, foram calculados os coeficientes de correlação. A soma dos coeficientes de correlação ao

quadrado mostrou as variâncias dos dados explicadas em cada componente principal que posteriormente foram plotadas em um gráfico tipo “biplot”.

A.2) ANÁLISE DE CORRESPONDÊNCIA CANÔNICA (ACC)

Para a correlação de todos os macroinvertebrados com as variáveis ambientais foi realizada uma ACC. Foram construídos gráficos tipo “biplot” em cada ambiente estudado. Os comprimentos das setas das variáveis ambientais indicam a intensidade dos padrões de variação na composição das espécies.

A.3) ANÁLISE DE VARIÂNCIA (ANOVA)

Uma análise de variância (ANOVA) foi realizada para verificar se as diferenças nas densidades dos macroinvertebrados eram significativas ($p < 0,05$) entre os ambientes analisados: Rios Paranapanema e Guareí e Lagoas dos Cavalos e Coqueiral. Para os cálculos, foi utilizado o programa Statistic versão 6.0 (Statsoft, 2000).

A.4) CORRELAÇÃO DE SPEARMAN

Correlações de Spearman utilizando o programa Statistic versão 6.0 (Statsoft, 2000) foram feitas entre as densidades de todos os macroinvertebrados amostrados.

B) ÍNDICE DE DIVERSIDADE E EQUIDADE

Para o cálculo da diversidade, foi utilizado o Índice de Shannon-Wiener do programa Krebs/Win, versão 0.9 (Shannon & Weaver, 1963). A fórmula utilizada para o cálculo está apresentada abaixo:

$$H' = -\sum p_i \times \log_2 p_i$$

onde:

H' = Índice de Shannon-Wiener

$$p_i = \frac{\text{Número de indivíduos da espécie } i}{\text{número total de indivíduos}}$$

Para o cálculo da Equidade utilizou-se a fórmula:

$$E = \frac{H'}{\log_2 S}$$

onde:

E = Equidade

H' = Índice de Shannon-Wiener

S = Número total de espécies

6.0. RESULTADOS

Durante todo o ano de estudo (março de 2006 a fevereiro de 2007), foram identificados 125093 macroinvertebrados associados à *S. auriculata* nos Rios Paranapanema e Guareí e nas Lagoas dos Cavalos e Coqueiral.

Registramos para os Rios Paranapanema e Guareí, respectivamente, 20431 e 31443 macroinvertebrados de março de 2006 a fevereiro de 2007. No mesmo período, obtivemos nas Lagoas dos Cavalos e Coqueiral, respectivamente, 39311 e 33908 macroinvertebrados.

Calopterygidae foi amostrada somente no Rio Paranapanema e nos meses de março, abril e junho de 2006 (Tabela I). *Coryphaeschna* foi registrado somente nos Rios Paranapanema (março, abril e junho de 2006) e Guareí (junho e julho de 2006) e na Lagoa do Coqueiral (abril, maio e junho de 2006) (Tabelas I, II e IV). *Erythemis* e *Telebasis* foram observados em todos os meses nos Rios Guareí e Paranapanema. *Telebasis* e *Myathyria marcella* também foram registrados em todo o ano deste estudo na Lagoa dos Cavalos (Tabela III) e no Rio Guareí, respectivamente.

Exceto em março, junho, julho e novembro de 2006 quando Chironomidae apresentou maiores densidades, nos demais meses Oligochaeta foi o táxon com a maior densidade no Rio Paranapanema (Tabela V). No Rio Guareí, Oligochaeta mostrou maior densidade em

praticamente todos os meses de amostragem deste estudo (Tabela VI). Ceratopogonidae mostrou maior densidade nos meses de julho e agosto de 2006 e Ostracoda nos meses de dezembro de 2006 e fevereiro de 2007 na Lagoa dos Cavalos (Tabela VII). Na Lagoa Coqueiral, no período de maio a novembro de 2006, houve elevada densidade de Chironomidae (Tabela VIII).

Tabela I. Densidade média (ind.m ⁻²) de larvas de Odonata (negrito) e desvio padrão (parênteses) amostradas junto à <i>S. auriculata</i> no Rio Paranapanema no período de março de 2006 a fevereiro de 2007											
Táxon	Mar/06	Abr/06	Mai/06	Jun/06	Jul/06	Ago/06	Set/06	Out/06	Nov/06	Dez/06	Fev/07
Odonata											
Anisoptera											
Aeshnidae											
<i>Coryphaeschna</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	5 (8)	0 (0)
Calopterygidae	5 (8)	5 (8)	0 (0)	5 (8)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Gomphidae											
<i>Neogomphus</i>	0 (0)	10 (16)	5 (8)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	5 (8)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	29 (49)
Libellulidae											
<i>Erythemis</i>	19 (33)	233 (190)	86 (94)	43 (43)	19 (16)	10 (16)	24 (22)	124 (93)	52 (30)	86 (103)	210 (241)
<i>Erythrodiplax</i>	5 (8)	14 (14)	5 (8)	0 (0)	14 (14)	0 (0)	0 (0)	62 (107)	24 (22)	5 (8)	10 (16)
<i>Myathyria marcella</i> (Selys, 1857)	24 (41)	19 (33)	5 (8)	14 (25)	0 (0)	14 (14)	14 (14)	48 (50)	19 (33)	10 (8)	19 (33)
Zygoptera											
Coenagrionidae											
<i>Acanthagrion</i>	5 (8)	0 (0)	14 (25)	0 (0)	0 (0)	10 (16)	19 (8)	5 (8)	52 (91)	0 (0)	5 (8)
<i>Cyanallagma</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	10 (16)	5 (8)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
<i>Oxyagrion</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	5 (8)	0 (0)	0 (0)	5 (8)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
<i>Telebasis</i>	167 (289)	381 (233)	90 (101)	81 (105)	157 (52)	95 (105)	71 (74)	314 (208)	490 (597)	576 (329)	281 (198)
											219 (318)

Tabela II. Densidade média (ind.m ⁻²) de larvas de Odonata (negrito) e desvio padrão (parênteses) amostradas junto à <i>S. auriculata</i> no Rio Guareí no período de março de 2006 a fevereiro de 2007												
* Ausência da macrofita												
Táxon	Mar/06	Abr/06	Mai/06	Jun/06	Jul/06	Ago/06	Set/06	Out/06	Nov/06	Dez/06	*Jan/07	*Fev/07
Odonata												
Anisoptera												
Aeshnidae												
<i>Coryphaeschna</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	5 (8)	5 (8)	0 (0)	0 (0)	10 (16)	0 (0)	0 (0)	-	-
Libellulidae												
<i>Erythemis</i>	38 (36)	33 (8)	38 (41)	38 (36)	114 (103)	14 (25)	24 (22)	33 (30)	257 (244)	24 (30)	-	-
<i>Erythrodiplax</i>	0 (0)	19 (8)	10 (8)	24 (22)	43 (62)	5 (8)	24 (22)	0 (0)	0 (0)	38 (41)	-	-
<i>Myathyria marcella</i> (Selys, 1857)	19 (16)	19 (16)	24 (8)	76 (46)	124 (103)	43 (25)	48 (59)	33 (30)	52 (44)	10 (8)	-	-
<i>Micrathyria</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	5 (0)	29 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	-	-
Zygoptera												
Coenagrionidae												
<i>Acanthagrion</i>	0 (0)	0 (0)	10 (8)	29 (0)	105 (107)	76 (97)	29 (38)	5 (8)	33 (30)	24 (41)	-	-
<i>Cyanallagma</i>	24 (41)	5 (8)	0 (0)	14 (25)	67 (58)	0 (0)	14 (25)	14 (14)	143 (168)	167 (241)	-	-
<i>Telebasis</i>	62 (54)	86 (52)	57 (52)	57 (29)	86 (76)	152 (95)	81 (70)	5 (8)	62 (50)	257 (65)	-	-

Tabela III. Densidade média (ind.m ⁻²) de larvas de Odonata (negrito) e desvio padrão (parênteses) amostradas junto à <i>S. auriculata</i> na Lagoa dos Cavalos no período de março de 2006 a fevereiro de 2007												
Táxon	Mar/06	Abr/06	Mai/06	Jun/06	Jul/06	Ago/06	Set/06	Out/06	Nov/06	Dez/06	Jan/07	Fev/07
Odonata												
Anisoptera												
Libellulidae												
<i>Erythemis</i>	490 (573)	0 (0)	76 (132)	86 (52)	148 (59)	95 (50)	10 (16)	24 (30)	138 (81)	381 (448)	148 (149)	95 (140)
<i>Erythrodiplax</i>	14 (25)	10 (16)	0 (0)	19 (22)	43 (74)	43 (43)	10 (8)	5 (8)	19 (22)	14 (25)	0 (0)	5 (8)
<i>Myathyria marcella</i> (Selys, 1857)	14 (14)	0 (0)	5 (8)	5 (8)	14 (25)	19 (33)	5 (8)	5 (8)	10 (16)	0 (0)	10 (8)	19 (22)
<i>Micrathyria</i>	14 (14)	5 (8)	10 (8)	10 (8)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	5 (8)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Zygoptera												
Coenagrionidae												
<i>Acanthagrion</i>	10 (16)	10 (16)	14 (14)	43 (38)	38 (36)	10 (16)	86 (148)	48 (8)	148 (87)	219 (198)	10 (8)	14 (14)
<i>Cyanallagma</i>	71 (62)	5 (8)	24 (30)	95 (70)	52 (46)	5 (8)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	110 (82)	19 (33)
<i>Oxyagrion</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	10 (16)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
<i>Telebasis</i>	90 (58)	19 (33)	62 (30)	143 (100)	271 (38)	252 (150)	52 (68)	590 (713)	329 (138)	305 (444)	186 (141)	205 (58)

Tabela IV. Densidade média (ind.m ⁻²) de larvas de Odonata (negrito) e desvio padrão (parênteses) amostradas junto à <i>S. auriculata</i> na Lagoa do Coqueiral no período de março de 2006 a fevereiro de 2007												
Táxon	Mar/06	Abr/06	Mai/06	Jun/06	Jul/06	Ago/06	Set/06	Out/06	Nov/06	Dez/06	Jan/07	Fev/07
Odonata												
Anisoptera												
Aeshnidae												
<i>Coryphaeschna</i>	0 (0)	24 (30)	10 (8)	14 (14)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Libellulidae												
<i>Erythemis</i>	214 (273)	200 (287)	176 (172)	67 (16)	29 (14)	81 (41)	52 (79)	43 (38)	43 (40)	0 (0)	14 (20)	719 (1184)
<i>Erythrodiplax</i>	10 (8)	24 (22)	52 (33)	33 (16)	10 (16)	81 (128)	0 (0)	0 (0)	14 (20)	0 (0)	0 (0)	10 (8)
<i>Myathyria marcella</i> (Selys, 1857)	38 (36)	48 (36)	119 (44)	167 (73)	48 (30)	19 (16)	24 (22)	24 (22)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
<i>Microthyria</i>	52 (22)	95 (68)	38 (30)	90 (64)	10 (8)	57 (38)	5 (8)	14 (25)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Zygoptera												
Coenagrionidae												
<i>Acanthagrion</i>	0 (0)	38 (54)	33 (58)	5 (8)	5 (8)	0 (0)	0 (0)	10 (16)	7 (10)	0 (0)	0 (0)	5 (8)
<i>Cyanallagma</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	5 (8)	5 (8)	0 (0)	0 (0)	248 (101)	207 (10)	0 (0)	0 (0)	14 (25)
<i>Homeoura</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	5 (8)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
<i>Leptagrion</i>	0 (0)	5 (8)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
<i>Oxyagrion</i>	0 (0)	0 (0)	5 (8)	10 (8)	0 (0)	5 (8)	19 (16)	67 (64)	114 (121)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
<i>Telebasis</i>	57 (74)	238 (194)	129 (62)	81 (70)	190 (125)	176 (73)	181 (30)	181 (22)	464 (10)	0 (0)	264 (212)	114 (62)

Tabela V. Densidade média (ind.m⁻²) dos demais macroinvertebrados (negrito) e desvio padrão (parênteses) amostrados junto à *S. auriculata* no Rio Parapanema no período de março de 2006 a fevereiro de 2007

Táxon	Mar/06	Abr/06	Mai/06	Jun/06	Jul/06	Ago/06	Set/06	Out/06	Nov/06	Dez/06	Jan/07	Fev/07
Annelida												
Oligochaeta	314 (229)	5438 (2622)	2290 (3226)	1090 (745)	467 (470)	1157 (114)	3214 (489)	6805 (5188)	614 (521)	11619 (15899)	2957 (1625)	4238 (1944)
Crustácea												
Ostracoda	407 (150)	2476 (1650)	843 (425)	552 (870)	95 (82)	107 (21)	452 (363)	571 (216)	200 (112)	471 (244)	443 (300)	1914 (2512)
Insecta												
Coleoptera	36 (36)	429 (421)	352 (475)	557 (460)	438 (594)	143 (71)	357 (408)	448 (615)	281 (254)	1519 (1260)	1038 (195)	376 (294)
Diptera												
Ceratopogonidae	0 (0)	186 (125)	57 (76)	276 (243)	181 (157)	236 (107)	271 (89)	429 (470)	276 (128)	1557 (1243)	695 (279)	310 (351)
Chironomidae	1800 (371)	3090 (1979)	1614 (2214)	2400 (1971)	1981 (1367)	264 (150)	1033 (288)	1248 (658)	905 (722)	3838 (2524)	1119 (595)	2500 (1227)
Culicidae	379 (279)	581 (281)	110 (123)	10 (16)	33 (22)	0 (0)	871 (794)	338 (443)	229 (236)	3705 (6256)	129 (99)	143 (223)
Pupa	0 (0)	57 (76)	19 (33)	29 (29)	19 (33)	0 (0)	71 (62)	14 (25)	62 (84)	71 (14)	86 (43)	76 (44)
Ephemeroptera	143 (143)	452 (451)	171 (179)	138 (120)	405 (257)	129 (100)	105 (92)	367 (302)	190 (209)	267 (151)	105 (181)	1924 (1528)
Hemíptera	21 (21)	14 (14)	24 (30)	14 (25)	10 (8)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	38 (66)	24 (22)	14 (25)
Orthoptera	14 (14)	29 (25)	5 (8)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	14 (25)	5 (8)	0 (0)	29 (38)	33 (16)	29 (14)
Mollusca												
Gastropoda	29 (29)	38 (66)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	7 (7)	10 (8)	10 (16)	5 (8)	10 (8)	19 (22)	0 (0)

Tabela VI. Densidade média (ind.m⁻²) dos demais macroinvertebrados (negrito) e desvio padrão (parênteses) amostrados junto à *S. auriculata* no Rio Guareí no período de março de 2006 a fevereiro de 2007
*** Ausência da macrofita**

Táxon	Mar/06	Abr/06	Mai/06	Jun/06	Jul/06	Ago/06	Set/06	Out/06	Nov/06	Dez/06	*Jan/07	*Fev/07
Annelida												
Oligochaeta	11005 (5999)	4367 (3140)	4610 (4309)	3538 (2843)	819 (276)	3614 (3166)	13443 (19266)	13538 (11157)	11933 (11713)	7107 (6864)	-	-
Crustácea												
Ostracoda	4871 (2227)	2414 (2521)	214 (189)	143 (14)	0 (0)	129 (165)	576 (471)	1214 (725)	2467 (4076)	1357 (786)	-	-
Insecta												
Coleoptera	143 (159)	48 (22)	62 (64)	95 (91)	1181 (803)	1062 (1654)	1781 (1316)	905 (719)	490 (415)	821 (736)	-	-
Diptera												
Ceratopogonidae	343 (100)	171 (65)	171 (165)	238 (157)	690 (686)	114 (114)	148 (30)	143 (100)	143 (117)	464 (464)	-	-
Chironomidae	2471 (1115)	1462 (1300)	1600 (668)	1705 (824)	9524 (8549)	3352 (2750)	9900 (7318)	4138 (3986)	2443 (3194)	1921 (1750)	-	-
Culicidae	376 (132)	657 (510)	662 (546)	895 (459)	1905 (1334)	343 (569)	257 (155)	110 (68)	348 (297)	164 (136)	-	-
Pupa	67 (59)	81 (44)	24 (41)	19 (33)	76 (79)	57 (76)	67 (58)	71 (38)	29 (38)	36 (36)	-	-
Ephemeroptera	386 (289)	229 (187)	957 (1239)	324 (242)	290 (335)	114 (87)	719 (535)	1076 (935)	719 (605)	157 (86)	-	-
Hemíptera	14 (25)	10 (16)	0 (0)	5 (8)	0 (0)	19 (22)	29 (49)	162 (197)	14 (14)	21 (21)	-	-
Orthoptera	5 (8)	10 (16)	57 (74)	33 (22)	14 (14)	10 (16)	0 (0)	0 (0)	5 (8)	7 (7)	-	-
Mollusca												
Gastropoda	52 (68)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	10 (16)	0 (0)	0 (0)	10 (16)	0 (0)	0 (0)	-	-

Tabela VII. Densidade média (ind.m ⁻²) dos demais macroinvertebrados (negrito) e desvio padrão (parênteses) amostrados junto à <i>S. auriculata</i> na Lagoa dos Cavalos no período de março de 2006 a fevereiro de 2007												
Táxon	Mar/06	Abr/06	Mai/06	Jun/06	Jul/06	Ago/06	Set/06	Out/06	Nov/06	Dez/06	Jan/07	Fev/07
Annelida												
Oligochaeta	10300 (4310)	1733 (764)	3486 (2530)	5338 (1933)	4586 (3537)	2014 (1980)	2105 (1574)	2205 (3213)	2476 (1580)	6857 (7401)	7457 (8782)	2276 (2138)
Crustácea												
Ostracoda	3157 (2829)	581 (367)	1276 (1886)	1481 (782)	343 (86)	43 (38)	71 (99)	90 (97)	1767 (1611)	7871 (10653)	4833 (4954)	4410 (2408)
Insecta												
Coleoptera	367 (244)	157 (99)	357 (520)	438 (328)	743 (627)	852 (487)	714 (271)	814 (451)	633 (321)	938 (765)	471 (524)	119 (132)
Diptera												
Ceratopogonidae	1319 (420)	710 (70)	2805 (3012)	3376 (1544)	9286 (7177)	7614 (6481)	762 (252)	3171 (2053)	1448 (572)	2567 (2023)	1762 (1369)	776 (223)
Chironomidae	10171 (1789)	1910 (315)	2852 (1553)	3952 (2135)	4095 (2571)	5100 (3742)	2067 (1606)	5519 (7175)	3433 (1748)	2314 (1881)	1438 (1057)	976 (335)
Culicidae	638 (363)	210 (170)	1348 (1434)	738 (170)	3076 (3203)	1100 (794)	1471 (1259)	800 (430)	95 (36)	386 (304)	2114 (2025)	981 (405)
Pupa	57 (49)	10 (8)	10 (16)	57 (25)	43 (14)	129 (94)	157 (100)	262 (193)	162 (79)	300 (62)	119 (170)	157 (113)
Ephemeroptera	81 (92)	38 (30)	305 (288)	310 (70)	633 (589)	171 (236)	233 (297)	300 (421)	686 (427)	448 (454)	186 (186)	138 (8)
Hemiptera	95 (115)	29 (38)	76 (97)	48 (50)	71 (52)	43 (74)	24 (30)	76 (97)	86 (49)	162 (268)	48 (70)	33 (46)
Orthoptera	5 (8)	0 (0)	24 (22)	0 (0)	10 (8)	0 (0)	0 (0)	10 (8)	0 (0)	0 (0)	5 (8)	0 (0)
Mollusca												
Gastropoda	24 (22)	5 (8)	5 (8)	10 (16)	5 (8)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	5 (8)	0 (0)	5 (8)	0 (0)

Tabela VIII. Densidade média (ind.m ⁻²) dos demais macroinvertebrados (negrito) e desvio padrão (parênteses) amostrados junto à <i>S. auriculata</i> na Lagoa do Coqueiral no período de março de 2006 a fevereiro de 2007												
Taxon	Mar/06	Abr/06	Mai/06	Jun/06	Jul/06	Ago/06	Set/06	Out/06	Nov/06	Dez/06	Jan/07	Fev/07
Annelida												
Oligochaeta	1814 (1389)	7400 (5986)	2371 (2304)	3595 (2724)	1105 (1384)	3905 (5511)	714 (400)	2271 (371)	1829 (1091)	6664 (4758)	8150 (6960)	24757 (24718)
Crustácea												
Ostracoda	1057 (1129)	4233 (3806)	2829 (2396)	3914 (5384)	148 (130)	1324 (338)	643 (429)	4393 (3307)	6657 (1071)	171 (141)	164 (111)	2643 (2797)
Insecta												
Coleoptera	10 (16)	400 (422)	81 (50)	510 (302)	200 (99)	981 (739)	586 (314)	843 (371)	593 (394)	1357 (525)	621 (313)	100 (76)
Diptera												
Ceratopogonidae	248 (95)	538 (569)	733 (322)	1871 (803)	500 (563)	405 (317)	279 (50)	1386 (414)	921 (596)	3179 (1950)	3064 (515)	1567 (1599)
Chironomidae	1148 (538)	3600 (3383)	2724 (1022)	5595 (2192)	1905 (1956)	4681 (5801)	4267 (2065)	9400 (1357)	7086 (5556)	1121 (717)	1171 (1253)	6767 (5143)
Culicidae	129 (136)	371 (481)	24 (22)	343 (354)	119 (125)	76 (84)	7 (7)	136 (136)	21 (30)	7 (10)	786 (646)	1605 (2374)
Pupa	71 (124)	62 (84)	43 (29)	57 (57)	29 (25)	176 (166)	143 (29)	207 (93)	57 (20)	100 (141)	21 (10)	543 (614)
Ephemeroptera	67 (72)	133 (206)	76 (120)	76 (41)	71 (112)	167 (203)	336 (250)	129 (0)	57 (40)	71 (81)	64 (30)	95 (68)
Hemíptera	76 (107)	67 (36)	14 (25)	62 (58)	43 (29)	214 (187)	43 (0)	271 (157)	93 (71)	93 (71)	50 (10)	86 (136)
Orthoptera	5 (8)	0 (0)	14 (25)	19 (8)	10 (8)	10 (8)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	14 (20)	14 (20)	10 (16)
Mollusca												
Gastropoda	0 (0)	24 (41)	19 (33)	10 (16)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)

No Rio Paranapanema apenas nos meses de agosto, setembro e outubro de 2006 Insecta apresentou uma contribuição menor que 50% da abundância total dos macroinvertebrados capturados. Nos demais meses, foi a classe dominante (Figura 2). Na Figura 3, podemos notar que a contribuição de Insecta no Rio Guareí foi menor que 50% nos meses de março, maio, outubro, novembro e dezembro de 2006 (Figura 3).

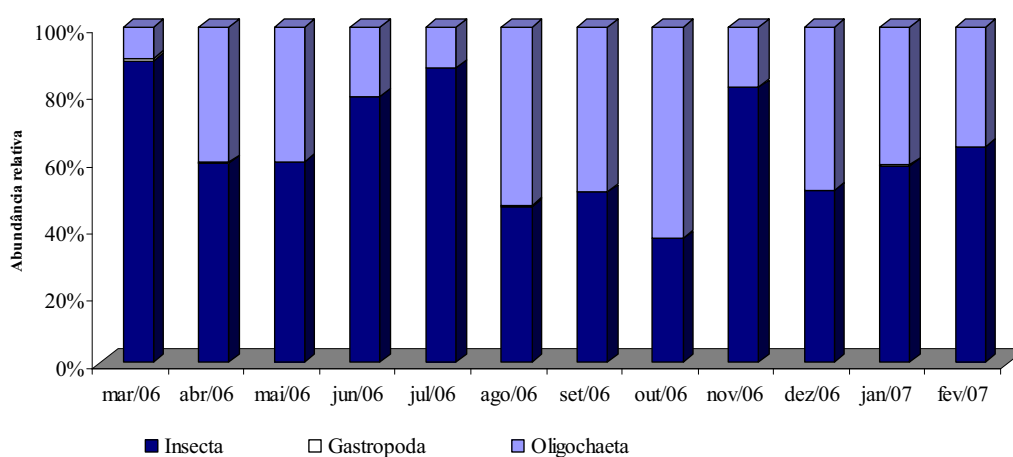


Figura 2: Abundância relativa dos macroinvertebrados amostrados junto à macrófita no Rio Paranapanema no período de março de 2006 a fevereiro de 2007

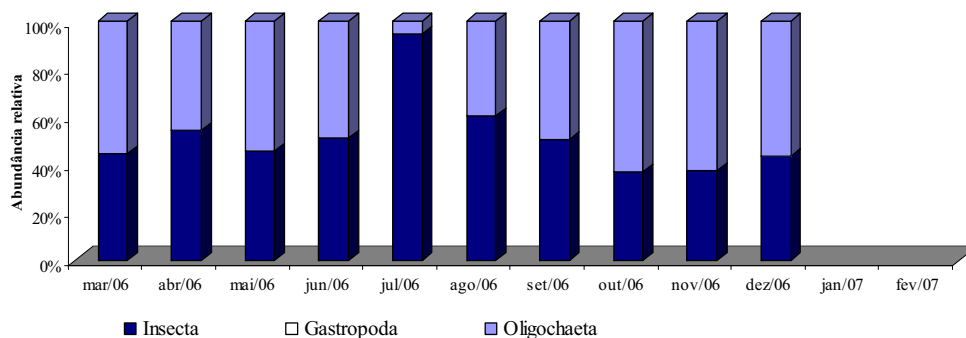


Figura 3: Abundância relativa dos macroinvertebrados amostrados junto à macrófita no Rio Guareí no período de março de 2006 a fevereiro de 2007

Nas Lagoas dos Cavalos e Coqueiral, Insecta contribuiu com mais de 60% dos macroinvertebrados, exceto nos meses de dezembro de 2006 a fevereiro de 2007 na Lagoa do Coqueiral (Figuras 4 e 5).

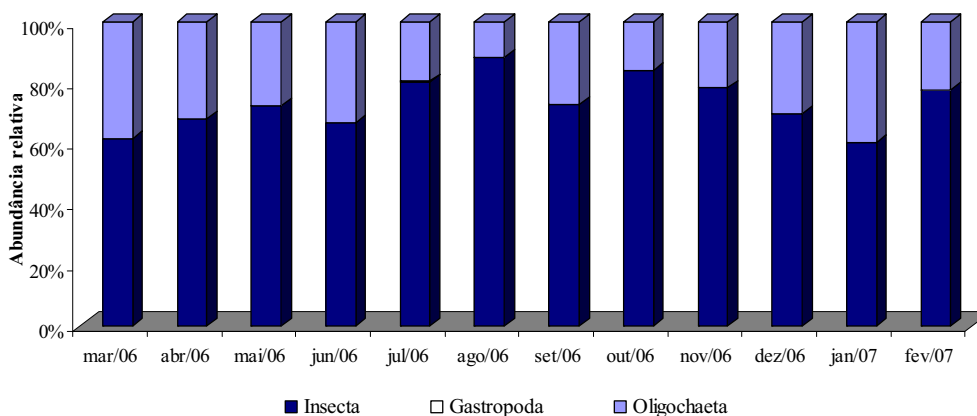


Figura 4: Abundância relativa dos macroinvertebrados amostrados junto à macrófita na Lagoa dos Cavalos no período de março de 2006 a fevereiro de 2007

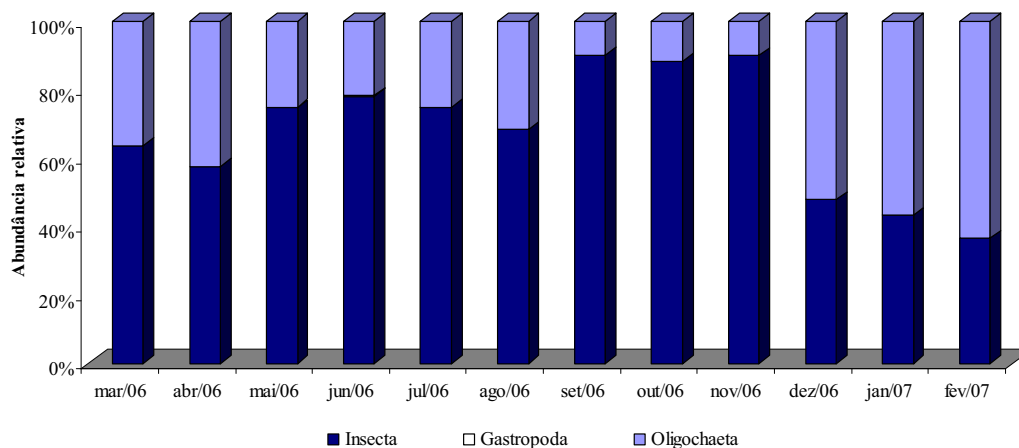


Figura 5: Abundância relativa dos macroinvertebrados amostrados junto à macrófita na Lagoa do Coqueiral no período de março de 2006 a fevereiro de 2007

Cinco famílias de Odonata (Aeshnidae, Calopterygidae, Coenagrionidae, Gomphidae e Libellulidae) foram observadas no Rio Paranapanema no período de março de 2006 a fevereiro de 2007. Houve um predomínio da família Coenagrionidae em todos os meses de amostragem (Figura 6).

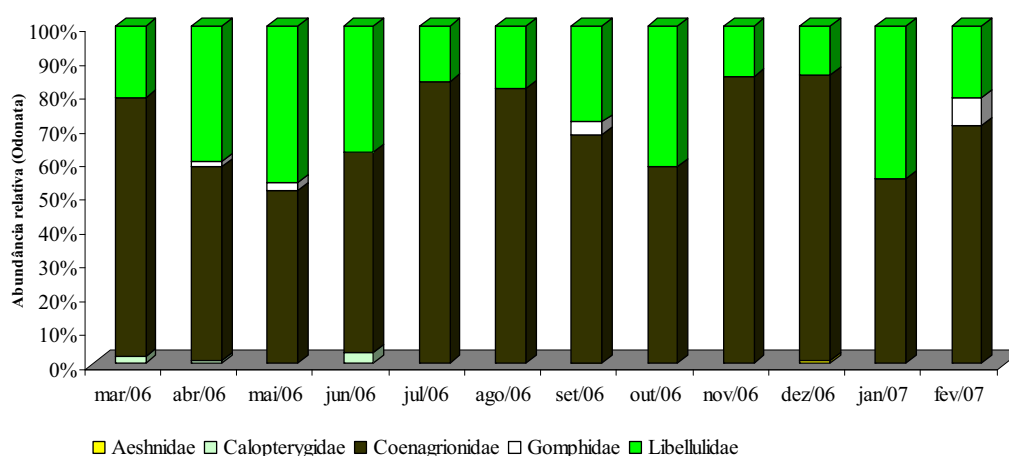


Figura 6: Abundância relativa das famílias de Odonata amostradas junto à macrófita no Rio Paranapanema no período de março de 2006 a fevereiro de 2007

Aeshnidae, Coenagrionidae e Libellulidae foram observadas no Rio Guareí. Nos meses de maio, junho, julho, outubro e novembro de 2006 Libellulidae apresentou a maior contribuição dentre as larvas de Odonata identificadas, exceto em agosto e dezembro de 2006 (Figura 7).

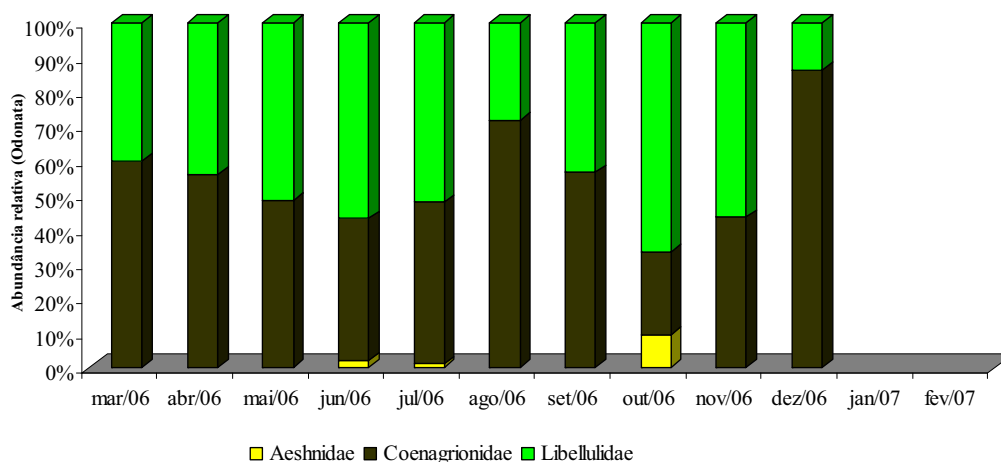


Figura 7: Abundância relativa das famílias de Odonata amostradas junto à macrófita no Rio Guareí no período de março de 2006 a fevereiro de 2007

Exceto em março de 2006, Libellulidae apresentou na lagoa dos cavalos, maior contribuição dentre as larvas de Odonata; nos demais meses Coenagrionidae foi predominante (Figura 8).

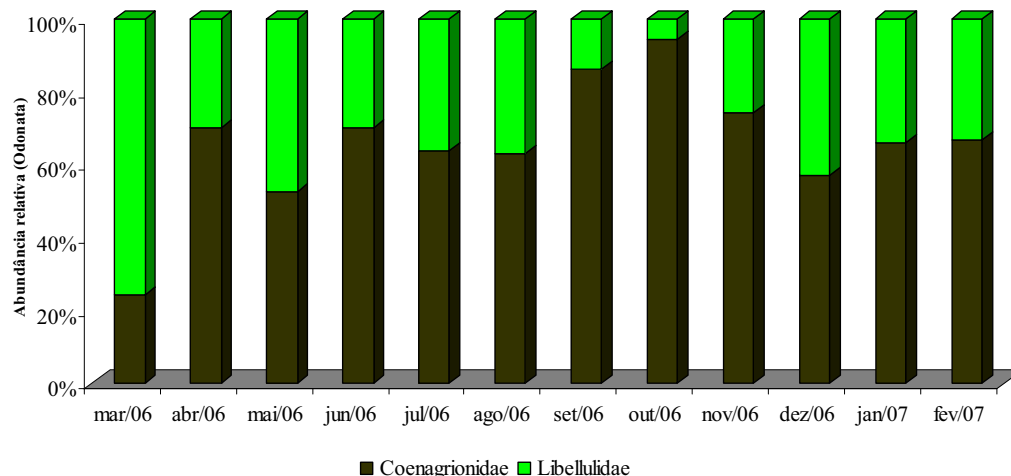


Figura 8: Abundância relativa das famílias de Odonata amostradas junto à macrófita na Lagoa dos Cavalos no período de março de 2006 a fevereiro de 2007

Na Lagoa do Coqueiral, somente em dezembro 2006 não foram registradas larvas de Odonata. Libellulidae foi a predominante nos meses de março a junho de 2006 e fevereiro de 2007. Em julho, de setembro a novembro de 2006 e em janeiro de 2007, Coenagrionidae apresentou maior contribuição entre o total de larvas de Odonata.

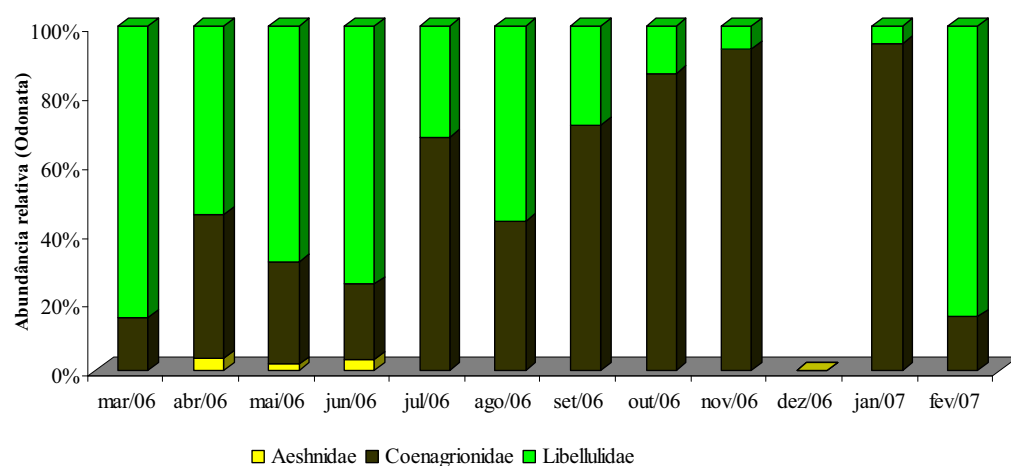


Figura 9: Abundância relativa das famílias de Odonata amostradas junto à macrófita na Lagoa do Coqueiral no período de março de 2006 a fevereiro de 2007

Telebasis contribuiu em mais de 70% dos gêneros de Odonata nos meses de março, julho, agosto, novembro e dezembro de 2006, no Rio Paranapanema (Figura 10).

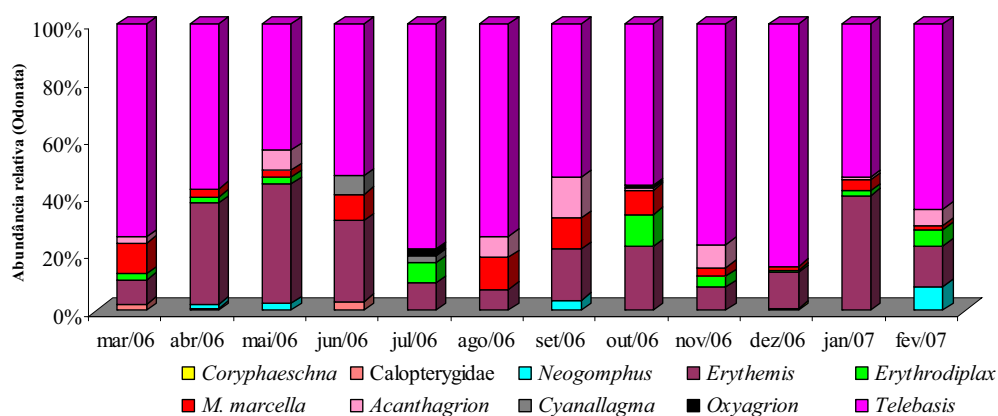


Figura 10: Abundância relativa dos gêneros de Odonata amostrados junto à macrófita no Rio Paranapanema no período de março de 2006 a fevereiro de 2007

Telebasis em março, abril, maio, agosto, setembro e dezembro de 2006, *M. marcella* em junho, julho e outubro de 2006, *Erythemis*, em outubro e novembro 2006 e *Cyanallagma*, em novembro e dezembro 2006, foram os táxons predominantes no Rio Guareí no período estudado (Figura 11).

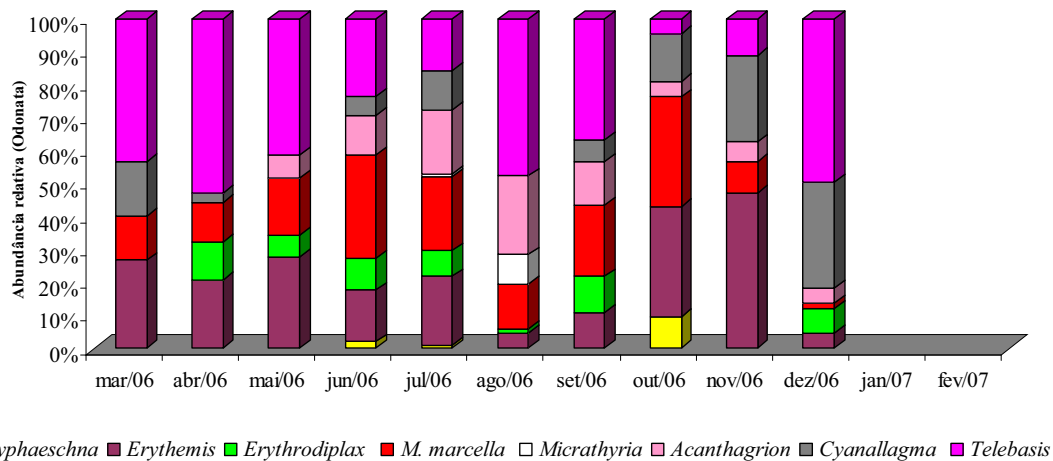


Figura 11: Abundância relativa dos gêneros de Odonata amostrados junto à macrófita no Rio Guareí no período de março de 2006 a fevereiro de 2007

Erythemis nos meses de março, maio e dezembro de 2006 e *Telebasis* nos meses de abril, julho, agosto, outubro e novembro de 2006 e janeiro a fevereiro de 2007 foram os táxons com as maiores contribuições de Odonata na Lagoa dos Cavalos (Figura 12).

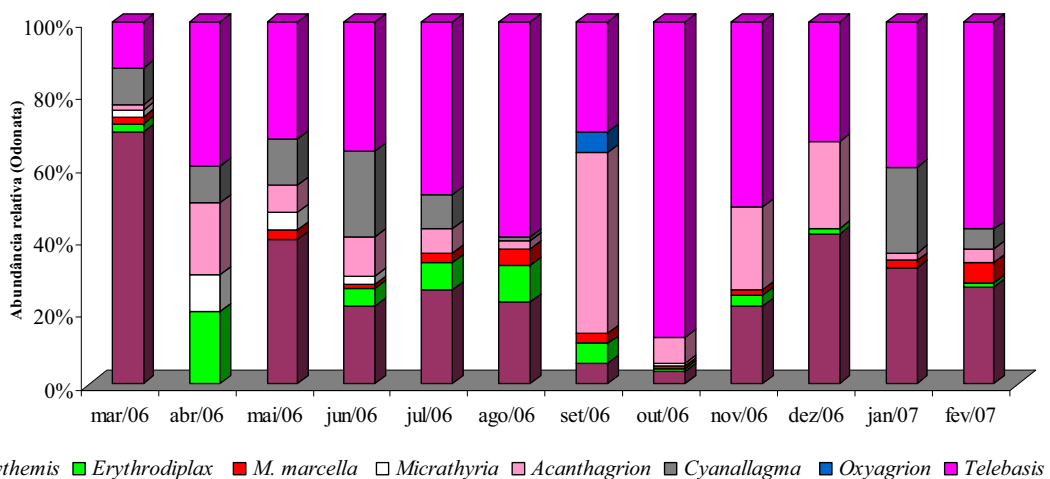


Figura 12: Abundância relativa dos gêneros de Odonata amostrados junto à macrófita na Lagoa dos Cavalos no período de março de 2006 a fevereiro de 2007

M. marcella em junho de 2006, *Erythemis* em março, maio de 2006 e fevereiro de 2007, *Telebasis* de julho a setembro, novembro de 2006 e janeiro de 2007 e *Cyanallagma* em outubro e novembro de 2006 foram os gêneros que mais contribuíram para a abundância relativa de Odonata na Lagoa do Coqueiral (Figura 13).

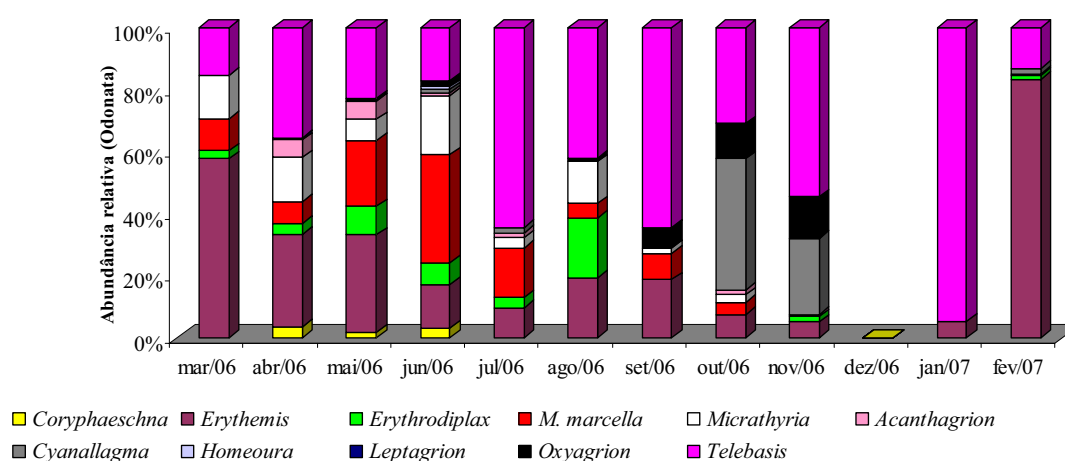


Figura 13: Abundância relativa dos gêneros de Odonata amostrados junto à macrófita na Lagoa do Coqueiral no período de março de 2006 a fevereiro de 2007

No Rio Paranapanema a maior média de oxigênio dissolvido na superfície da água foi registrada no período de março de 2006 a fevereiro de 2007, exceto setembro de 2006 e janeiro de 2007. Em março, junho, agosto, novembro, dezembro de 2006 e janeiro de 2007, o ambiente menos oxigenado na superfície da água foi a Lagoa dos Cavalos (Figura 14).

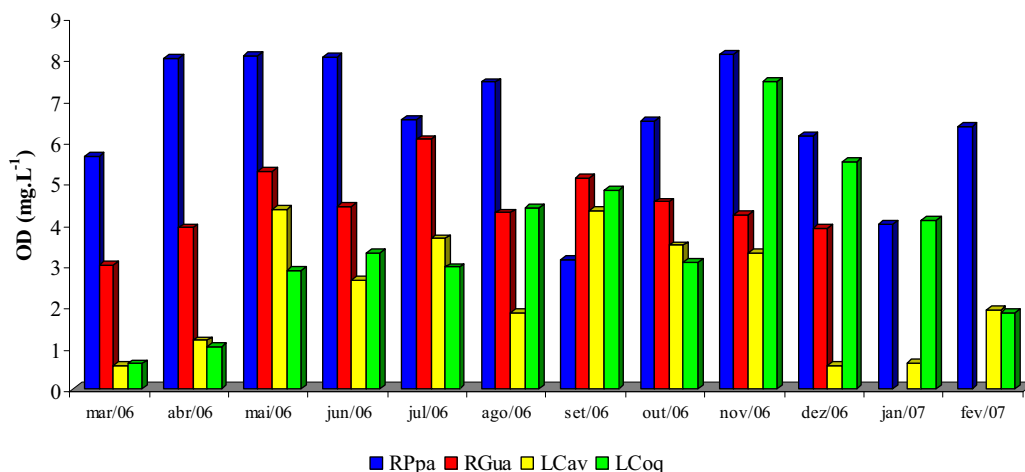


Figura 14: Média do oxigênio dissolvido (mg.L⁻¹) na superfície da água nos Rios Paranapanema e Guareí e Lagoas dos Cavalos e Coqueiral no período de março de 2006 a fevereiro de 2007

As maiores médias de temperatura na superfície da água durante o ano de estudo foram registradas na Lagoa dos Cavalos nos meses de março, maio, julho, agosto, outubro de 2006 e fevereiro de 2007. As menores médias de temperatura foram observadas no Rio Paranapanema, em março, maio, junho, julho, agosto, setembro, dezembro de 2006 e janeiro e fevereiro de 2007 (Figura 15).

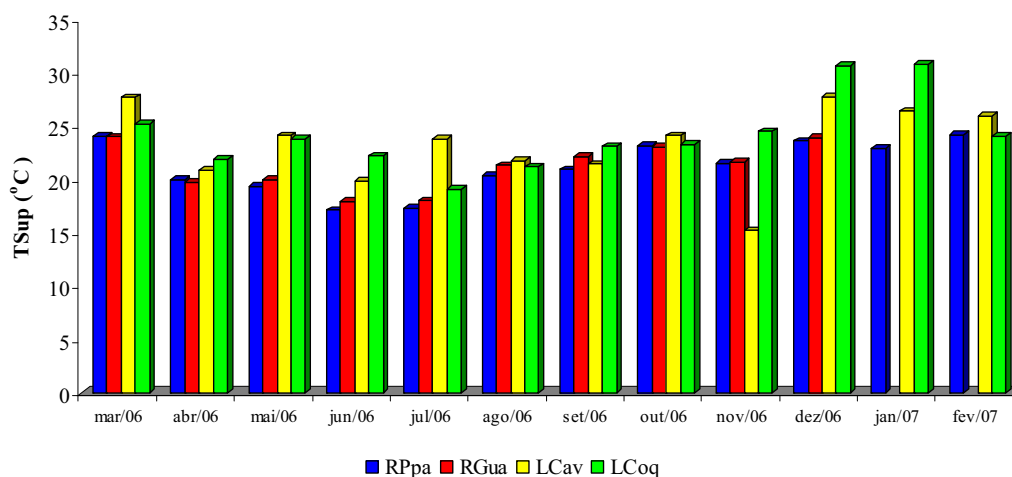


Figura 15: Média da temperatura de superfície da água (°C) nos Rios Paranapanema e Guareí e nas Lagoas dos Cavalos e Coqueiral no período de março de 2006 a fevereiro de 2007

As médias de temperatura do ar medidas nos Rios Paranapanema e Guareí e nas Lagoas dos Cavalos e Coqueiral não variaram entre locais nos meses de maio, outubro a dezembro de 2006. Exceto na Lagoa dos Cavalos, não houve variação na média da temperatura do ar em novembro de 2006 nos outros três ambientes (Figura 15).

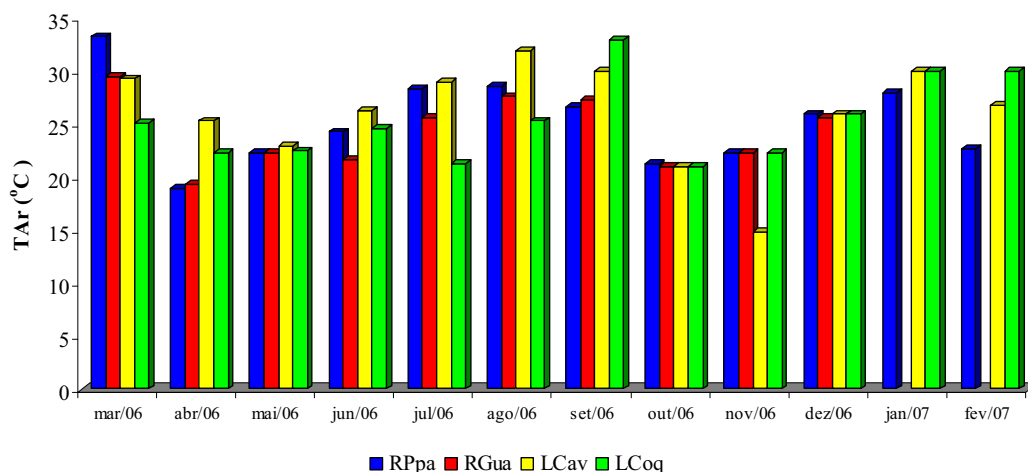


Figura 16: Média da temperatura do ar (°C) nos Rios Paranapanema e Guareí e nas Lagoas dos Cavalos e Coqueiral no período de março de 2006 a fevereiro de 2007

As médias de profundidade foram maiores nos Rios Paranapanema e Guareí. No Rio Paranapanema, maiores profundidades foram registradas entre os quatro ambientes em todo o período estudado, exceto os meses de março e setembro de 2006.

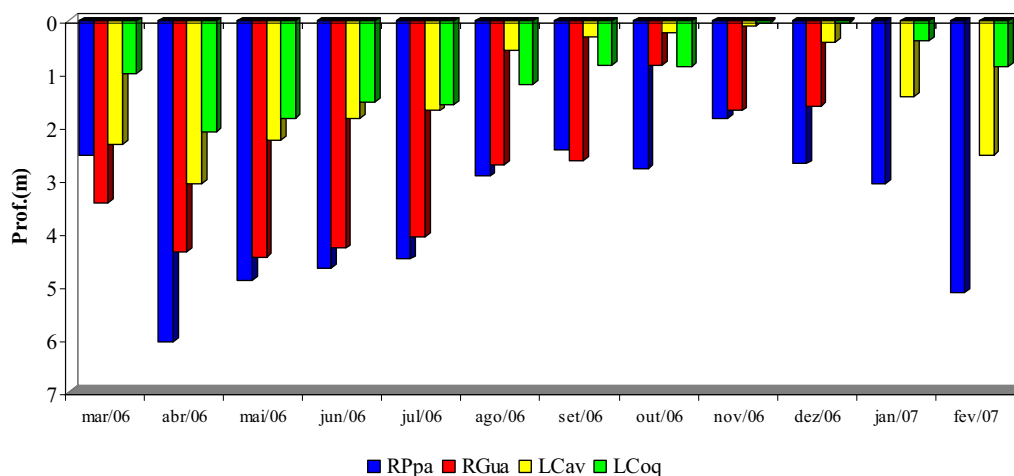


Figura 17: Média da profundidade (metros) nos Rios Paranapanema e Guareí e nas Lagoas dos Cavalos e Coqueiral no período de março de 2006 a fevereiro de 2007

A média do potencial hidrogeniônico (pH) na superfície da água variou de 4,43 na Lagoa dos Cavalos em novembro de 2006 a 7,40 no Rio Paranapanema no mês de agosto de 2006. Nos Rios Paranapanema e Guareí, foram obtidos os maiores valores de pH da água de superfície em todos os meses de amostragem (Figura 18).

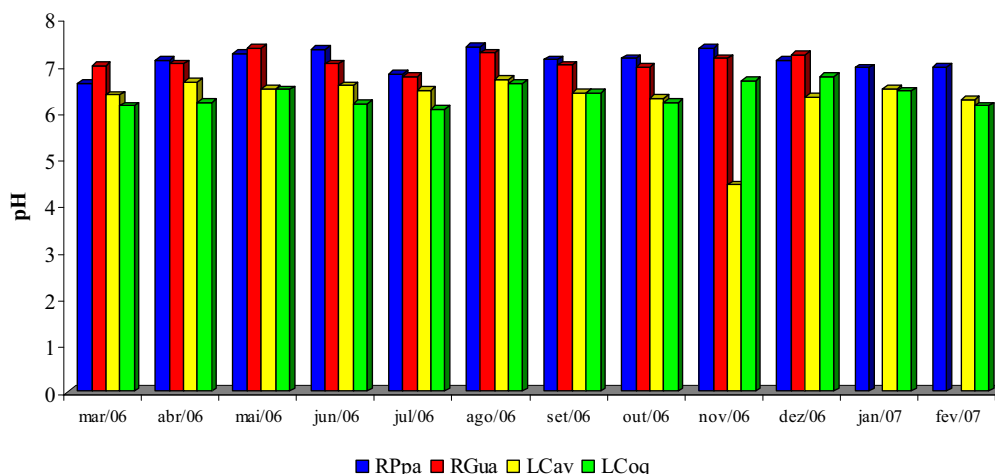


Figura 18: Média do pH na superfície da água nos Rios Paranapanema e Guareí e nas Lagoas dos Cavalos e Coqueiral no período de março de 2006 a fevereiro de 2007

O Rio Guareí destacou-se entre os quatro ambientes estudados, pois apresentou uma elevadíssima média de condutividade da água em todos os meses onde medimos seu valor. Valores médios de condutividade variando de $28,50 \mu\text{S.cm}^{-1}$ na Lagoa dos Cavalos em dezembro de 2006 a $82,50 \mu\text{S.cm}^{-1}$ no Rio Paranapanema em agosto de 2006 foram registrados (Figura 19).

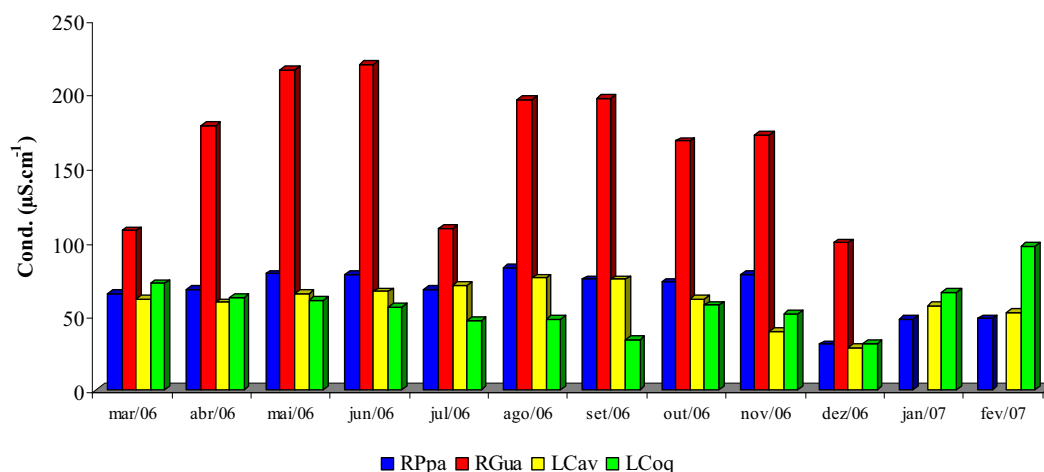


Figura 19: Média da condutividade da água na superfície ($\mu\text{S.cm}^{-1}$) nos Rios Paranapanema e Guareí e nas Lagoas dos Cavalos e Coqueiral no período de março de 2006 a fevereiro de 2007

As médias de material em suspensão na superfície da água foram bem heterogêneas. Na Lagoa dos Cavalos, maiores médias de material em suspensão foram encontradas em agosto e setembro de 2006 e no Rio Paranapanema em maio, junho, outubro de 2006 e janeiro e fevereiro de 2007 (Figura 20).

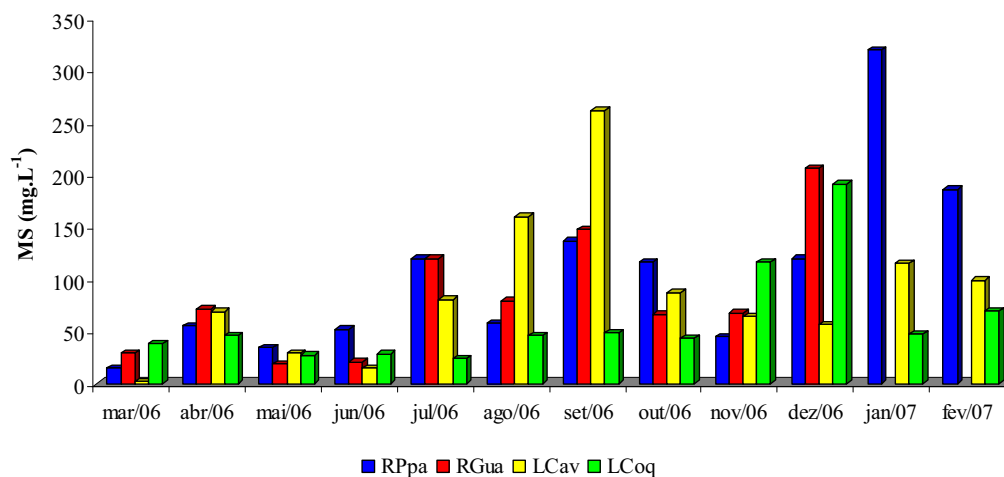


Figura 20: Média do material em suspensão na superfície da água (mg.L⁻¹) nos Rios Paranapanema e Guareí e nas Lagoas dos Cavalos e Coqueiral no período de março de 2006 a fevereiro de 2007

As maiores médias de biomassa de *S. auriculata* foram verificadas em julho e setembro de 2006 para os Rios Paranapanema e Guareí, respectivamente. Já os maiores valores de biomassa da macrófita flutuante foram observados no mês de março de 2006 nas Lagoas dos Cavalos e Coqueiral (Figura 21).

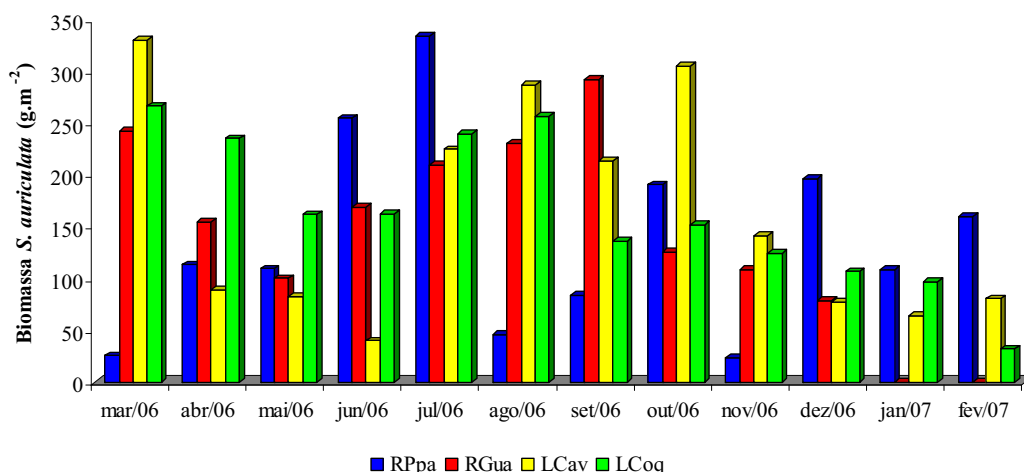


Figura 21: Média da biomassa de *S. auriculata* (gramas) nos Rios Paranapanema e Guareí e Lagoas dos Cavalos e Coqueiral no período de março de 2006 a fevereiro de 2007

As figuras 22 (a, b e c) mostram as variações diárias das precipitações e das cotas do Reservatório de Jurumirim em cada mês de amostragem neste estudo. A cota no Reservatório de Jurumirim variou de 562,43 a 567,04m no período de 1 de março de 2006 a 28 de fevereiro de 2007. Em fevereiro de 2007, houve precipitação cinco dias antes e no dia da amostragem mensal (Figura 22a). Houve precipitação pelo menos cinco dias antes da coleta nos meses de julho, outubro (Figura 22b), dezembro de 2006 e janeiro de 2007 (Figura 22c).

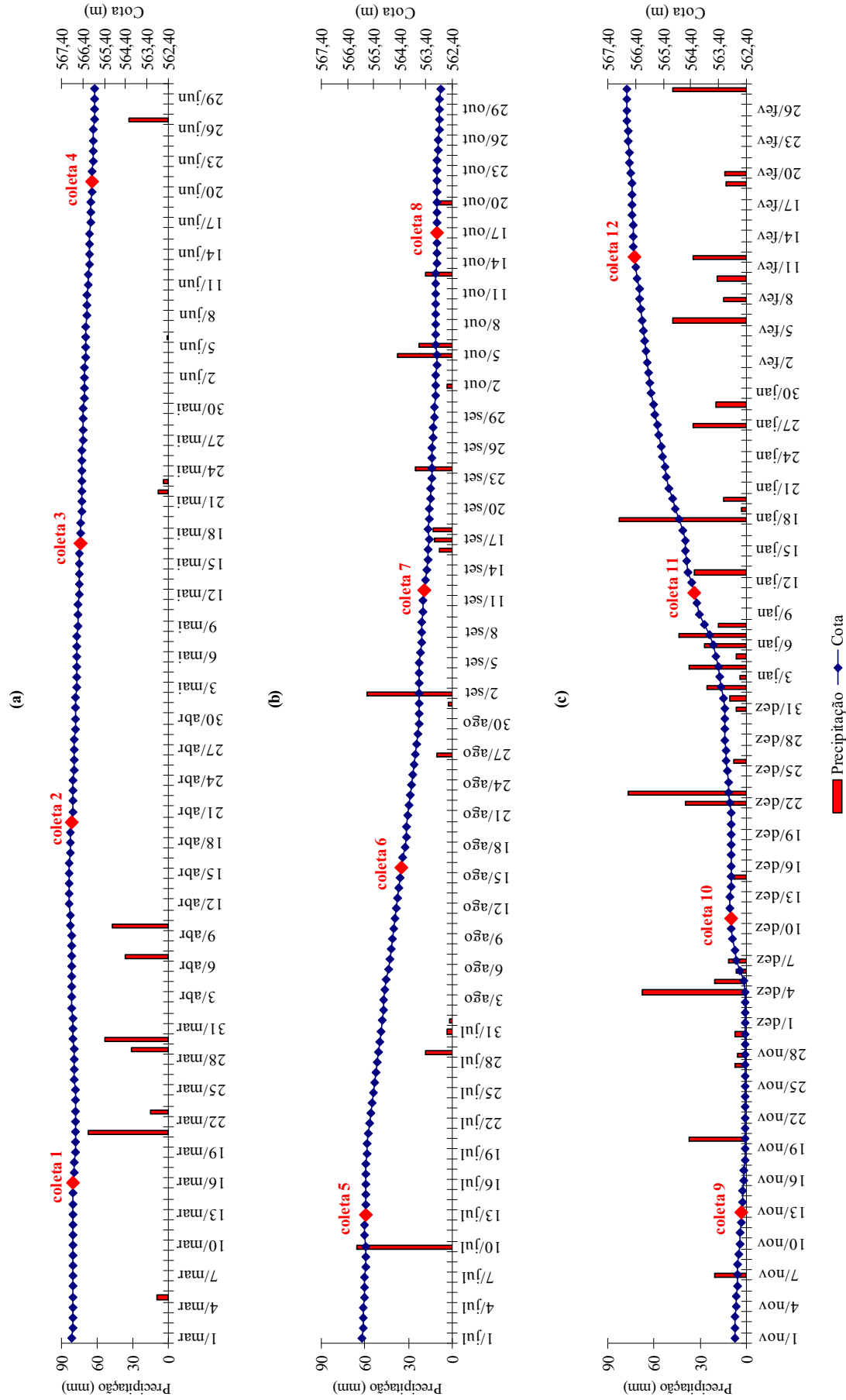


Figura 22: Variação diária da precipitação (mm) e da cota (m) na região da barragem da Represa de Jurumirim-SP nos períodos de março a junho de 2006 (a), julho a outubro de 2006 (b) e novembro de 2006 a fevereiro de 2007 (c). ♦ coletas realizadas nos quatro ambientes estudados.

A análise de componentes principais (ACP) realizada com as principais variáveis ambientais determinadas (profundidade, condutividade, pH, oxigênio dissolvido, material em suspensão e temperatura de superfície da água) envolvendo todos os meses de amostragem, nos Rios Paranapanema e Guareí e nas Lagoas dos Cavalos e Coqueiral explicou em seus dois primeiros eixos 83% da variância (Tabela IX). A ACP separou claramente os rios das lagoas e também mostrou que as características físicas e químicas da água foram semelhantes entre os Rios Paranapanema e Guareí, exceto em junho de 2006 onde houve uma forte divergência quanto ao material em suspensão. A Lagoa dos Cavalos divergiu fortemente da Lagoa do Coqueiral com relação ao material em suspensão em março de 2006 e com relação à profundidade, condutividade, pH e oxigênio dissolvido em novembro de 2006 (Figura 34).

Tabela IX: Análise de Componentes Principais das variáveis ambientais e os 2 primeiros eixos da ordenação nos Rios Paranapanema e Guareí e nas Lagoas dos Cavalos e Coqueiral no período de março de 2006 a fevereiro de 2007

Variável ambiental	Abreviações	Componentes principais	
		Eixo 1	Eixo 2
Oxigênio dissolvido	Od	-0,570	-0,161
pH	pH	-0,989	0,065
Condutividade	Cdv	-0,519	0,271
Temperatura de superfície da água	TSu	0,113	-0,090
Profundidade	PRF	-0,625	0,364
Material em suspensão	MS	-0,224	-0,968
Total da explicabilidade		56,7%	26,3%

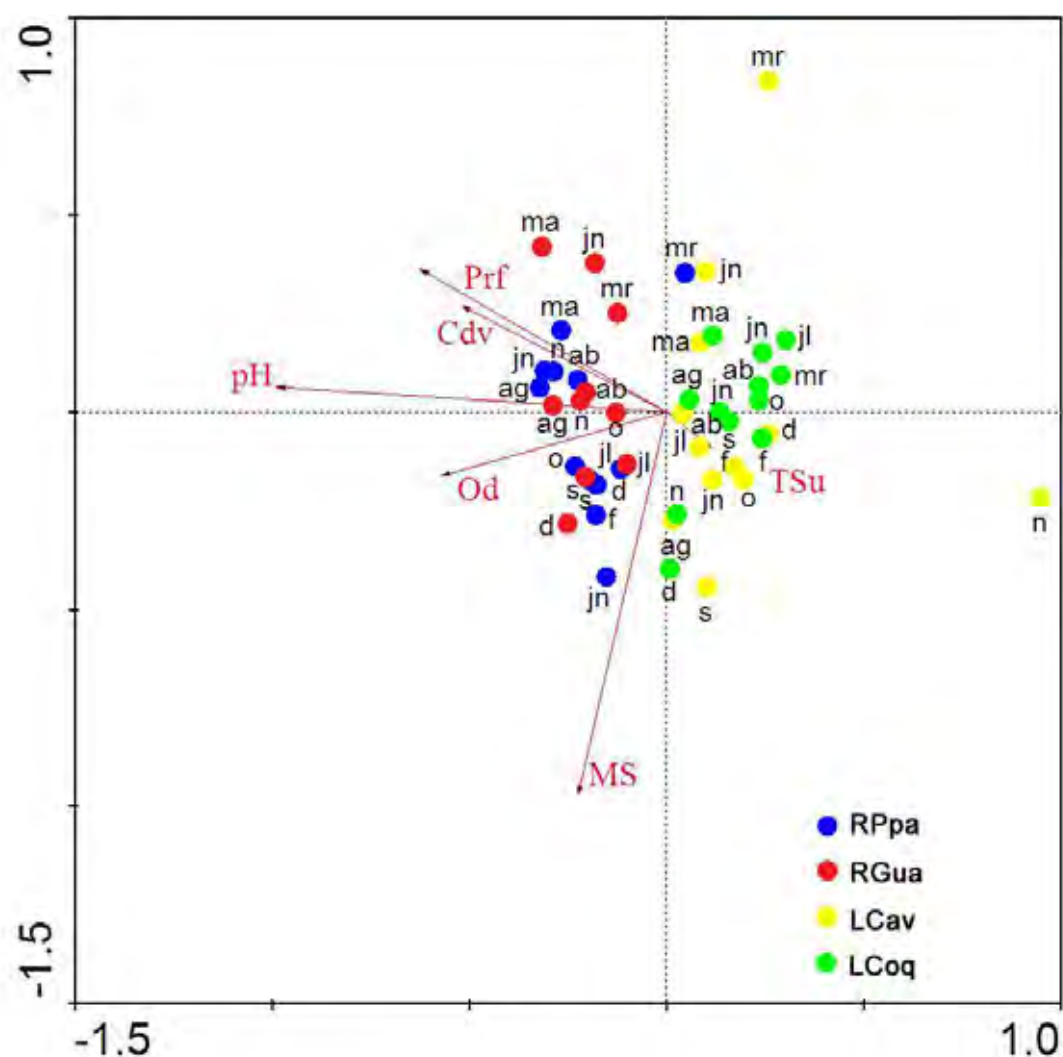


Figura 34: Ordenação pela ACP (eixos 1 e 2) no período de março de 2006 a fevereiro de 2007 nos Rios Paranapanema e Guareí e nas Lagoas dos Cavalos e Coqueiral. As letras são referentes aos meses de amostragem: janeiro(jn), fevereiro(f), março(mr), abril(ab), maio(ma), junho(jn), julho(jl), agosto(ag), setembro(s), outubro(o), novembro(n) e dezembro(d). As variáveis são: Cdv(condutividade), Od (oxigênio dissolvido), pH(pH), Prf(profundidade), MS(material em suspensão) e TSu (temperatura de superfície da água)

Os dois primeiros eixos da análise de correspondência canônica (ACC) envolvendo as principais variáveis ambientais e todos os macroinvertebrados do Rio Paranapanema explicaram 53,3 % da variância dos táxons (Tabela X). Ephemeroptera, Ostracoda, *Cyanallagma*, Calopterygidae e *Neogomphus* foram afetados positivamente, enquanto que *Coryphaeschna* e Culicidae negativamente pela profundidade (Tabelas XI e XII). A representação gráfica da ACC no Rio Paranapanema está mostrada na Figura 35.

Tabela X: Resumo dos resultados dos 2 primeiros eixos da ACC entre as densidades dos macroinvertebrados e as principais variáveis ambientais no Rio Paranapanema no período de março de 2006 a fevereiro de 2007

Eixos	Autovalores	Correlação táxon-ambiente	Variância acumulada (%) por		Teste de Monte Carlo
			Táxons	Táxon/Ambiente	
1	0,119	0,938	35,5	47,7	F=2,201; P<0,05
2	0,060	0,896	53,3	71,6	Todos os 4 eixos F=1,665; P<0,05
Soma dos autovalores irrestritos					0,334
Soma dos autovalores canônicos					0,249

Tabela XI: Correlações entre os táxons e os dois primeiros eixos da ACC no Rio Paranapanema

Táxons	Abreviações	Eixo 1	Eixo 2
Ceratopogonidae	CER	-0,362	0,192
Chironomidae	CHI	0,314	0,326
Coleoptera	COL	-0,112	0,242
Culicidae	CUL	-0,689	0,220
Ephemeroptera	EPH	0,555	-0,302
Gastropoda	GAS	0,395	0,155
Hemíptera	HEM	0,321	0,454
Oligochaeta	OLI	-0,183	-0,181
Orthoptera	ORT	0,127	-0,204
Ostracoda	OST	0,567	-0,278
Pupa de Diptera	PUP	-0,108	-0,042
<i>Acanthagrion</i>	Aca	-0,221	0,151
Calopterygidae	Cal	1,257	0,965
<i>Coryphaeschna</i>	Cor	-1,253	0,463
<i>Cyanallagma</i>	Cya	1,130	1,905
<i>Erythemis</i>	Ery	0,171	-0,220
<i>Erythrodiplax</i>	Erd	-0,017	-0,442
<i>M. marcella</i>	Mma	0,128	0,088
<i>Neogomphus</i>	Neo	0,743	-0,806
<i>Oxyagrion</i>	Oxy	0,212	0,239
<i>Telebasis</i>	Tel	-0,090	0,114

Tabela XII: Correlações "intra-set" entre as variáveis ambientais e os 2 primeiros eixos da ACC no Rio Paranapanema

Variável ambiental	Abreviações	Coeficiente de Correlação	
		Eixo 1	Eixo 2
Oxigênio dissolvido	Od	0,477	0,123
pH	pH	0,286	0,419
Condutividade	Cdv	0,478	0,014
Temperatura de superfície da água	TSu	-0,464	-0,327
Temperatura do ar	TAr	-0,299	0,502
Profundidade	PRF	**0,710	-0,242
Material em suspensão	MS	-0,582	-0,094

**** p<0,01**

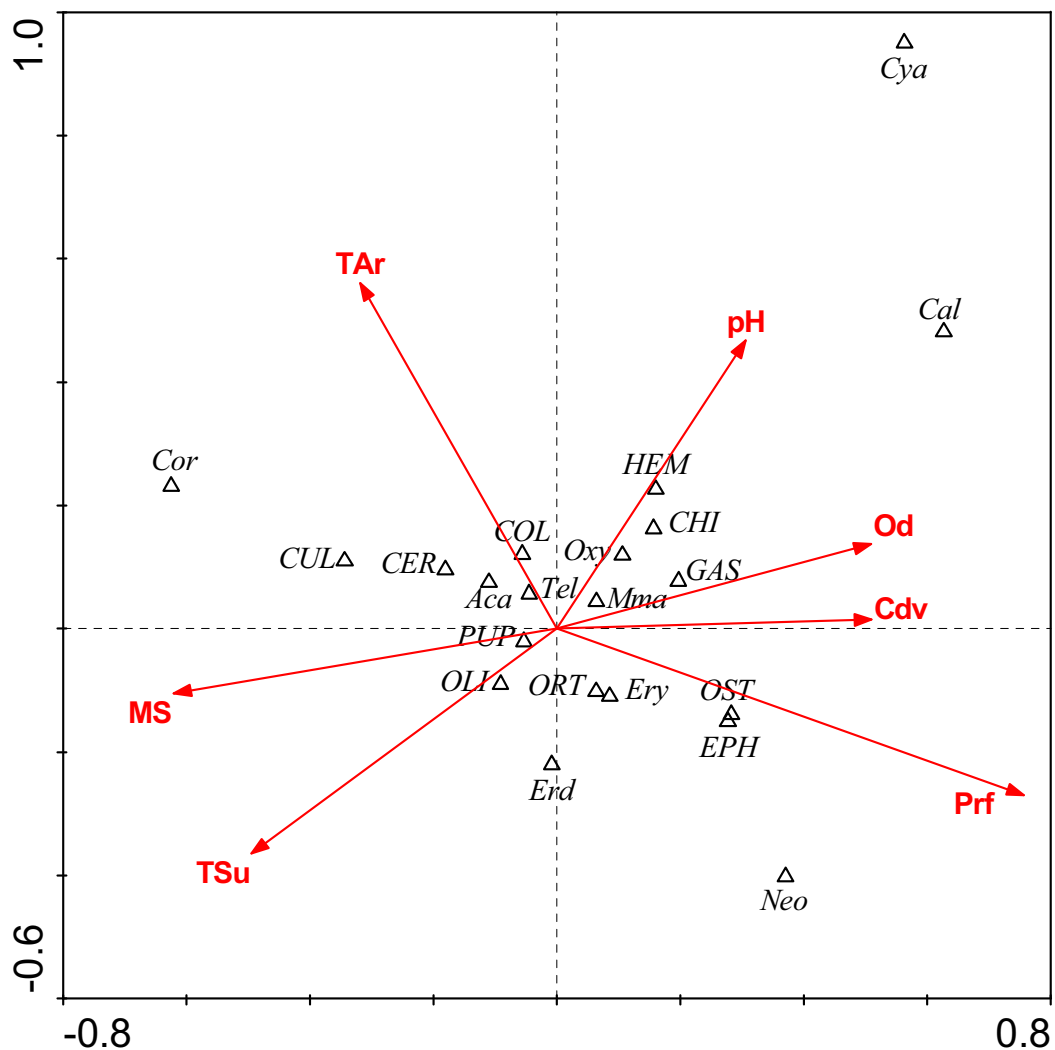


Figura 35: Análise de correspondência canônica (ACC) envolvendo os macroinvertebrados amostrados junto à *S. auriculata* no Rio Paranapanema e fatores ambientais no período de março de 2006 a fevereiro de 2007. Abreviações nas tabelas XI e XII

No Rio Guareí, os dois primeiros eixos da ACC explicaram juntos 62,5% da variância dos táxons (Tabela XIII). Chironomidae, Culicidae, Gastropoda, Hemíptera, Ostracoda, *Acanthagrion*, *Coryphaeschna*, *Erythrodiplax*, *M. marcella* e *Micrathyria* foram os macroinvertebrados com as maiores correlações com os eixos 1 e/ou 2 (Tabela IV). Oxigênio

dissolvido ($p < 0,01$) e profundidade ($p < 0,05$) foram os fatores ambientais que mais atuaram sobre a densidade dos macroinvertebrados no Rio Guareí (Tabela XV). Note na Figura 36 que aproximadamente 50% dos macroinvertebrados no Rio Guareí apresentaram correlação com a profundidade no eixo 1.

Tabela XIII: Resumo dos resultados dos 2 primeiros eixos da ACC entre as densidades dos macroinvertebrados e as principais variáveis ambientais no Rio Guareí no período de março de 2006 a fevereiro de 2007

Eixos	Autovalores	Correlação táxon-ambiente	Variância acumulada (%) por		
			Táxons	Táxon/Ambiente	Teste de Monte Carlo
1	0,214	0,994	59,3	78,3	F=2,911; P<0,05
2	0,069	0,999	62,5	82,5	Todos os 4 eixos F=5,323; P<0,05
Soma dos autovalores irrestritos					0,361
Soma dos autovalores canônicos					0,342

Tabela XIV: Correlações entre os táxons e os dois primeiros eixos da ACC no Rio Guareí

Táxons	Abreviações	Eixo 1	Eixo 2
Ceratopogonidae	CER	0,384	0,474
Chironomidae	CHI	0,582	0,013
Coleoptera	COL	0,475	-0,302
Culicidae	CUL	0,707	0,656
Ephemeroptera	EPH	-0,074	-0,195
Gastropoda	GAS	-0,560	0,879
Hemiptera	HEM	-0,345	-0,675
Oligochaeta	OLI	-0,282	-0,147
Orthoptera	ORT	0,264	0,269
Ostracoda	OST	-0,756	0,579
Pupa de Diptera	PUP	0,079	0,258
<i>Acanthagrion</i>	Aca	0,956	0,148
<i>Coryphaeschna</i>	Cor	0,489	-0,057
<i>Cyanallagma</i>	Cya	-0,066	0,129
<i>Erythemis</i>	Ery	0,097	0,223
<i>Erythrodiplax</i>	Erd	0,589	0,441
<i>M. marcella</i>	Mma	0,669	0,287
<i>Micrathyria</i>	Mic	0,891	-0,467
<i>Telebasis</i>	Tel	0,068	0,141

Tabela XV: Correlações "intra-set" entre as variáveis ambientais e os 2 primeiros eixos da ACC no Rio Guareí

Variável ambiental	Abreviações	Coeficiente de Correlação	
		Eixo 1	Eixo 2
Oxigênio dissolvido	Od	**0,775	-0,310
Condutividade	Cdv	0,043	-0,514
Temperatura de superfície da água	TSu	-0,735	-0,332
Temperatura do ar	TAr	0,158	0,095
Profundidade	PRF	*0,465	*0,606
Material em suspensão	MS	0,352	-0,286
Biomassa	Bmas	0,341	0,018

****p<0,01; * p<0,05**

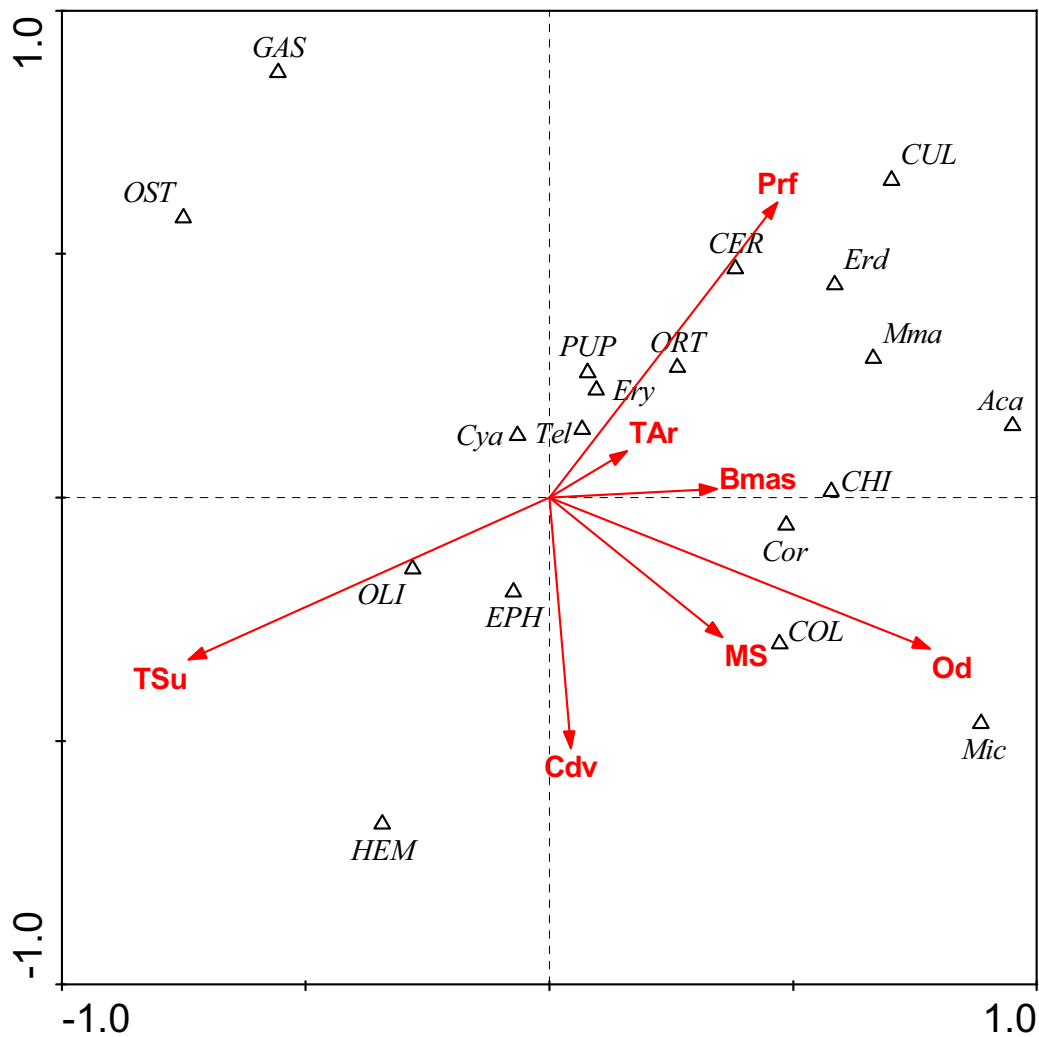


Figura 36: Análise de correspondência canônica (ACC) envolvendo os macroinvertebrados amostrados junto à *S. auriculata* no Rio Guareí e fatores ambientais no período de março a dezembro de 2006. Abreviações nas tabelas XIV e XV

Na Lagoa dos Cavalos, o primeiro e o segundo eixo da ACC explicaram juntos 64,6% da variância dos táxons (Tabela VI). Ceratopogonidae, Ephemeroptera, Gastropoda, Ostracoda, *Acanthagrion*, *Erythrodiplax*, *Micrathyria* e *Oxyagrion* mostraram correlação com os eixos 1 e/ou 2 (Tabela XVII). Houve uma forte correlação entre a temperatura de superfície de água e o eixo 1 ($p<0,002$) e também uma correlação, porém mais discreta, entre o oxigênio dissolvido e o eixo 2 ($p<0,05$) (Tabela VIII).

Tabela XVI: Resumo dos resultados dos 2 primeiros eixos da ACC entre as densidades dos macroinvertebrados e as principais variáveis ambientais na Lagoa dos Cavalos no período de março de 2006 a fevereiro de 2007

Eixos	Autovalores	Correlação táxon-ambiente	Variância acumulada (%) por		Teste de Monte Carlo
			Táxons	Táxon/Ambiente	
1	0,203	0,989	53,9	66,4	F=3,505; P<0,05
2	0,040	0,805	64,6	79,6	Todos os 4 eixos F=1,614; P<0,05
Soma dos autovalores irrestritos					0,377
Soma dos autovalores canônicos					0,306

Tabela XVII: Correlações entre os táxons e os dois primeiros eixos da ACC na Lagoa dos Cavalos

Táxons	Abreviações	Eixo 1	Eixo 2
Ceratopogonidae	CER	-0,553	0,191
Chironomidae	CHI	-0,241	-0,192
Coleoptera	COL	-0,175	0,292
Culicidae	CUL	-0,202	0,020
Ephemeroptera	EPH	-0,130	0,532
Gastropoda	GAS	-0,022	-0,598
Hemiptera	HEM	0,142	0,164
Oligochaeta	OLI	0,195	-0,161
Orthoptera	ORT	-0,326	-0,455
Ostracoda	OST	0,911	0,161
Pupa de Diptera	PUP	0,234	0,387
<i>Acanthagrion</i>	Aca	0,291	0,847
<i>Cyanallagma</i>	Cya	0,147	-0,364
<i>Erythemis</i>	Ery	0,326	-0,144
<i>Erythrodiplax</i>	Erd	-0,549	0,367
<i>M. marcella</i>	Mma	-0,055	0,092
<i>Micrathyria</i>	Mic	-0,115	-0,688
<i>Oxyagrion</i>	Oxy	-0,504	0,763
<i>Telebasis</i>	Tel	-0,062	0,282

Tabela XVIII: Correlações "intra-set" entre as variáveis ambientais e os 2 primeiros eixos da ACC na Lagoa dos Cavalos

Variável ambiental	Abreviações	Coeficiente de Correlação	
		Eixo 1	Eixo 2
Oxigênio dissolvido	Od	0,167	*0,667
pH	pH	0,085	0,498
Condutividade	Cdv	0,267	-0,447
Temperatura de superfície da água	TSu	***0,833	-0,014
Temperatura do ar	TAr	0,575	-0,014
Profundidade	PRF	-0,610	-0,159
Material em suspensão	MS	0,595	0,414
Biomassa	Bmas	-0,571	-0,385

* $p < 0,05$; *** $p < 0,002$

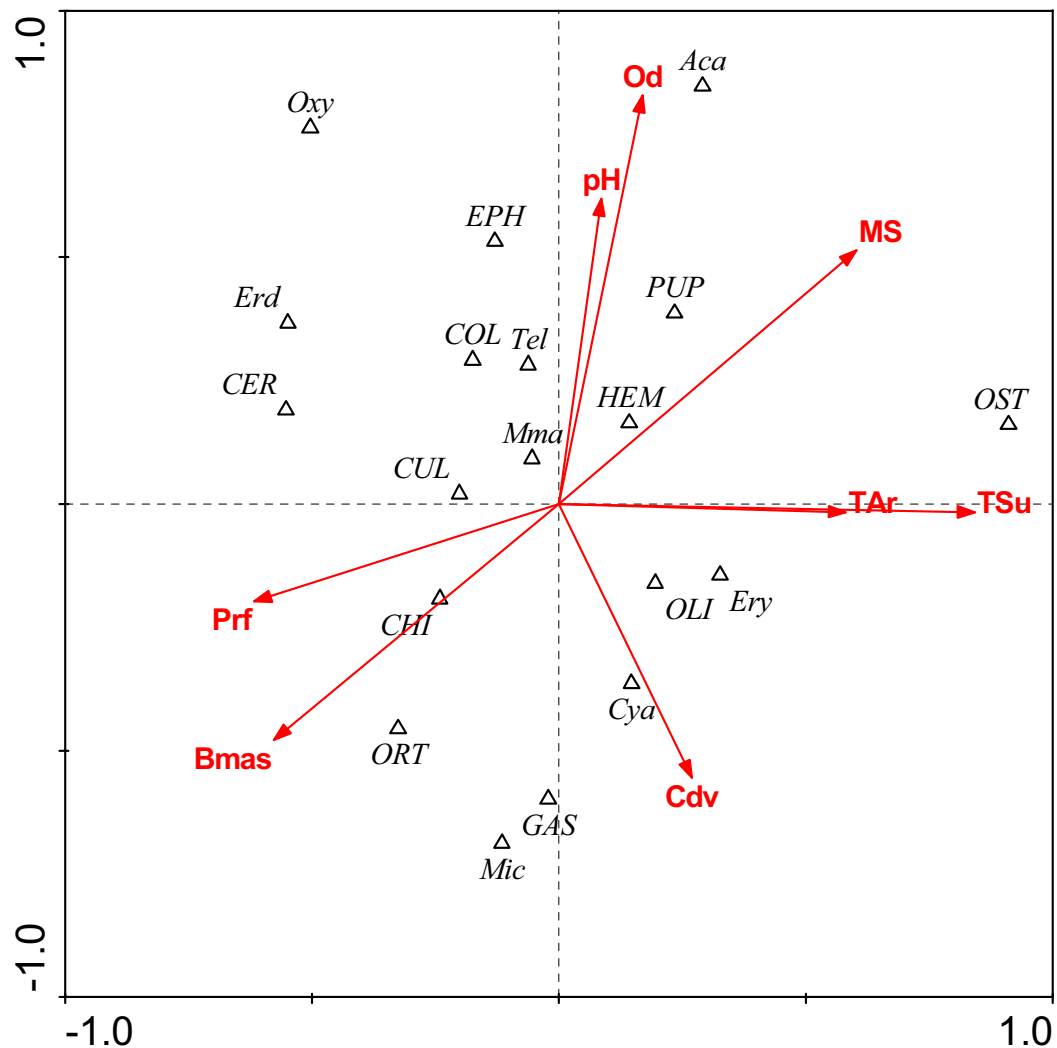


Figura 37: Análise de correspondência canônica (ACC) realizada envolvendo os macroinvertebrados amostrados junto à *S. auriculata* na Lagoa dos Cavalos e fatores ambientais no período de março de 2006 a fevereiro de 2007. Abreviações nas tabelas XVII e XVIII

A ACC na Lagoa do Coqueiral explicou uma variância de 72,5% dos táxons nos dois primeiros eixos (Tabela XIX). Ceratopogonidae, Coleoptera, Culicidae, Gastropoda, Oligochaeta, Ostracoda, *Acanthagrion*, *Coryphaeschna*, *Cyanallagma*, *Erythemis*, *Homeoura*, *Leptagrion*, *M. marcella* e *Oxyagrion* exibiram correlação com o eixo 1 e/ou eixo 2 (Tabela XX). Foi altamente significativa a correlação entre o oxigênio dissolvido e o eixo 1 ($p < 0,002$). Já a profundidade mostrou uma correlação significativa ($p < 0,05$) com o eixo 1 e com o eixo 2.

Tabela XIX: Resumo dos resultados dos 2 primeiros eixos da ACC entre as densidades dos macroinvertebrados e as principais variáveis ambientais na Lagoa do Coqueiral no período de março de 2006 a fevereiro de 2007

Eixos	Autovalores	Correlação táxon-ambiente	Variância acumulada (%) por		Teste de Monte Carlo
			Táxons	Táxon/Ambiente	
1	0,243	0,987	56,9	62,7	F=3,960; P<0,05
2	0,067	0,917	72,5	79,9	Todos os 4 eixos F=3,668; P<0,05
Soma dos autovalores irrestritos					0,428
Soma dos autovalores canônicos					0,388

Tabela XX: Correlações entre os táxons e os dois primeiros eixos da ACC na Lagoa do Coqueiral

Táxons	Abreviações	Eixo 1	Eixo 2
Ceratopogonidae	CER	-0,251	0,551
Chironomidae	CHI	0,459	0,024
Coleoptera	COL	0,138	0,767
Culicidae	CUL	-0,642	-0,318
Ephemeroptera	EPH	0,405	0,311
Gastropoda	GAS	0,388	-1,036
Hemíptera	HEM	0,301	0,348
Oligochaeta	OLI	-0,548	-0,091
Orthoptera	ORT	-0,150	0,265
Ostracoda	OST	0,548	-0,238
Pupa de Diptera	PUP	-0,117	0,016
<i>Acanthagrion</i>	Aca	0,466	-0,913
<i>Coryphaeschna</i>	Cor	0,336	-0,879
<i>Cyanallagma</i>	Cya	1,178	0,123
<i>Erythemis</i>	Ery	-0,356	-0,555
<i>Erythrodiplax</i>	Erd	0,348	-0,150
<i>Homeoura</i>	Hom	0,596	0,053
<i>Leptagrion</i>	Lep	0,008	-1,208
<i>M. marcella</i>	Mma	0,564	-0,350
<i>Micrathyrina</i>	Mic	0,276	-0,273
<i>Oxyagrion</i>	Oxy	1,181	0,223
<i>Telebasis</i>	Tel	0,429	0,033

Tabela XXI: Correlações "intra-set" entre as variáveis ambientais e os 2 primeiros eixos da ACC na Lagoa do Coqueiral

Variável ambiental	Abreviações	Coeficiente de Correlação	
		Eixo 1	Eixo 2
Oxigênio dissolvido	Od	***0,895	0,145
pH	pH	0,276	-0,094
Condutividade	Cdv	0,552	-0,292
Temperatura de superfície da água	TSu	-0,665	0,158
Temperatura do ar	TAr	-0,586	0,167
Profundidade	PRF	*-0,519	*-0,694
Material em suspensão	MS	0,236	0,326
Biomassa	Bmas	0,537	0,088

*p<0,05; *** p<0,002

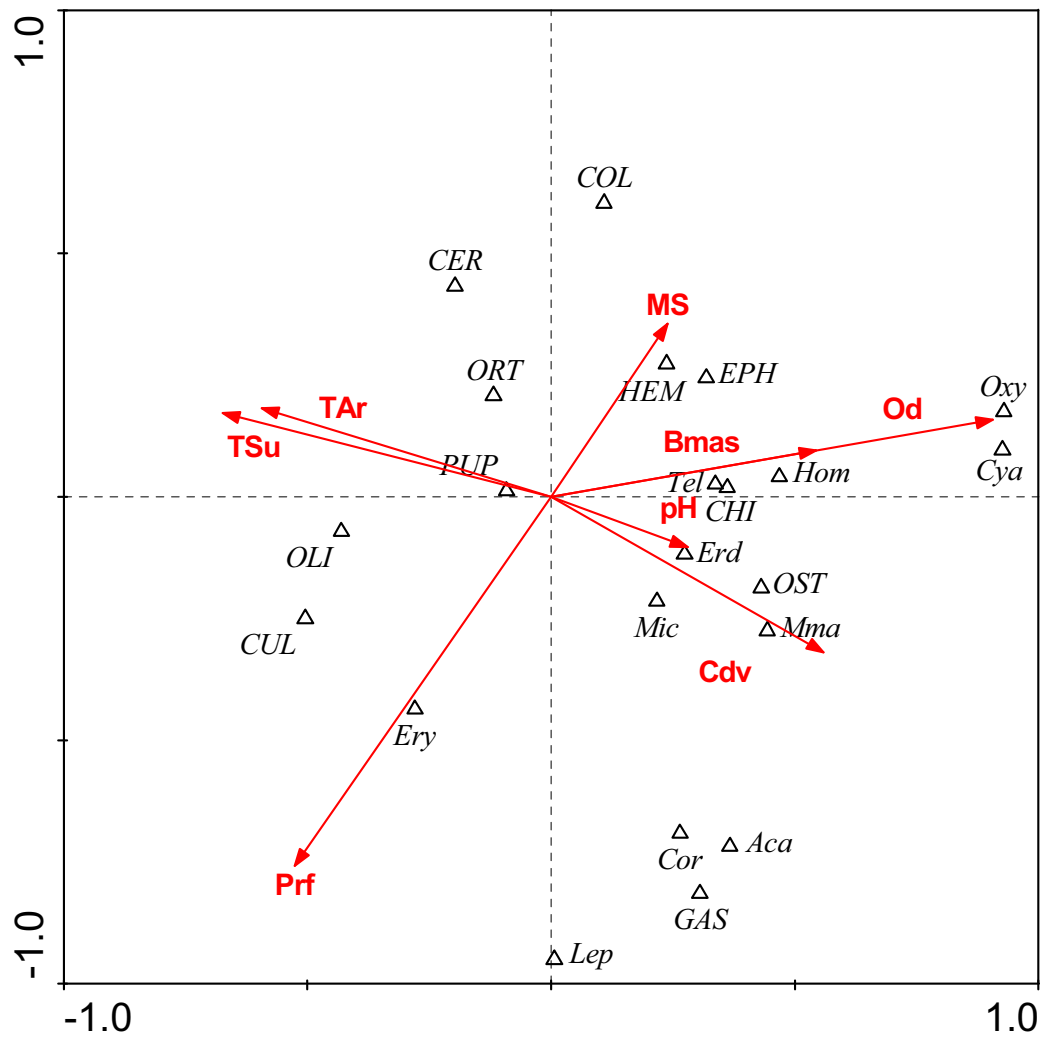


Figura 38: Análise de correspondência canônica (ACC) realizada envolvendo os macroinvertebrados amostrados junto à *S. auriculata* na Lagoa do Coqueiral e fatores ambientais no período de março de 2006 a fevereiro de 2007. Abreviações nas tabelas XX e XXI

A ANOVA mostrou que houve diferenças significativas ($F=4,38$; $p<0,0001$) entre as densidades dos macroinvertebrados e os Rios Paranapanema e Guareí e Lagoas do Coqueiral e Cavalos (Apêndice I).

A Correlação de Spearman entre as densidades de todos os macroinvertebrados mostrou que Ceratopogonidae, Chironomidae e Hemíptera foram os táxons que mais se correlacionaram significativamente

com as densidades de larvas de Odonata, cinco, três e quatro vezes, respectivamente. Chironomidae apresentou correlações somente positivas com *Coryphaeschna*, *Oxyagrion* e *Cyanallagma*. Coleoptera e Oligochaeta não exibiram qualquer correlação significativa com os gêneros de Odonata identificados. Observamos também correlações negativas entre as próprias larvas de Odonata: *Oxyagrion* com *M. marcella* e *Acanthagrion* (Tabela XXII).

Tabela XXII: Correlações de Spearman ($P < 0,05$) geradas entre as densidades de todos os macroinvertebrados amostrados nos Rios Parapananema e Guareí e Lagoa dos Cavalos e Coqueiral no período de março de 2006 a fevereiro de 2007; Legendas nas Figuras XXI, XIV, XVII e XX.

Táxons	CER	CHI	COL	CUL	EPH	GAS	HEM	OLI	ORT	OST	PUP	Tel	Ery	Erd	Cor	Mma	Oxy	Aca	Cya	Neog	Calop	Hom	Lep	Mic
CER	1,00	0,28	0,30	0,37	-0,22	0,07	0,55	0,13	0,03	0,11	0,37	0,28	0,23	0,11	0,50	-0,55	0,59	-0,47	0,18	-0,29	-0,29	0,16	0,01	0,09
CHI	0,28	1,00	0,38	0,12	0,18	0,10	0,48	0,20	-0,11	0,24	0,30	0,12	0,28	0,29	0,41	0,02	0,35	-0,03	0,37	-0,11	-0,02	0,20	0,14	0,28
COL	0,30	0,38	1,00	-0,01	0,18	-0,11	0,35	0,22	-0,09	-0,20	0,40	0,24	-0,04	0,05	0,09	-0,07	0,18	-0,06	0,03	-0,15	-0,14	0,04	-0,05	-0,07
CUL	0,37	0,12	-0,01	1,00	0,19	0,15	-0,02	0,32	0,33	-0,06	0,16	0,05	0,22	0,08	0,39	-0,19	0,09	-0,14	0,22	-0,02	-0,07	-0,01	0,02	-0,25
EPH	-0,22	0,18	0,18	0,19	1,00	0,02	-0,18	0,26	-0,02	-0,01	0,08	0,09	0,15	0,13	0,02	0,06	0,06	-0,01	0,05	0,16	0,03	-0,18	-0,08	-0,37
GAS	0,07	0,10	-0,11	0,15	0,02	1,00	-0,11	0,16	0,19	0,20	-0,18	0,09	0,29	0,11	0,32	0,17	-0,07	0,04	-0,04	0,08	0,23	0,15	0,23	0,13
HEM	0,55	0,48	0,35	-0,02	-0,18	-0,11	1,00	0,26	-0,20	0,35	0,46	0,09	0,22	-0,10	0,32	-0,38	0,49	-0,43	0,17	-0,26	-0,19	0,08	0,10	0,24
OLI	0,13	0,20	0,22	0,32	0,26	0,16	0,26	1,00	0,21	0,42	0,14	-0,08	0,28	0,00	0,08	-0,03	-0,20	-0,01	0,19	0,02	-0,21	0,01	0,15	-0,25
ORT	0,03	-0,11	-0,09	0,33	-0,02	0,19	-0,20	0,21	1,00	-0,16	-0,15	-0,05	0,07	0,07	-0,07	0,19	-0,39	0,13	-0,19	0,28	0,11	0,18	-0,17	-0,07
OST	0,11	0,24	-0,20	-0,06	-0,01	0,20	0,35	0,42	-0,16	1,00	0,23	0,10	0,50	-0,02	0,15	-0,06	0,24	-0,10	0,33	0,09	-0,01	0,17	0,19	0,03
PUP	0,37	0,30	0,40	0,16	0,08	-0,18	0,46	0,14	-0,15	0,23	1,00	0,23	0,28	0,02	0,17	-0,18	0,31	-0,24	-0,06	-0,04	-0,25	-0,04	0,00	-0,08
Tel	0,28	0,12	0,24	0,05	0,09	0,09	0,09	-0,08	-0,05	0,10	0,23	1,00	0,32	0,29	0,12	-0,24	0,27	-0,06	-0,17	0,07	0,07	-0,12	0,12	-0,11
Ery	0,23	0,28	-0,04	0,22	0,15	0,29	0,22	0,28	0,07	0,50	0,28	0,32	1,00	0,31	0,32	0,03	0,16	-0,04	0,12	0,06	0,00	0,02	0,17	0,03
Erd	0,11	0,29	0,05	0,08	0,13	0,11	-0,10	0,00	0,07	-0,02	0,02	0,29	0,31	1,00	0,26	0,19	0,12	0,19	-0,03	-0,05	-0,13	0,18	0,15	0,13
Cor	0,50	0,41	0,09	0,39	0,02	0,32	0,32	0,08	-0,07	0,15	0,17	0,12	0,32	0,26	1,00	-0,15	0,46	-0,13	0,28	-0,24	-0,20	0,24	0,29	0,15
Mma	-0,55	0,02	-0,07	-0,19	0,06	0,17	-0,38	-0,03	0,19	-0,06	-0,18	-0,24	0,03	0,19	-0,15	1,00	-0,46	0,63	-0,11	-0,05	0,08	0,26	0,18	0,27
Oxy	0,59	0,35	0,18	0,09	0,06	-0,07	0,49	-0,20	-0,39	0,24	0,31	0,27	0,16	0,12	0,46	-0,46	1,00	-0,48	0,19	-0,26	-0,22	0,12	-0,12	0,18
Aca	-0,47	-0,03	-0,06	-0,14	-0,01	0,04	-0,43	-0,01	0,13	-0,10	-0,24	-0,06	-0,04	0,19	-0,13	0,63	-0,48	1,00	0,01	0,16	-0,14	0,05	0,23	0,08
Cya	0,18	0,37	0,03	0,22	0,05	-0,04	0,17	0,19	-0,19	0,33	-0,06	-0,17	0,12	-0,03	0,28	-0,11	0,19	0,01	1,00	-0,29	-0,12	0,04	-0,14	-0,03
Neog	-0,29	-0,11	-0,15	-0,02	0,16	0,08	-0,26	0,02	0,28	0,09	-0,04	0,07	0,06	-0,05	-0,24	-0,05	-0,26	0,16	-0,29	1,00	0,24	-0,05	-0,05	-0,23
Calop	-0,29	-0,02	-0,14	-0,07	0,03	0,23	-0,19	-0,21	0,11	-0,01	-0,25	0,07	0,00	-0,13	-0,20	0,08	-0,22	-0,14	-0,12	0,24	1,00	-0,04	-0,04	-0,20
Hom	0,16	0,20	0,04	-0,01	-0,18	0,15	0,08	0,01	0,18	0,17	-0,04	-0,12	0,02	0,18	0,24	0,26	0,12	0,05	0,04	-0,05	-0,04	1,00	-0,02	0,28
Lep	0,01	0,14	-0,05	0,02	-0,08	0,23	0,10	0,15	-0,17	0,19	0,00	0,12	0,17	0,15	0,29	0,18	-0,12	0,23	-0,14	-0,05	-0,04	-0,02	1,00	0,29
Mic	0,09	0,28	-0,07	-0,25	-0,37	0,13	0,24	-0,25	-0,07	0,03	-0,08	-0,11	0,03	0,13	0,15	0,27	0,18	0,08	-0,03	-0,23	-0,20	0,28	0,29	1,00

As maiores diversidades de larvas de Odonata encontradas em todo o período estudado foi no Rio Guareí, em especial nos meses de março, maio a julho e setembro a novembro de 2006 (Figura 39). Ainda na mesma figura 39 podemos observar que no Rio Paranapanema as menores diversidades foram registradas (março a agosto e novembro e dezembro de 2006).

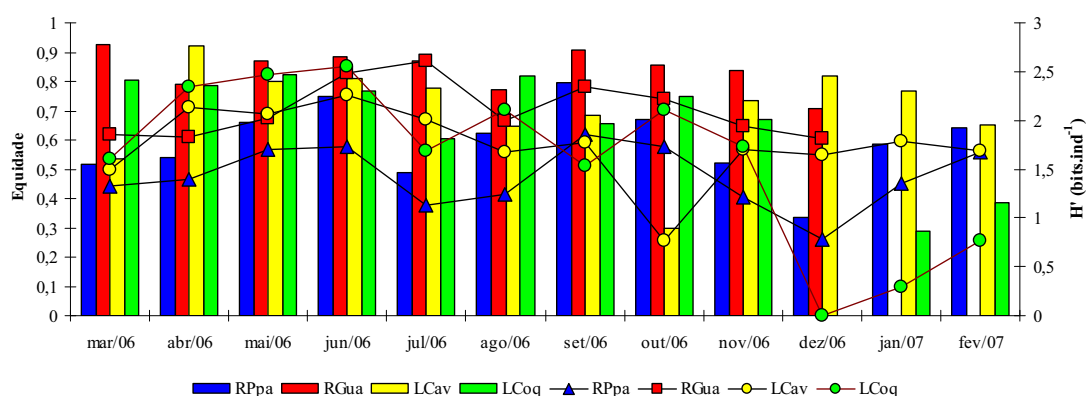


Figura 39: Diversidade (bits.ind^{-1}) e equidade das larvas de Odonata amostradas junto à macrófita nos Rios Paranapanema e Guareí e nas Lagoas dos Cavalos e Coqueiral no período de março de 2006 a fevereiro de 2007.

O Rio Paranapanema foi o local com as menores densidades de macroinvertebrados (março, maio a novembro de 2006 e janeiro de 2007) entre todos os ambientes estudados. A Lagoa dos Cavalos foi o ambiente com as maiores densidades de macroinvertebrados (março, maio, julho, agosto de 2006 e janeiro de 2007). No Rio Guareí (período de setembro a novembro de 2006) e na Lagoa do Coqueiral (em abril e junho de 2006 e em fevereiro de 2007), densidades elevadas foram registradas (Figura 40).

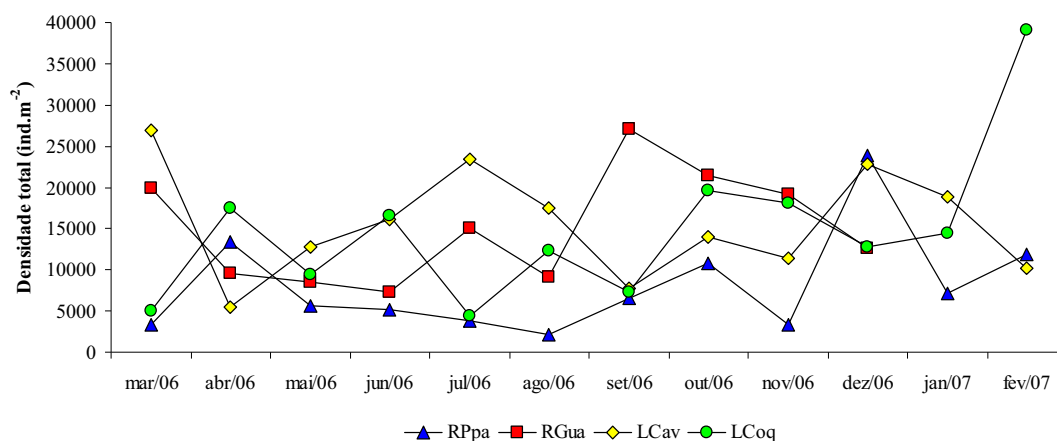


Figura 40: Média da densidade total de macroinvertebrados (ind.m^{-2}) amostrados junto à macrófita nos Rios Paranapanema e Guareí e nas Lagoas dos Cavalos e Coqueiral no período de março de 2006 a fevereiro de 2007

Quando analisamos a densidade apenas das larvas de Odonata, notamos que no Rio Paranapanema ocorreu as suas menores densidades (junho a setembro de 2006 e fevereiro de 2007). Já na Lagoa do Coqueiral, as maiores densidades de larvas de Odonata foram encontradas em abril a junho, agosto, setembro e novembro de 2006 e fevereiro de 2007, em relação a todo o período de estudo (Figura 41). Ainda na Figura 41 ficou claro um aumento na densidade de larvas de Odonata no período de outubro de 2006 a fevereiro de 2007 em todos os ambientes analisados.

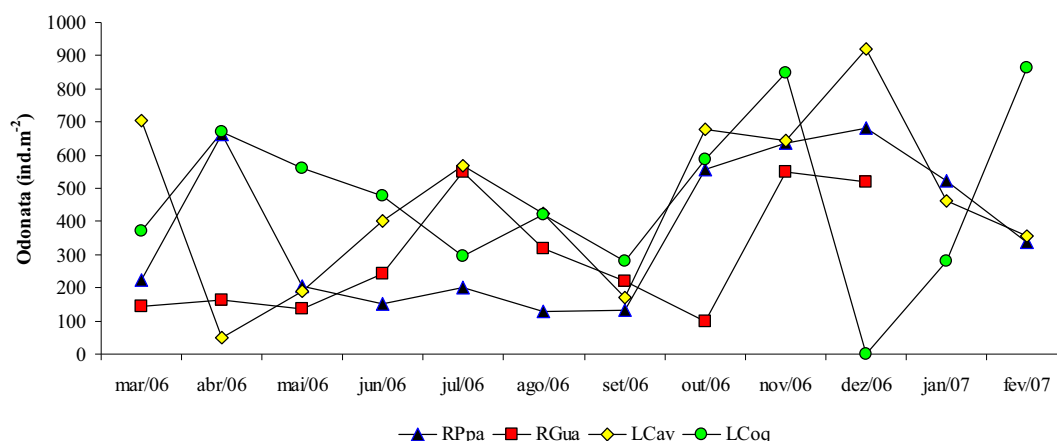


Figura 41: Média da densidade total de larvas de Odonata (ind.m^{-2}) amostradas junto à macrófita nos Rios Paranapanema e Guareí e nas Lagoas dos Cavalos e Coqueiral no período de março de 2006 a fevereiro de 2007

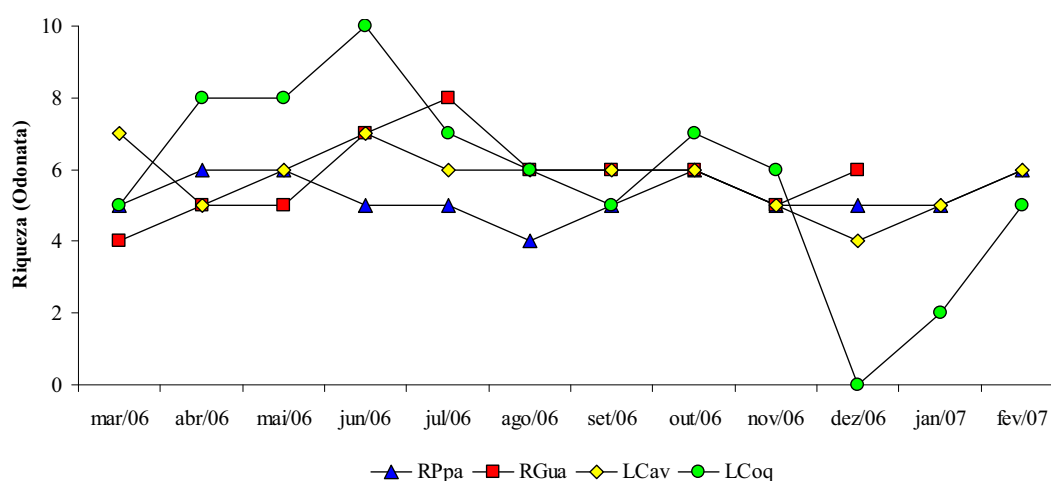


Figura 42: Média da riqueza de gêneros de Odonata amostrada junto à macrófita nos Rios Paranapanema e Guareí e nas Lagoas dos Cavalos e Coqueiral no período de março de 2006 a fevereiro de 2007

Além de se verificar as maiores densidades na Lagoa do Coqueiral, neste ambiente também ocorreu as maiores riquezas de Odonata, observadas em abril a junho, agosto, outubro e novembro de 2006. Por outro lado, a Lagoa do Coqueiral foi também o ambiente com as mais

baixas riquezas registradas neste estudo (período de dezembro de 2006 a janeiro de 2007) (Figura 42). O Rio Paranapanema foi o ambiente que apresentou o período mais prolongado com baixa riqueza (junho a novembro de 2006).

6.0. DISCUSSÃO

Dois tipos de ambientes são facilmente reconhecíveis nos ecossistemas aquáticos: os sistemas lóticos e os lênticos. Tanto os rios quanto as lagoas podem ser diferenciados pelas características físicas e químicas de suas águas como turbidez, matéria orgânica, pH (Mishra & Yadav, 1978), nutrientes (Essington & Carpenter, 2000) e oxigênio (Branco & Necchi, 1997; Odum, 2004). Nos rios, geralmente ocorre uma maior oxigenação devido principalmente a maior turbulência que favorece a difusão do oxigênio do ar para a água (Closs et al., 2004). Os resultados deste trabalho mostraram que as concentrações de oxigênio nos Rios Paranapanema e Guareí foram, na maioria das vezes, sempre maiores que nas Lagoas dos Cavalos e do Coqueiral. As menores concentrações de oxigênio registradas nas Lagoas dos Cavalos e do Coqueiral podem ter ocorrido não somente pela baixa turbulência da água observada normalmente em lagoas, mas também pela grande densidade de macrófitas. Observamos durante todo o período estudado que mais de 50% da superfície das Lagoas dos Cavalos e do Coqueiral estavam cobertas por macrófitas como *S. auriculata*. A alta densidade de plantas reduz diretamente o oxigênio na água devido aos processos de respiração noturna das plantas, e indiretamente pela redução da luz disponível na coluna de água para as comunidades fitoplanctônicas e perifíticas que sintetizam o

oxigênio (Esteves, 1998; Lorenzi, 2000). A quantidade de oxigênio na água afeta fortemente a composição de larvas de Odonata (Corbet, 1999).

Uma das razões para as diferentes composições de espécies de Odonata registradas em ambientes lóticos e lênticos está relacionada às formas de obtenção de oxigênio observadas nas duas principais subordens de Odonata: Anisoptera e Zygoptera. Em Anisoptera, as larvas apresentam um sistema de respiração retal formado por um tecido especializado em retirar o oxigênio da água (Corbet, 1999). Este sistema pode ser simples ondulado nas famílias Cordulegastridae e Petaluridae ou em forma de papilas como em Gomphidae ou duplo (Corbet, 1999). O duplo, segundo o autor, pode ser foliáceo como em Aeshnidae ou lamelar em Cordulidae e Libellulidae. Na subordem Zygoptera, a respiração ocorre por movimentos retais que impulsionam a água até um epitélio que é ricamente irrigado por traquéolas (Miller, 1993). Em condições de baixa oxigenação, algumas espécies de Zygoptera como *Calopteryx splendens* (Harris, 1782) podem compensar a baixa quantidade de oxigênio disponível com o aumento da frequência e da amplitude dos movimentos retais (Corbet, 1999). Portanto, dependendo das estruturas responsáveis pela obtenção de oxigênio observadas nas diferentes famílias e do comportamento das larvas de Odonata, a composição de espécies nos diferentes habitats pode ser distinta. Neste trabalho, a família Calopterygidae destacou-se, pois foi registrada exclusivamente no Rio Paranapanema. Dois gêneros são

descritos no Brasil até o momento para a família Calopterygidae: *Hetaerina* Hagen, 1853 e *Mnesarete* Cowley, 1934 (Costa et al., 2004). Há uma dificuldade muito grande na identificação destes dois gêneros devido à falta de conhecimento sobre os seus ciclos de vida e, por esta razão, as chaves de identificação para as larvas de *Hetaerina* e *Mnesarete* não permite a sua distinção. Entretanto, *Hetaerina* e *Mnesarete* apresentam características em comum como o habitat, geralmente ambientes lóticos com águas límpidas e rasas (Costa et al., 2004). O registro de Calopterygidae somente no Rio Paranapanema mostra certa preferência por ambientes lóticos. Entretanto, a ACC mostrou que no Rio Paranapanema, Calopterygidae correlacionou-se positivamente com a profundidade, isto é, o aumento da profundidade favoreceu a maior densidade de larvas de Calopterygidae. Esse resultado é diferente do observado na literatura, já que Calopterygidae é mais frequente em ambientes rasos e límpidos como riachos (Costa et al., 2004). O Rio Paranapanema foi o ambiente com as maiores profundidades e também com as maiores quantidades de material em suspensão (águas mais turvas) de todos os ambientes estudados. Portanto, o Rio Paranapanema, segundo Costa et al. (2004), teria condições desfavoráveis ao aparecimento de Calopterygidae. As larvas de Calopterygidae podem ter sido trazidas pela correnteza por algum tributário do Rio Paranapanema ou este rio pode ter proporcionado condições químicas da água como maior oxigenação que pode ter favorecido o seu aparecimento. Em março, junho, agosto,

novembro, dezembro de 2006 e janeiro de 2007, foram detectadas no Rio Paranapanema condições químicas na água semelhantes ao observado geralmente em riachos como uma maior concentração de oxigênio. O Rio Paranapanema foi o local com as mais altas quantidades de oxigênio na superfície da água no período estudado. Apesar disso, a ACC mostrou que foi o único ambiente onde não houve correlação significativa entre as larvas de Odonata e a concentração de oxigênio. Nos demais ambientes, isto é, no Rio Guareí e nas Lagoas dos Cavalos e Coqueiral, a ACC mostrou correlações significativas entre as larvas de Odonata e o oxigênio dissolvido na superfície da água. *Acanthagrion*, *Coryphaeschna*, *Erythrodiplox*, *M. marcella* e *Micrathyria* no Rio Guareí, *Acanthagrion* e *Oxyagrion* na Lagoa dos Cavalos e *Cyanallagma*, *Homeoura*, *M. marcella* e *Oxyagrion* na Lagoa do Coqueiral exibiram correlações positivas com o oxigênio e apenas *Micrathyria* negativa na Lagoa dos Cavalos. *Micrathyria* chamou a atenção por apresentar correlação positiva no Rio Guareí e negativa na Lagoa dos Cavalos. Em estudo realizado na Lagoa do Camargo, próxima a área estudada, não foi detectada qualquer correlação entre *Micrathyria* e oxigênio (Fulan & Henry, 2006). Possivelmente as espécies do gênero *Micrathyria* registradas neste trabalho no Rio Guareí e na Lagoa dos Cavalos eram distintas, já que as exigências em oxigênio foram diferentes.

Além das maiores concentrações de oxigênio terem sido registradas nos cursos de água neste trabalho, os Rios Paranapanema e Guareí também apresentaram as menores temperaturas de superfície da água em comparação com as lagoas. Um estudo comparativo entre rios e lagoas na Índia mostrou que os rios apresentaram uma temperatura de superfície da água inferior à registrada em lagoas (Mishra & Yadav, 1978). Uma temperatura menor na superfície da água no Rio Paranapanema em comparação as Lagoas dos Cavalos e Coqueiral também já havia sido registrada em trabalho anterior (Granado & Henry, 2008). Observamos através da ACC que a temperatura de superfície da água foi um fator ambiental significativo na variabilidade da densidade das larvas de Odonata apenas na Lagoa dos Cavalos. A Lagoa dos Cavalos é uma lagoa rasa, apresentou 3,07 m de profundidade máxima, e no período de junho de 2006 a janeiro de 2007 sua profundidade foi sempre inferior a 2 m, sendo que de agosto a dezembro menor que 1m. No primeiro metro de profundidade, de 50 a 60% da radiação é efetivamente convertida em calor (Sauberer, 1962; Esteves, 1998). Portanto, a Lagoa dos Cavalos, pelo menos no período de agosto a dezembro, esteve submetida à máxima radiação em toda sua coluna de água. A radiação solar intensa pode ter determinado a elevação da temperatura da água e, por esta razão, em agosto e outubro, a Lagoa dos Cavalos foi o ambiente mais quente em comparação com os demais ambientes estudados. Outro fator que pode ter favorecido a alta temperatura

da Lagoa dos Cavalos é seu isolamento superficial com o Rio Paranapanema. Granado & Henry (2008) observaram que as variáveis físicas e químicas da água de lagoas conectadas com o Rio Paranapanema, como a Lagoa do Coqueiral foram afetadas pela água do rio. Em oito meses do estudo (março, abril, julho a novembro de 2006 e fevereiro de 2007), as temperaturas de superfície da água da Lagoa do Coqueiral foram similares aquelas registradas no Rio Paranapanema. A influência do Rio Paranapanema sobre a Lagoa do Coqueiral fica mais evidente quando comparamos os dados do mês de novembro de 2006. Neste mês, o valor médio da temperatura de superfície da água na Lagoa do Coqueiral (24,5 °C) assemelhou-se ao do Rio Paranapanema (21,5 °C) e foi muito distinto da Lagoa dos Cavalos (15,2 °C), ambiente isolado. O efeito do influxo lateral de água do Rio Paranapanema sobre a Lagoa do Coqueiral também poderia ser o fator determinante para explicar as temperaturas menores registradas nesta lagoa em comparação a dos Cavalos como ocorreram nos meses de março, maio, julho, agosto, outubro de 2006 e fevereiro de 2007. Portanto, a baixa profundidade e o isolamento da Lagoa dos Cavalos do ambiente lótico podem ter concorrido para as elevadas temperaturas da água que afetaram significativamente, segundo a ACC, as densidades das larvas de Odonata.

Os efeitos da temperatura da água sobre a densidade e o desenvolvimento das larvas de Odonata são conhecidos (Lutz, 1974;

Hassan, 1976; Lawton et al., 1980; Ward, 1992; Krishnaraj & Pritchard, 1995; Corbet, 1999; Suhling et al., 2004). Locais que apresentam temperaturas mais elevadas tendem a mostrar menor densidade e riqueza de espécies (Corbet, 1999; Fulan & Henry, 2006). Na Lagoa dos Cavalos foi observada uma relação direta entre a temperatura de superfície da água e a densidade de larvas de Odonata, isto é, nos meses mais quentes as densidades totais dos odonatos foram maiores. Nos meses de março, julho, outubro e dezembro de 2006 foram registrados na Lagoa dos Cavalos uma das maiores temperaturas de superfície da água e também as maiores densidades de larvas de Odonata. Foi altamente significativo o efeito negativo da temperatura de superfície da água sobre as densidades de *Erythrodiplex* e *Oxyagrion* na Lagoa dos Cavalos. Além da temperatura de superfície da água, a profundidade foi outro fator ambiental que atuou fortemente sobre as larvas de Odonata.

O efeito da profundidade foi pouco significativo para os odonatos registrados na Espanha (Sato & Riddiford, 2007) e na Inglaterra (Ward & Mill, 2005). Por outro lado, pode haver certa preferência de alguns odonatos como *Macromia splendens pictet* por corpos de água mais rasos (Rivera, 2000). Outras espécies como *Ischnura verticalis* também mostraram-se altamente sensíveis à profundidade (Baker & Feltmate, 1989). De acordo com esses autores, a seleção de microhabitat é baseada primeiramente na disponibilidade de alimento e, em segundo lugar à baixa

profundidade. Os resultados deste trabalho mostraram que a profundidade teve um papel muito importante na distribuição das larvas de Odonata. Em três dos quatro ambientes estudados (Rios Paranapanema e Guareí e Lagoa do Coqueiral), a profundidade exerceu, segundo a ACC, um papel primordial na distribuição da densidade dos odonatos. Entretanto, os efeitos da profundidade tanto positivos quanto negativos foram registrados somente nos rios e na Lagoa do Coqueiral, conectada. Na Lagoa dos Cavalos, o efeito da profundidade não foi significativo. A Lagoa dos Cavalos, ambiente isolado e não afetado diretamente pelo regime hidrológico do Rio Paranapanema, mostrou baixa variação da profundidade e, por esta razão, o efeito da profundidade sobre as larvas de Odonata não foi tão evidente neste ambiente. Por outro lado, outros fatores ambientais foram, segundo a ACC, menos significativos na variabilidade das densidades dos odonatos como a biomassa da macrófita, a temperatura do ar, o material em suspensão, o pH e a condutividade da água. Esses fatores não tiveram aparentemente efeito significativo sobre as densidades das larvas de Odonata. Dentre os fatores ambientais medidos, a condutividade destacou-se, pois apesar de mostrar elevadíssimos valores no Rio Guareí em todos os meses desse estudo. Entretanto, não exerceu efeito significativo, segundo a ACC, sobre as larvas de Odonata. A alta condutividade registrada no Rio Guareí já era esperada devido às características geológicas de sua bacia de drenagem e pela introdução

durante o seu percurso de altas cargas de esgoto (especialmente a montante de Angatuba) liberadas sem qualquer tipo de tratamento. Às margens do Rio Guareí junto aos locais onde foram feitas as amostragens, há intensa atividade agropecuária, sendo que em muitos trechos o pasto termina na margem do rio e, muitas vezes, observamos animais utilizando diretamente de sua água. Um dos principais emissores de esgoto no Rio Guareí, além das cidades por onde passa, é um presídio localizado no município de Guareí que libera esgoto não tratado para o rio. A condutividade foi um dos fatores ambientais que mais explicaram a variabilidade da densidade de macroinvertebrados em estudo realizado em 42 lagos localizados na Itália (Rossaro et al., 2007) e também de larvas de Odonata na Inglaterra (Painter, 1999). Outros insetos predadores como os hemípteros também mostraram sensibilidade à condutividade no Rio Tamiraparani na Índia (Martin et al., 2000). Além disso, a condutividade mostrou-se extremamente importante na composição de espécies de Odonata em estudo realizado na França (Scher & Thiery, 2005). Por outro lado, algumas espécies como *Macromia splendens* (Cordulidae) mostraram baixa sensibilidade à condutividade (Rivera, 2000). Uma baixa correlação entre larvas de Odonata e a condutividade também já havia sido observada na Lagoa do Camargo, lateral ao Rio Paranapanema (Fulan & Henry, 2006). Portanto, no período de março de 2006 a fevereiro de 2007, a condutividade exerceu baixa influência sobre as larvas de Odonata mesmo

em ambientes com valores elevados como o Rio Guareí. Apesar da alta ação antrópica registrada no Rio Guareí, observada através da alta condutividade e da baixa cobertura da mata ciliar, este ambiente foi o local que mostrou as maiores diversidades de larvas de Odonata de todos os ambientes estudados. Reece & McIntyre (2009) observaram em estudo de cinco anos que a diversidade de Odonata não se alterou ao longo do tempo, apesar dos impactos antrópicos terem aumentado no mesmo período. Ferreira-Peruquetti & Fonseca-Gessner (2003) mostraram que as variáveis físicas e químicas da água não foram suficientes para explicar as diferenças encontradas em estudo sobre a riqueza de espécies de Odonata. Talvez outras variáveis abióticas ou mesmo bióticas que não foram medidas neste estudo tenham tido um efeito maior sobre a diversidade de espécies e, por esta razão, o Rio Guareí tenha se destacado pela sua alta diversidade.

Outras variáveis ambientais como a precipitação, apesar de seus valores não terem sido incluídos na ACC, pois não foi medida no local da amostragem, visto que são dados provenientes da Estação Pluviométrica localizada na cidade de Angatuba (a 25km dos locais de coleta), pareceu ter um papel importante sobre as libélulas. Houve um aumento na densidade das larvas de Odonata em todos os ambientes estudados no período de outubro de 2006 a fevereiro de 2007, meses mais chuvosos de todo período estudado. Um efeito positivo das precipitações sobre o aumento da diversidade já havia sido registrado em estudo mundial sobre a distribuição

das libélulas (Kalkman et al., 2008). Não detectamos um aumento na diversidade nos meses mais chuvosos, pelo contrário, houve uma redução na diversidade no período de outubro a dezembro de 2006 para os Rios Paranapanema e Guareí e Lagoa do Coqueiral, porém observamos um claro aumento na densidade de Odonata no período chuvoso. Fulan & Henry (2007) observaram, diferentemente do registrado neste trabalho, uma maior densidade de Odonata no período seco, onde os totais mensais de precipitações foram menores. No período seco, segundo os autores, houve uma menor profundidade na lagoa estudada, consequência da menor precipitação, o que aumentou a eficiência na amostragem das larvas de Odonata.

Todas as variáveis ambientais comentadas até aqui como oxigênio, profundidade, temperatura e precipitação foram diretamente responsáveis pelas diferentes composições de larvas de Odonata registradas na água nos Rios Paranapanema e Guareí e nas Lagoas dos Cavalos e Coqueiral. Entretanto, as condições físicas e químicas da água afetam a sobrevivência das larvas, mas não a seleção de oviposição pelas libélulas adultas. Corbet (2006) destacou quatro características do habitat fundamentais para ocorrência de adultos de Odonata. Segundo o autor, o habitat deve proporcionar um microclima que possibilite uma termorregulação para os adultos, abundância de alimento, abrigos diurnos e noturnos contra as intempéries e proximidade a corpos de água para a deposição de ovos, que

possibilite o desenvolvimento e a sobrevivência das larvas. Neste trabalho, nos atemos apenas às ocorrências das larvas que estavam junto às macrófitas e não consideramos as características do habitat externo às plantas, que poderiam afetar a oviposição dos adultos. Portanto, considerando as macrófitas como habitat das larvas e local onde foram depositados os ovos pelos adultos, seria esperado que as espécies de Odonata registradas neste trabalho fossem aquelas que ocorressem comumente junto às macrófitas. No Brasil, devido aos poucos estudos envolvendo a ecologia de Odonata e também de sua altíssima diversidade, fica difícil concluir sobre a biologia das larvas como tentar determinar o local onde cada espécie é registrada. Entretanto, algumas inferências podem ser consideradas. A preferência de algumas espécies de Odonata por macrófitas já foi registrada por vários autores (Lounibos et al., 1990; Clark & Samways, 1996; Stewart & Samways, 1998; Assis et al., 2004; Ferreira-Peruquetti, 2004). De acordo com Carvalho & Nessimian (1998), *Miathyria*, *Micrathyria*, *Acanthagrion*, *Homeoura*, *Ischnura*, *Oxyagrion*, *Telebasis*, *Erythemis*, *Erythrodiplax* são os principais gêneros que ocorrem junto às macrófitas. Todos esses gêneros que são descritos associados às macrófitas foram registrados nos Rios Paranapanema e Guareí e nas Lagoas dos Cavalos e Coqueiral com exceção de *Ischnura*. Por outro lado, *Ischnura* já foi observado junto à macrófita *Eichhornia azurea* em lagoa próxima à área estudada (Fulan & Henry, 2006). Apesar da maioria das

espécies que ocorrem junto às macrófitas não apresentarem preferência por determinadas plantas, algumas larvas de Odonata como *M. marcella*, com ampla distribuição geográfica (Needham et al., 2000; De Marco Júnior, 2008), podem exibir certa preferência por macrófitas como *Pistia stratiotes* L. (Escher & Lounibos, 1993). Todas as larvas de Odonata amostradas neste trabalho foram capturadas junto à macrófita *S. auriculata*. Nos locais onde *S. auriculata* foi coletada nos Rios Paranapanema e Guareí e nas Lagoas dos Cavalos e Coqueiral haviam outras plantas como *Eichhornia azurea* Kunth, *Echinochloa polystachya* Hitchcock, *Polygonum spectabile* Mart. e *P. stratiotes*. Carvalho & Nessimian (1998) observaram que larvas de Libellulidae como *M. marcella* são extremamente adaptadas às macrófitas e podem escalar e se mover entre as macrófitas em busca de alimento. Portanto, é possível que *M. marcella* estivesse junto à *P. stratiotes* e por alguma razão como falta de alimento buscou outras espécies de macrófitas como *S. auriculata*.

Além da preferência de algumas espécies de Odonata por macrófitas, há também uma distribuição heterogênea das larvas em função dos ambientes lânticos e lóticos (Corbet, 1999). Doze gêneros de Odonata foram identificados neste estudo nos Rios Paranapanema e Guareí e nas Lagoas dos Cavalos e Coqueiral: *Coryphaeschna*, *Neogomphus*, *Erythemis*, *Erythrodiplox*, *M. marcella*, *Micrathyria*, *Acanthagrion*, *Cyanallagma*, *Homeoura*, *Leptagrion*, *Oxyagrion*, *Telebasis* e Calopterygidae. Desses

gêneros, são característicos de ambientes lênticos: *Coryphaeschna*, *Neogomphus*, *Erythemis*, *Erythrodiplax*, *M. marcella*, *Micrathyria*, *Homeoura*, *Oxyagrion* e *Telebasis*; ambientes lênticos e lóticos *Acanthagrion* e *Cyanallagma*; bromeliáceas: *Leptagrion* (Costa et al., 2004). As diferenças nas composições de espécies em ambientes lóticos e lênticos ficam evidentes quando analisamos os resultados dos trabalhos envolvendo Odonata durante a construção de reservatórios. Após o represamento dos rios, há uma gradual transição do ambiente lótico para o lêntico (Thornton et al., 1990). Há nos primeiros anos após o represamento dos rios uma redução no número de espécies devido aos impactos causados, por exemplo, por mudanças na composição da vegetação marginal e do substrato (Voshell & Simmons, 1978; Cannings & Cannings, 1998). Todavia, segundo os autores, com o passar do tempo as espécies registradas frequentemente em ambientes lóticos que necessitam de uma maior demanda de oxigênio são substituídas por espécies de ambientes lênticos e mais tolerantes à menor oxigenação da água (Suh & Samways, 2005). Fulan et al. (2009) também registraram uma substituição de espécies consideradas de rios e riachos por espécies de lagos e lagoas durante um estudo realizado no Reservatório de Alqueva após o represamento do Rio Guadiana em Portugal. Portanto, há uma composição diferente de larvas de Odonata em rios e em lagos em função das características do ambiente e também das características de cada espécie. Entretanto, apesar de haver

uma clara distinção entre espécies de ambientes lênticos e lóticos em países europeus, nos ambientes estudados não registramos essa distinção para as larvas de Odonata. Comparando as composições de espécies de Odonata nos quatro ambientes notamos que a composição foi muito semelhante, principalmente entre o Rio Guareí e a Lagoa dos Cavalos. Nestes dois locais a composição foi praticamente à mesma, exceto por *Coryphaeschna* que só ocorreu no Rio Guareí e *Oxyagrion* que foi amostrada apenas na Lagoa dos Cavalos. Nos demais ambientes (Rio Paranapanema e Lagoa do Coqueiral), a composição de espécies foi também semelhante. Talvez a semelhança na composição de espécies registrada neste estudo tenha ocorrido pela baixa escala espacial utilizada, isto é, a proximidade dos ambientes. Entretanto, *Micrathyria*, *Homeoura*, *Leptagrion* só ocorreram na Lagoa do Coqueiral, enquanto que Calopterygidae e *Neogomphus* só ocorreram no Rio Paranapanema.

Nos parágrafos anteriores nos atemos apenas ao papel dos fatores ambientais sobre os odonatos. Entretanto, não devemos esquecer de que há uma forte relação ecológica entre as larvas de Odonata com outros macroinvertebrados que ocupam o mesmo habitat e, por esta razão, todos os macroinvertebrados amostrados junto à macrófita foram identificados em grandes grupos. Larvas de Odonata são os principais predadores da zona litorânea (Benke, 1976; Benke, 1978; Corbet, 1983; Petr, 1968; De Marco Jr & Latini, 1998), podendo alimentar-se de qualquer presa

disponível desde que tenha tamanho adequado (Corbet, 1983; Capitulo, 1992). Sua alimentação é muito variada desde Díptera (Buttow et al., 1993) até pós-larvas de peixes como *Prochilodus lineatus*, conhecido popularmente como curimba (Soares et al., 2003). Além de generalistas, as larvas de Odonata são também extremamente vorazes podendo se alimentar de três girinos de tamanho equivalente a seu corpo em um período de 48 horas (Fulan & Almeida, 2009). A análise de Spearman realizada entre as densidades de todos os macroinvertebrados identificados mostrou uma relação inversa entre *M. marcella* e *Acanthagrion* e Hemiptera, Calopterygidae e Ceratopogonidae e *Oxyagrion* e Orthoptera. Entretanto, quando analisamos a densidade de larvas de Odonata e a densidade dos demais macroinvertebrados, foi notada uma semelhança na variabilidade das densidades para os quatro ambientes estudados mostrando que em uma escala temporal há uma relação direta entre consumidores de níveis tróficos distintos.

7.0. CONCLUSÕES

- Apesar dos quatro ambientes apresentarem características físicas e químicas de suas águas distintas, a composição de gêneros de Odonata foi semelhante possivelmente devido à proximidade das áreas de amostragem, isto é, a proximidade espacial entre os ambientes estudados.
- Não houve composições diferentes de larvas de Odonata entre ambientes lóticos (Rios Paranapanema e Guareí) e lênticos (Lagoas dos Cavalos e Coqueiral).
- O Rio Guareí, com maior ação antrópica e altíssima condutividade em comparação aos demais ambientes, foi o ambiente com a maior diversidade de Odonata entre os quatro ambientes analisados mostrando que as larvas de Odonata podem ser tolerantes às perturbações em seu habitat e à condutividade.
- Apesar do Rio Paranapanema ter apresentado as maiores concentrações de oxigênio na superfície da água, condições que geralmente favorecem a maior densidade de macroinvertebrados, foi o local com as menores densidades de macroinvertebrados, incluindo as larvas de Odonata, mostrando que esta variável ambiental teve um efeito secundário sobre os macroinvertebrados no período estudado.

- A ocorrência de larvas de Odonata como Calopterygidae no Rio Paranapanema sugere que há certa preferência desta família por ambientes com maior profundidade e melhor oxigenação da água.
- A alta temperatura de superfície da água registrada na Lagoa dos Cavalos mostrou ter um efeito positivo sobre a densidade de macroinvertebrados. Entretanto, exerceu um efeito negativo sobre as larvas de *Erythrodiplax* e *Oxyagrion*.
- A profundidade foi a variável que mais atuou sobre as larvas de Odonata nos Rios Paranapanema e Guareí e na Lagoa do Coqueiral. A profundidade não exerceu um efeito direto sobre os odonatos na lagoa desconectada do rio, a Lagoa dos Cavalos.
- Temperatura do ar, material em suspensão, pH e condutividade não exerceram efeito significativo sobre as larvas de Odonata no período analisado.

8.0. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Afonso, A. A. O. 2002. **Relações da fauna associada à *Eichhornia azurea* (Swartz) Kunth com as variáveis abióticas em lagoas laterais de diferentes graus de conexão ao Rio Paranapanema (zona de desembocadura na Represa de Jurumirim, SP)** [Tese]. Botucatu-SP: UNESP.
- Aida, M., Ikeda, H., Itoh, K., Usui, K. 2006. Effects of five rice herbicides on the growth of two threatened aquatic ferns. **Ecotoxicology and Environmental Safety** **63**: 463–468.
- Ali, M. M., Mageed, A. A., Heikal, M. 2007. Importance of aquatic macrophyte for invertebrate diversity in large subtropical reservoir. **Limnologica** **37**: 155–169
- Askew, R. R. 1988. **The Dragonflies of Europe**. England: Harley Books. 308 p.
- Assis, J. C. F., Carvalho, A. L. & Nessimian, J. L. 2004. Composição e preferência por microhabitat de imaturos de Odonata (Insecta) em um trecho de baixada do Rio Ubatiba, Maricá-RJ, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia** **48**(2): 273-282
- Baker, R. L. & Feltmate, B. W. 1989. Depth selection by larval *Ischnura verticalis* (Odonata: Coenagrionidae): effects of temperature and food. **Freshwater Biology** **22** (2): 169-175.

- Benke, A. C. 1976. Dragonfly production and prey turnover. **Ecology** **57**: 915-927.
- Benke, A. C. 1978. Interactions among coexisting predators: a field experiment with dragonfly larvae. **Journal of Animal Ecology** **47**: 335-350
- Branco, L. H. Z. & Necchi, O. 1997. Variação longitudinal de parâmetros físicos e químicos em três rios pertencentes a diferentes bacias de drenagem na região noroeste do Estado de São Paulo. **Acta Limnologica Brasiliensia** **9**: 165-177.
- Bulánková, E. 1997. Dragonflies (Odonata) as bioindicators of environment quality. **Biologia (Bratisl)** **52**:177–180.
- Buttow, N. C., Takeda, A. M. & Melo, S. M. 1993. Fauna de Odonata da Planície de Inundação do Alto Rio Paraná: Identificação e Ocorrência de Náíades. **Revista UNIMAR** **15** (Suplemento): 83-94.
- Cannings, R. A. & Cannings, S. G. 1998. Odonata (Damselflies and Dragonflies). In: **Assessment of species diversity in the Montane Cordillera Ecozone**. Smith, I. M. & Scudder, G.G.E. (eds). Ecological Monitoring and Assessment Network, Burlington.
- Capitulo, A. R. 1992. **Los Odonata de la República Argentina (Insecta): Fauna de agua dulce de la República Argentina**. La Plata: Profadu (Conicet), 34 (1): 91p.

- Carle, F. L. 1979. Environmental monitoring potential of the Odonata, with a list of rare and endangered Anisoptera of Virginia. United States. **Odonatologica** 3 (8): 319-323.
- Carvalho, A.L. & Nessimian, J. L. 1998. Odonata do estado do Rio de Janeiro, Brasil: hábitats e hábitos das larvas. In: Neissimian, J.L. & Carvalho, A.L. (eds). **Ecologia de Insetos Aquáticos**. Séries Oecologia Brasiliensis, vol. V., PPGE-UFRJ., Rio de Janeiro, p. 3-28.
- Chambers, P. A., Prepas, E. E., Hamilton, H. R. & Bothwell, M. L. 1991. Current velocity and its effect on aquatic macrophytes in flowing waters. **Ecological Applications** 1(3): 249-257.
- Chambers, P. A., Lacoul, P. Murphy, K. J. & Thomaz, S. M. 2008. Global diversity of aquatic macrophytes in freshwater. **Hydrobiologia** 595: 9–26.
- Chovanec, A. & Raab, R. 1997. Dragonflies (Insecta, Odonata) and the ecological status of newly created wetlands – examples of long-term bioindication programmes. **Limnologia** 27: 381-392.
- Chimney, M. J. & Pietro, K. C. 2006. Decomposition of macrophyte litter in a subtropical constructed wetland in south Florida (USA). **Ecological Engineering** 27: 301–321.
- Chovanec, A. 2000. Dragonflies (Insecta: Odonata) as indicators of the ecological integrity of aquatic systems – a new assessment

approach. **Verhandlungen der Internationalen Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie** 27: 887–890.

Chovanec, A. & Waringer, J. 2001. Ecological integrity of river-floodplain system—assessment by dragonfly surveys (Insecta: Odonata). **Regulated Rivers: Research and Management** 17: 493–507.

Clark, T. E. & Samways, M. J. 1996. Dragonflies (Odonata) as indicators of biotope quality in the Kruger National Park, South Africa. **Journal Applied Ecology** 33:1001–1012.

Closs, G., Downes, B. & Boulton, A. 2004. **Freshwater Ecology: A scientific introduction**. Blackwell Publishing Company. Malden: USA. 240p.

Corbet, P. S. 1983. **A Biology of Dragonflies**. London: Classey. 247p.

Corbet, P. S. 1999. **Dragonflies: Behavior and Ecology**. New York: Cornell University Press. 829 p.

Corbet, P. S. 2006. Forests as habitats for dragonflies (Odonata). In: Rivera, A. C. (ed). **Forests and Dragonflies**. Pensoft Publishers, Bulgaria, p. 13-36

Costa, J. M., Souza, L. O. I., Lourenço, A. N. & Oldrini, B. B. 2004. Chave para identificação das famílias e gêneros das larvas conhecidas de Odonata do Brasil: comentários e registros bibliográficos. **Publicação Avulsa Museu Nacional** 99: 3-42.

- Costa, C., Ide, S. & Simonka, C. E. 2006. **Insetos Imaturos: Metamorfose e Identificação**. Ribeirão Preto: Holos. 249 p.
- Croxdale, J. G. 1978. *Salvinia* leaves. I. Origin and early differentiation of floating and submerged leaves. **Canadian Journal of Botany** **56**: 1982-1991.
- Croxdale, J. G. 1979. *Salvinia* leaves. II. Morphogenesis of the floating leaf. **Canadian Journal of Botany** **57**: 1951-1959.
- Croxdale, J. G. 1981. *Salvinia* leaves. III. Morphogenesis of the submerged leaf. **Canadian Journal of Botany** **59**: 2065-2072.
- Davanso, R. C. S. & Henry, R. 2006. A biodiversidade bentônica em lagoa marginal ao rio Paranapanema na zona de sua desembocadura, na represa de Jurumirim. **Acta Scientiarum Biological Sciences** **28** (4): 347-357.
- Dawson, F. H., Kern-Hansen, U. 1978. The Effect of Natural and Artificial Shade on the Macrophytes of Lowland Streams and the Use of Shade as a Management Technique. **Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie** **64** (4): 437 – 455.
- De Marco Jr, P. 2008. Libellulidae (Insecta: Odonata) from Itapiracó reserve, Maranhão, Brazil: new records and species distribution information. **Acta Amazonica** **38** (4): 819 – 822.
- De Marco Jr., P. & Latini, A. O. 1998. Estrutura de guildas e riqueza de espécies em uma comunidade de larvas de Anisoptera (Odonata). In:

- Nessimian, J. L. & Carvalho, A. L. (eds). **Ecologia de insetos aquáticos**. Séries Oecologia Brasiliensis, vol. V., PPGE-UFRJ., Rio de Janeiro, p. 101-112.
- Dunkle, S. W. & Belwood, J. J. 1982. Bat predation on Odonata. **Odonatologica** **11** (3): 225-229.
- Escher, R. L. & Lounibos, L. P. 1993. Insect Associates of *Pistia stratiotes* (Arales: Araceae) in Southeastern Florida. **The Florida Entomologist** **76** (3): 473-500.
- Essington, T.E. & Carpenter, S. R. 2000. Nutrient Cycling in Lakes and Streams: Insights from a Comparative Analysis. **Ecosystems** **3** (2): 131-143
- Esteves, F. A. 1998. **Fundamentos de Limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência/ FINEP. 545 p.
- Feldmann, T. & Nøges, P. 2007. Factors controlling macrophyte distribution in large shallow Lake Vörtsjärv. **Aquatic Botany** **87**: 15–21.
- Ferreira-Peruquetti, P. S. & Fonseca-Gessner, A. A. 2003. Comunidade de Odonata (Insecta) em áreas naturais de cerrado e monocultura no nordeste do Estado de São Paulo, Brasil: relação entre o uso do solo e a riqueza faunística. **Revista Brasileira de Zoologia** **20** (2): 219-224.

- Ferreira-Peruquetti, P. S. 2004. **Odonata (libélulas) do município de Luís Antônio, São Paulo, Brasil: relação com o uso do solo e riqueza faunística**. [Tese]. São Carlos-SP: UFSCAR.
- Foote, A. L. & Hornung, C. L. 2005. Odonata as biological indicators of Canadian prairie wetlands. **Ecological Entomology** **30**: 273-283.
- Franco, G. M. S. & Takeda, A. M. 2002. Larvae of Odonata associated with *Eichhornia azurea*, in three channels in the flood plain of the Paraná River, Brazil. **Acta Ambiental Catarinense** **1** (1): 88-98.
- Fulan, J. A. & Henry, R. 2006. The Odonata (Insecta) assemblage on *Eichhornia azurea*(Sw.) Kunth (Pontederiaceae) stands in Camargo Lake, a lateral lake on the Paranapanema River (state of São Paulo, Brazil), after an extreme inundation episode. **Acta Limnologica Brasiliensia** **18** (4): 423-431.
- Fulan, J. A. & Henry, R. 2007. Distribuição temporal de imaturos de Odonata (Insecta) associados à *Eichhornia azurea* (Kunth) na Lagoa do Camargo, Rio Paranapanema, São Paulo. **Revista Brasileira de Entomologia** **51**(2): 224-227.
- Fulan, J. A., Raimundo, R. & Figueiredo, D. 2008. Habitat characteristics and dragonflies diversity and abundance in the Guadiana River, Eastern of the Alentejo, Portugal. **Boletín de la Asociación Española de Entomologia** **32** (3-4): 327-340.

- Fulan, J. A., Raimundo, R., Figueiredo, D. & Correia, M. 2009. Abundance and diversity of dragonflies four years later of the construction of a reservoir. **Limnetica** (aceito 21/04/2009).
- Fulan, J. A. & Almeida, S. C. 2009. Efeito da heterogeneidade ambiental na predação de girinos de *Scinax fuscovarius* e *Physalaemus cuvieri* por larvas de Odonata. **Acta Scientiarum** (aceito 15/05/2009).
- Granado, D. C. & Henry, R. 2008. The influence of the hydrologic pulse on the water physical and chemical variables of lateral lakes with different connection levels to Paranapanema River in the mouth zone at Jurumirim Reservoir (São Paulo, Brazil). **Acta Limnologica Brasiliensia** 20 (4): 265-275.
- Gonçalves, J. F. Jr., Esteves, F. A. & Callisto, M. 2003. Chironomids colonization on *Nymphaea ampla* L. detritus during a degradative ecological succession experiment in a Brazilian coastal lagoon. **Acta Limnologica Brasiliensia** 15(2): 21-27.
- Hahn, N. S. 1991. **Alimentação e dinâmica da nutrição da curvina *Plagioscion aquamosissimus* e aspectos da estrutura trófica da ictiofauna acompanhante no Rio Paraná**. [Tese]. Rio Claro-SP: UNESP.
- Hassan, A. T. 1976. The effects of food on the larval development of *Palpopleura lucia lucia* (Drury) (Anisoptera: Libellulidae). **Odonatologica** 5: 27-33.

- Hofmann, T. A. & Mason, C. F. 2005. Habitat characteristics and the distribution of Odonata in a lowland river catchment in eastern England. **Hydrobiologia** **539**:137-147.
- Howard, G. W. & Harley, K. L. S. 1998. How do floating aquatic weeds affect wetland conservation and development? How can these effects be minimised? **Wetland Ecology and Management** **5**: 215-225.
- Kalkman, V. J., Clausnitzer, V., Dijkstra, K. D. B., Orr, A. G., Paulson, D. R. & Tol, J. 2008. Global diversity of dragonflies (Odonata) in freshwater. **Hydrobiologia** **595**:351–363.
- Kondratieff, B. C. & Pyott, C. J. 1987. The Anisoptera of the Savannah River Plant, South Carolina, United States: thirty years later. **Odonatologica** **16**: 9-23.
- Krishnaraj, R. & Pritchard, G. 1995. The influence of larval size, temperature, and components of the functional response to prey density on growth rates of the dragonflies *Lestes disjunctus* and *Coenagrion resolutum* (Insecta: Odonata). **Canadian Journal of Zoology** **73**: 1672–1680.
- Lawton, J. H., Thompson, B. A. & Thompson, D. J. 1980. The effects of prey density on survival and growth of damselfly larvae. **Ecological Entomology** **5**: 39–51.
- Lorenzi, H. 2000. **Plantas Daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas**. Nova Odessa: Plantarum. 512p.

- Lounibos, L. P., Escher, R. L., Dewald, L. B., Nishimura, N. & Larson, V. L. 1990. Odonata associated with water lettuce *Pistia stratiotes* L. in South Florida. **Odonatologica** **19** (4): 359-366.
- Lutz, P. A. 1974. Effects of Temperature and Photoperiod on Larval Development in *Tetragoneuria Cynosura* (Odonata: Libellulidae). **Ecology** **55** (2):370-377.
- Maltais-Landry, G., Chazarenc, F., Comeau, Y., Troesh, S. & Brisson, J. 2007. Effects of artificial aeration, macrophytes species, and loading rate on removal efficiency in constructed wetland mesocosms treating fish farm wastewater. **Journal of Environmental Engineering and Science** **6**: 409-414.
- Mandal, S. K., Ghosh, A., Bhattacharjee, I. & Chandra, G. 2008. Biocontrol efficiency of odonate nymphs against larvae of the mosquito, *Culex quinquefasciatus* Say, 1823. **Acta Tropica** **106** (2): 109-114.
- Martin, P., Haniffa, M. A. & Arunachalam, M. 2000. Abundance and diversity of macroinvertebrates and fish in the Tamiraparani river, South India. **Hydrobiologia** **430**: 59–75.
- McCafferty, W. P. 1983. **Aquatic Entomology**. Boston: Jones and Bartlett. 448p.

- Merritt, R. W. & Cummins, K. W. 1996. **An introduction to the aquatic insects of North America**. Dubuque: Kendall/Hunth Publishing Company. 722p.
- Mishra, G. P. & Yadav, A. K. 1978. A comparative study of physico-chemical characteristics of river and lake water in Central India. **Hydrobiologia** **59** (3): 275-278.
- Monkolski, A, Takeda, A. M. & Melo, S. M. 2005. Fauna structure of water mites associated with *Eichhornia azurea* in two lakes of the upper Paraná floodplain, Mato Grosso do Sul State, Brazil. **Acta Scientiarum Biological Sciences** **27** (4): 329-337.
- Moretti, M. S., Goulart, M. D. C. & Callisto, M. 2003. Avaliação rápida da macrofauna associada a *Eichhornia azurea* (Swartz) Kunth, 1843 e *Pontederia lanceolata* Nutt., 1818 (Pontederiaceae) na Baía do Coqueiro, Pantanal de Poconé (MT/Brasil). **Revista Brasileira de Zoociências** **5** (1): 7-22.
- Moulton, T. P. 1998. Saúde e integridade do ecossistema e o papel dos insetos aquáticos. **Oecologia Brasiliensis** **5**: 281-298.
- Ngari, A. N., Kinyamario, J. I., Ntiba, M. J. & Mavuti, K. M. 2008. Factors affecting abundance and distribution of submerged and floating macrophytes in Lake Naivasha, Kenya. **African Journal of Ecology** **47** (1): 32 – 39.

- Odum, E. P. 2004. **Fundamentos de Ecologia**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian. 927p.
- Osborn, R. & Samways, M. J. 1996. Determinant of adult dragonfly assemblage patterns at news ponds in South Africa. **Odonatologica** **25**: 49-58.
- Osborn, R. 2005. Odonata as indicators of habitat quality at lakes in Louisiana, United States. **Odonatologica** **34** (3): 259-270.
- Painter, D. 1999. Macroinvertebrate distributions and the conservation value of aquatic Coleoptera, Mollusca and Odonata in the ditches of traditionally managed and grazing fen at Wicken Fen\ UK. **Journal of Applied Ecology** **36**: 33-48.
- Parsons, J. K. & Malthews, F. A. 1995. Analysis of the associations between macroinvertebrates and macrophytes in a freshwater pond. **Northwest Science** **69** (4): 265-275.
- Petr, T. 1968. Populations changes in aquatic invertebrates living on two plants in a tropical man-made lake. **Hydrobiologia** **31**:449-485.
- Pompêo, M. L. M., Henry, R. & Moschini-Carlos, V. 1999. Ecologia de *Echinochloa polystachya* na Represa de Jurumirim: Zona de Desembocadura do Rio Paranapanema-SP, Brasil. In: Henry, R. (ed). **Ecologia de Reservatórios: Estrutura, Função e Aspectos sociais**. FAPESP/FUNDIBIO, Botucatu, p. 735-768.

- Reece, B. A. & McIntyre, N. E. 2009. Community assemblage patterns of odonates inhabiting a wetland complex influenced by anthropogenic disturbance. **Insect Conservation and Diversity** **2**: 73-80.
- Rivera, A. C. 2000. Distribution, habitat requirements and conservation of *Macromia splendens pictet* (Odonata: Corduliidae) in Galicia (NW Spain). **International Journal of Odonatology** **3** (1): 73-83.
- Rocha-Ramirez, A., Ramirez-Rojas, A., Chavez-Lopez, R. & Alcocer, J. 2007. Invertebrate assemblages associated with root masses of *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms-Laubach 1883 in the Alvarado Lagoonal System, Veracruz, Mexico. **Aquatic Ecology** **41**: 319–333.
- Room, P. M. 1983. Falling-apart as a lifestyle – the rhizome architecture and population growth of *Salvinia molesta*. **Journal of Ecology** **17**: 349-365.
- Rossaro, B., Marziali, L., Cardoso, A. C., Solimini, A., Free, G. & Giacchini, R. 2007. A biotic index using benthic macroinvertebrates for Italian lakes. **Ecological Indicators** **7**: 412–429.
- Samways, M. J., Caldwell, P. M. & Osborn, R. 1996. Spatial patterns of dragonflies (Odonata) as indicators for design of a conservation pond. **Odonatologica** **25**: 157-166.

- Samways, M. J. & Steytler, N. S. 1996. Dragonfly (Odonata) distribution patterns in urban and forest landscapes, and recommendations for riparian management. **Biological Conservation** **78**: 279-288.
- Samways, M. J. & Grant, P. B. C. 2007. Elephant impact on dragonflies. **Journal Insect Conservation**. DOI [10.1007/s10841-007-9089-2](https://doi.org/10.1007/s10841-007-9089-2)
- Sato, M. & Riddiford, N. 2007. A preliminary study of the Odonata of S'Albufera Natural Park, Mallorca: status, conservation priorities and bio-indicator potential. **Journal Insect Conservation**. DOI [10.1007/s10841-007-9094-5](https://doi.org/10.1007/s10841-007-9094-5)
- Sauberer, F. 1962. Empfehlungen für die Durchführung von Strahlungsmessungen an und in Gewässern. **Mitteilung Internationale Vereinigung fuer Theoretische Angewandte Limnologie** **11**: 1-77.
- Scher, O. & Thiery, A. 2005. Odonata, Amphibia and environmental characteristics in motorway stormwater retention ponds (Southern France). **Hydrobiologia** **551**: 237–251.
- Soares, C. M., Hayashi, C., Faria, A. C. E. A. 2001. Influência da disponibilidade de presas, do contraste visual e do tamanho das larvas de *Pantala* sp. (Odonata, Insecta) sobre a predação de *Simocephalus serrulatus* (Cladocera, Crustacea). **Acta Scientiarum** **23** (2): 357-362.

- Soares, C. M., Hayashi, C. & Reidel, A. 2003. Predação de pós-larvas de curimba (*Prochilodus lineatus*, Valenciennes, 1836) por larvas de Odonata (*Pantala*, Fabricius, 1798) em diferentes tamanhos. **Acta Scientiarum** **25** (1): 95-100.
- Sooknah, R. D. & Wilkie, A. C. 2004. Nutrient removal by floating aquatic macrophytes cultured in anaerobically digested flushed dairy manure wastewater. **Ecological Engineering** **22**: 27–42
- Stettmer, C. 1996. Colonisation and dispersal patterns of banded (*Calopteryx splendens*) and beautiful demoiselles (*C. virgo*) (Odonata: Calopterygidae) in south-east German streams. **European Journal of Entomology** **93**: 579-593.
- Stewart, D.A.B. & Samways, M.J. 1998. Conserving dragonfly (Odonata) assemblages relative to river dynamics in an African savanna game reserve. **Conservation Biology** **12** (3): 683-692.
- Steytler, N. S. & Samways, M. J. 1995. Biotope selection by adult male dragonflies (Odonata) at an artificial lake created for insect conservation in South Africa. **Biological Conservation** **72**:381–386.
- Suh, A. N. & Samways, M. J. 2005. Significance of temporal changes when designing a reservoir for conservation of dragonfly diversity. **Biodiversity and Conservation** **14**: 165–178.

- Suhling, F., Schenk, K., Padeffke, T. & Martens, A. 2004. A field study of larval development in a dragonfly assemblage in African desert ponds (Odonata). **Hydrobiologia** **528**: 75–85, 2004.
- Ter Braak, C. J. F. & Smilauer, P. 2002. **CANOCO reference manual and CanoDraw for Windows user's guide: software for canonical community ordination (version 4.5)**. New York, USA: Microcomputer Power.
- Thornton, K.W.; Kimmel, L. B. & Fonest, E. P. 1990. **Reservoir limnology: ecological perspectives**. New York: John Wiley. 246p.
- Thullena, J. S., Nelson, S. M., Cade, B. S. & Sartoris, J. J. 2008. Macrophyte decomposition in a surface-flow ammonia-dominated constructed wetland: Rates associated with environmental and biotic variables. **Ecological Engineering** **32**: 281–290.
- Tipping, P. W., Martin, M. R., Center, T. D. & Davern, T. M. 2008. Suppression of *Salvinia molesta* Mitchell in Texas and Louisiana by *Cyrtobagous salviniae* Calder and Sands. **Aquatic Botany** **88**: 196–202
- Tsuda, S. 2000. **A distributional list of world Odonata 2000**. Osaka: Privately published.

- Von Ellenrieder, N. 2000. Species composition and temporal variation of odonate assemblages in the subtropical-pampasic ecotone. **Odonatologica** **29**: 17-30.
- Voshell, J. R. & Simmons, G. M. 1978. The Odonata of a new Reservoir in the Southeastern United States. **Odonatologica** **7** (1): 67–76.
- Ward, J. V. 1992. **Aquatic Insect Ecology**. New York: John Wiley and Sons. 438p.
- Ward, L. & Mill, P. J. 2005. Habitat factors influencing the presence of adult *Calopteryx splendens* (Odonata: Zygoptera). **European Journal of Entomology** **102**: 47–51.
- Watson, J. A. L., Arthington, A. & Conrick, D. 1982. Effect of sewage effluent on dragonflies (Odonata) of Bulimba Creek, Brisbane. **Australian Journal of Marine and Freshwater Research** **33**: 517-528.
- Wetzel, R. G. & Pickard, D. 1996. Application of secondary production methods to estimates of net aboveground primary production of emergent aquatic macrophytes. **Aquatic Botany** **53**: 109-120.
- Wilcock, R.J., Champion, P.D., Nagels, J.W. & Croker, G.F. 1999. The influence of aquatic macrophytes on the hydraulic and physico-chemical properties of a New Zealand lowland stream. **Hydrobiologia** **416**: 203–214

Witzig, J. F., Huner, J. V. & J. W. Jr. Avault. 2007. Predation by Dragonfly Naiads *Anax junius* on Young Crawfish *Procambarus clarkii*. **Journal of the World Aquaculture Society** 17 (1-4): 58-63.

Wright, J. F., Gunn, R. J. M., Winder, J. M., Wiggers, R., Vowles, K. Clarke, R. T. & Harris, I. 2002. A comparison of the macrophyte cover and macroinvertebrate fauna at three sites on the River Kennet in the mid 1970s and late 1990s. **The Science of the Total Environment** 282-283: 121-142.

APÊNDICES

Apêndice I: Resultados da ANOVA “main effects Fisher LSD” entre as abundâncias dos macroinvertebrados amostrados no período de março de 2006 a fevereiro de 2007 e os Rios Paranapanema (RPpa) e Guareí (RGua) e Lagoas do Coqueiral (LCoq) e Cavalos (LCav). Legenda dos macroinvertebrados nas Figuras XXI, XIV, XVII e XX.

CER					CHI			
Local	RPpa	RGua	LCoq	LCav	RPpa	RGua	LCoq	LCav
RPpa		0,952029	0,000366	0,000000		0,058005	0,019530	0,031466
RGua	0,952029		0,000517	0,000000	0,058005		0,706597	0,858471
LCoq	0,000366	0,000517		0,009036	0,019530	0,706597		0,835139
LCav	0,000000	0,000000	0,009036		0,031466	0,858471	0,835139	
COL					CUL			
Local	RPpa	RGua	LCoq	LCav	RPpa	RGua	LCoq	LCav
RPpa		0,994669	0,693560	0,455596		0,164610	0,457268	0,014115
RGua	0,994669		0,702171	0,480755	0,164610		0,040235	0,298815
LCoq	0,693560	0,702171		0,257596	0,457268	0,040235		0,002114
LCav	0,455596	0,480755	0,257596		0,014115	0,298815	0,002114	
EPH					GAS			
Local	RPpa	RGua	LCoq	LCav	RPpa	RGua	LCoq	LCav
RPpa		0,132173	0,008406	0,896996		0,215669	0,093114	0,275867
RGua	0,132173		0,000192	0,104832	0,215669		0,700683	0,837865
LCoq	0,008406	0,000192		0,011562	0,093114	0,700683		0,537620
LCav	0,896996	0,104832	0,011562		0,275867	0,837865	0,537620	
HEM					OLI			
Local	RPpa	RGua	LCoq	LCav	RPpa	RGua	LCoq	LCav
RPpa		0,361871	0,000006	0,000037		0,008609	0,172507	0,119665
RGua	0,361871		0,000163	0,000918	0,008609		0,150647	0,210299
LCoq	0,000006	0,000163		0,518666	0,172507	0,150647		0,839744
LCav	0,000037	0,000918	0,518666		0,119665	0,210299	0,839744	
ORT					OST			
Local	RPpa	RGua	LCoq	LCav	RPpa	RGua	LCoq	LCav
RPpa		0,942263	0,386173	0,085429		0,841276	0,078680	0,260298
RGua	0,942263		0,369277	0,087063	0,841276		0,135712	0,379612
LCoq	0,386173	0,369277		0,376242	0,078680	0,135712		0,506734
LCav	0,085429	0,087063	0,376242		0,260298	0,379612	0,506734	
PUP					Tel			
Local	RPpa	RGua	LCoq	LCav	RPpa	RGua	LCoq	LCav
RPpa		0,287295	0,006914	0,005184		0,014397	0,198299	0,522680
RGua	0,287295		0,103763	0,084010	0,014397		0,190168	0,057070
LCoq	0,006914	0,103763		0,909660	0,198299	0,190168		0,509069
LCav	0,005184	0,084010	0,909660		0,522680	0,057070	0,509069	
Ery					Erd			
Local	RPpa	RGua	LCoq	LCav	RPpa	RGua	LCoq	LCav
RPpa		0,631247	0,657428	0,393515		0,661186	0,617019	0,671821
RGua	0,631247		0,368957	0,199883	0,661186		0,969036	0,972528
LCoq	0,657428	0,368957		0,679166	0,617019	0,969036		0,938761
LCav	0,393515	0,199883	0,679166		0,671821	0,972528	0,938761	

Cor					Mma			
Local	RPpa	RGua	LCoq	LCav	RPpa	RGua	LCoq	LCav
RPpa		0,481609	0,118220	0,000951		0,013624	0,180260	0,007441
RGua	0,481609		0,418586	0,009389	0,013624		0,200190	0,000008
LCoq	0,118220	0,418586		0,049401	0,180260	0,200190		0,000189
LCav	0,000951	0,009389	0,049401		0,007441	0,000008	0,000189	
Oxy					Aça			
Local	RPpa	RGua	LCoq	LCav	RPpa	RGua	LCoq	LCav
RPpa		0,819240	0,046398	0,000001		0,034383	0,645013	0,037870
RGua	0,819240		0,034720	0,000002	0,034383		0,012357	0,000166
LCoq	0,046398	0,034720		0,000510	0,645013	0,012357		0,098428
LCav	0,000001	0,000002	0,000510		0,037870	0,000166	0,098428	
Cya					Neo			
Local	RPpa	RGua	LCoq	LCav	RPpa	RGua	LCoq	LCav
RPpa		0,012594	0,164989	0,030958		0,015244	0,011290	0,011290
RGua	0,012594		0,205594	0,625146	0,015244		1,000000	1,000000
LCoq	0,164989	0,205594		0,408200	0,011290	1,000000		1,000000
LCav	0,030958	0,625146	0,408200		0,011290	1,000000	1,000000	
Cal					Hom			
Local	RPpa	RGua	LCoq	LCav	RPpa	RGua	LCoq	LCav
RPpa		0,017430	0,013035	0,013035		1,000000	0,179888	1,000000
RGua	0,017430		1,000000	1,000000	1,000000		0,200415	1,000000
LCoq	0,013035	1,000000		1,000000	0,179888	0,200415		0,179888
LCav	0,013035	1,000000	1,000000		1,000000	1,000000	0,179888	
Lep					Mic			
Local	RPpa	RGua	LCoq	LCav	RPpa	RGua	LCoq	LCav
RPpa		1,000000	0,179888	1,000000		0,900850	0,000293	0,670541
RGua	1,000000		0,200415	1,000000	0,900850		0,000702	0,778386
LCoq	0,179888	0,200415		0,179888	0,000293	0,000702		0,000958
LCav	1,000000	1,000000	0,179888		0,670541	0,778386	0,000958	