

Universidade Federal de São Carlos

Centro de Ciências Biológicas e da Saúde

Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais

**COLEOPTERA AQUÁTICOS ASSOCIADOS À
MACRÓFITA *SALVINIA* SÉGUIER, 1754 EM AMBIENTES
LÊNTICOS NO ESTADO DE SÃO PAULO.**

Márcia Cristina de Paula

Orientadora: Profa. Dra. Alaíde Ap. Fonseca Gessner

São Carlos – SP

2014

Universidade Federal de São Carlos

Centro de Ciências Biológicas e da Saúde

Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais

**COLEOPTERA AQUÁTICOS ASSOCIADOS À
MACRÓFITA *SALVINIA* SÉGUIER, 1754 EM AMBIENTES
LÊNTICOS NO ESTADO DE SÃO PAULO.**

Márcia Cristina de Paula

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciências, área de concentração em Ecologia e Recursos Naturais.

São Carlos – SP

2014

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária/UFSCar**

P324ca

Paula, Márcia Cristina de.

Coleoptera aquáticos associados à macrófita *Salvinia* Séguier, 1754 em ambientes lênticos no Estado de São Paulo / Márcia Cristina de Paula. -- São Carlos : UFSCar, 2014.
93 f.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2014.

1. Ecologia. 2. Lagoas marginais. 3. Beija-Flor, Represa do (SP). 4. Macrófitas aquáticas. I. Título.

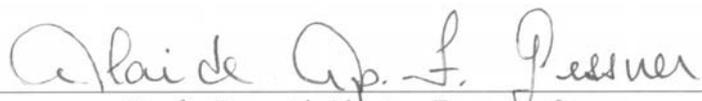
CDD: 574.5 (20^a)

MÁRCIA CRISTINA DE PAULA

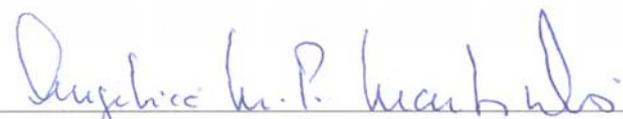
Tese apresentada à Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciências.

Aprovada em 05 de junho de 2014

BANCA EXAMINADORA

Presidente 
Profª. Dra. Alaíde Ap. Fonseca Gessner
(Orientadora)

1º Examinador 
Profª. Dra. Susana Trivinho Strixino
PPGERN/UFSCar

2º Examinador 
Profª. Dra. Angélica M. P. M. Dias
PPGERN/UFSCar

3º Examinador 
Prof. Dr. Raoul Henry
UNESP/Botucatu-SP

4º Examinador 
Profª. Dra. Ana Lúcia Brandimarte
USP/São Paulo-SP

Aos meus pais, Octacilio e Maria Aparecida, a minha irmã Maria Fernanda e ao meu marido Renato.

AGRADECIMENTOS

À Deus, que me permitiu passar por mais esta etapa de minha vida.

À Profa. Dra. Alaíde Aparecida Fonseca Gessner, pela orientação, ensinamentos amizade, paciência e confiança nesse longo tempo de estudo.

À Profa. Dra. Susana Trivinho-Strixino pela ótima convivência no laboratório.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de São Carlos e aos seus docentes e funcionários, pela convivência, amizade, atenção e pela oportunidade de realização deste estudo.

Ao CNPQ pela concessão da bolsa de doutorado.

Aos membros da banca do exame de qualificação: Profa. Dra. Angelica Penteado Dias, Dra. Melissa Ottoboni Segura e Dra. Márcia Thais Suriano pelas valiosas sugestões e contribuições para a conclusão deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Raoul Henry, à Dra. Rosemary Davanso e ao Dr. João Fulan por disponibilizarem o material referente às lagoas marginais ao Rio Paranapanema.

Ao Prof. Dr. Sergio Antonio Vanin pela ajuda na identificação dos Curculionidae e ao Ms. Angélico Fortunato Asenjo Flores pela ajuda na identificação dos Staphylinidae.

À Melissa Ottoboni Segura, amiga e especialista em Coleoptera que sempre contribuiu na realização deste trabalho.

Ao doutorando Hugo Saulino pela elaboração dos mapas.

Ao técnico Luis Aparecido Joaquim pela disposição e ajuda em todas as coletas realizadas, muitas delas impossíveis sem a sua ajuda.

Aos meus familiares: meus pais Maria Aparecida e Octacílio, minha irmã Maria Fernanda, pelo carinho e incentivo aos estudos.

Ao meu marido Renato pelo apoio em todas as etapas do Doutorado.

A todos os colegas do laboratório, que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

“Quando o homem aprender a respeitar até o menor ser da criação, seja animal ou vegetal, ninguém precisará ensiná-lo a amar seu semelhante”.

Albert Schweitzer

SUMÁRIO

Resumo Geral	01
General Abstrat	02
Introdução Geral	03
Referências Bibliográficas	11
Capítulo 1: Coleoptera associados à <i>Salvinia</i> em quatro lagoas marginais pertencentes a duas bacias hidrográficas no estado de São Paulo, Brasil.	15
Resumo	16
Abstract	18
Introdução	20
Material e Métodos	22
Área de estudo	20
Amostragem e análise da fauna	26
Resultados	28
Discussão	38
Referências Bibliográficas	43
Capítulo 2: Caracterização temporal da fauna de Coleoptera associada à <i>Salvinia auriculata</i> (Ableut) na Represa do Beija-Flor, Estação Ecológica de Jataí, Luiz Antônio-SP.	54
Resumo	55
Abstract	57
Introdução	59
Material e Métodos	62
Área de estudo	62

Amostragem e análise da fauna	64
Resultados	66
Discussão	70
Referências Bibliográficas	75
Considerações Finais	89
Referências Bibliográficas	90
Anexo: Coleta Piloto	91

RESUMO GERAL

Coleoptera constitui a maior e mais diversa ordem entre os Insecta com aproximadamente 400 mil espécies, sendo a maioria terrestre, entretanto cerca de 12 mil espécies são aquáticas. Com o objetivo de conhecer a fauna de Coleoptera associados à macrófita aquática do gênero *Salvinia* em ambientes lânticos, este trabalho foi desenvolvido em dois capítulos: o primeiro, Coleoptera associados à *Salvinia* em quatro lagoas marginais pertencentes a duas bacias hidrográficas e o segundo, a fauna de Coleoptera associada à *Salvinia auriculata* na represa do Beija-Flor. As coletas foram realizadas mensalmente ao longo de um ano em duas lagoas marginais ao Rio Paranapanema, no município de Angatuba-SP, em duas lagoas maginais ao Rio Mogi-Guaçu e na represa do Beija-Flor, na Estação Ecológica de Jataí, no município de Luiz Antônio-SP. Para a coleta das macrófitas utilizou-se um amostrador circular com 0,07 m² de área de abertura e rede com malha de 0,25 mm de abertura. Os resultados indicaram que há maior similaridade entre as comunidades de Coleoptera das lagoas que estão inseridas na mesma planície de inundação e que, a conectividade entre rio e lagoa não é determinante para a riqueza e abundância da fauna de Coleoptera aquáticos. Os valores das análise da riqueza e da abundância de Coleoptera aquáticos variaram tipicamente com as espécies de macrófitas aquáticas utilizadas por esses insetos como substrato. A fauna de Coleoptera se apresentou diversa e uniforme durante, principalmente, os períodos mais quentes do ano. No Brasil, estudos sobre Coleoptera associados à macrofitas aquáticas em ambientes lânticos atualmente é escasso, assim, este trabalho vem contribuir para o conhecimento prévio da ecologia dessa fauna na região sudeste do Estado de São Paulo.

GENERAL ABSTRACT

Coleoptera is the largest and most diverse order among the Insecta with approximately 400,000 species, the majority terrest, however about 12 thousand species are aquatic. In order to know the Coleoptera fauna associated with the aquatic macrophytes of the genus *Salvinia* in lentic environments, this study was conducted in two chapters: the first, Coleoptera associated with *Salvinia* in four oxbow lakes belonging to two watersheds and the second, the Coleoptera fauna associated with *Salvinia auriculata* in the dam Beija-Flor. The collects were made monthly over a year in two oxbow lakes to Paranapanema River, in the municipality of Angatuba-SP, in two oxbow lakes to Mogi-Guaçu River and in dam Beija-Flor, in the Ecological Station of Jataí, in the municipality of Luiz Antônio-SP. To collect the macrophytes was used a circular sampler with area 0.07 m² and mesh 0.25 mm aperture. The results indicate that there is greater similarity between the communities of Coleoptera of the lakes that are inserted into the same flood plain and, the connectivity between river and lake is not decisive for the richness and abundance of aquatic Coleoptera fauna. The values of the analysis of the richness and abundance of aquatic Coleoptera typically vary with the species of aquatic macrophytes used by these insects as substrate. The Coleoptera fauna presented several and uniforms during, mainly, the warmer periods of the year. In Brazil, studies on Coleoptera associated with macrophytes in lentic environments is currently scarce, thus, this work contributes to the previous knowledge of the ecology of this fauna in southeastern São Paulo State.

INTRODUÇÃO GERAL

Coleoptera é a ordem mais rica e diversa entre os Insecta. Com mais de 400.000 espécies reconhecidas (Jäch & Balke, 2008) distribuídas em 170 famílias (Archangelsky *et al.*, 2009). Das quais 40 das famílias e cerca de 12.600 espécies são aquáticas. Alguns autores estimam que existam aproximadamente 18.000 espécies de coleópteros aquáticos (Odegaard, 2000; Jäch & Balke, 2008; Archangelsky *et al.*, 2009). Para o Brasil, atualmente são registradas 104 famílias (Costa, 2000) de Coleoptera e registradas 30 famílias com representantes aquáticos na Região Neotropical (Segura, 2012).

Esses insetos são holometábolos, os adultos possuem corpo esclerotizado, asas posteriores protegidas por élitros que recobrem a superfície dorsal, meso- e metatórax e abdomen, essas características são apontadas como importantes no sucesso dos Coleoptera na ocupação de diferentes tipos de ambientes e habitats.

A ordem Coleoptera compreende quatro subordens, três com representantes aquáticos: Myxophaga (77 espécies descritas, 90% aquáticas); Adephaga (30.000 espécies descritas, 18% aquáticas) e Polyphaga (370.000 espécies descritas, 1,25% aquáticas). Esses insetos ocupam grande variedade de ambientes aquáticos como lagos, riachos, poças d'água, banhados, pântanos, estuários e até mesmo em pequenos reservatórios de água temporários. São encontrados em todos os continentes, menos na Antártica, contudo algumas espécies vivem nas ilhas Subantárticas (Hunt *et al.*, 2007; Jäch & Balke, 2008).

A classificação dos coleópteros em terrestres, semiaquáticos e aquáticos é difícil devido a alguns fatores como: (1) tempo em contato com a água; (2) nível de submersão; (3) nível de dependência com a água e (4) motivação para estar em contato com a água (alimentação, refúgio etc) (Jäch & Balke, 2008). Muitos besouros

terrestres podem ser encontrados nas margens úmidas de córregos e lagos quando, por exemplo, caem da vegetação circundante ou mesmo sobre a vegetação aquática. Estes toleram graus variáveis de umidade já que não possuem adaptações à vida aquática (Spangler, 1981; Tremouilles *et al.*, 1995). Algumas famílias passam a maior parte de sua vida na água (fase larval e adulta) como: Dytiscidae, Noteridae, Gyrinidae, Haliplidae, Hydrophilidae, Hydraenidae, Elmidae e Dryopidae, outras famílias, os adultos são aéreos e as larvas aquáticas como: Psephenidae e Scirtidae. Há famílias com espécies que vivem nas margens de corpos d'água, como Heteroceridae e algumas tipicamente terrestres com poucas espécies aquáticas, como: Staphilinidae, Lampyridae, Curculionidae e Chrysomelidae (Bachmann, 1977; Jäch and Balke, 2008; Majka, 2008).

Considerando essas dificuldades classificatórias, Jäch (1998a) definiu seis grupos ecológicos baseados em 40 famílias de coleópteros com certo grau de afinidade a ambientes aquáticos: (1) Verdadeiramente aquáticos (maior tempo da fase adulta submerso); (2) Falso aquáticos (submerso maior parte do estágio larval, adulto terrestre); (3) Fitófilos (vivendo e se alimentando de plantas aquáticas); (4) Parasitas (seus hospedeiros são mamíferos aquáticos); (5) Facultativos (submersos ou na superfície da água durante um período de tempo para alimentação e refúgio) e (6) Ripários (vivem nas margens de rios, riachos e lagoas durante todo o seu desenvolvimento, em geral não entram voluntariamente no corpo de água). Os coleópteros verdadeiramente aquáticos e falso aquáticos são em geral considerados como aquáticos porque vivem submersos no estágio larval. Os outros, o tempo em contato com a água é variável, dificultando a classificação em terrestre ou aquático, por isso é necessário o estudo dos estágios larval e adulto.

Os Coleoptera que passam um ou mais estágios do ciclo de vida exclusivamente na água possuem diversas adaptações fisiológicas, morfológicas e comportamentais para

viverem nesse meio. Muitas espécies têm adaptações à vida aquática na fase larval e adulta, pois a pupa é terrestre (Richoux, 1982). Entre as principais adaptações está o corpo hidrodinâmico, as pernas em forma de remos, aplanadas ou com cerdas para facilitar a natação ou ainda garras para fixação em locais de forte correnteza. Em várias espécies as adaptações são apenas respiratórias, pode ser na forma de plastrão ou câmara de ar nos adultos, estes necessitam ir à superfície para renovar o estoque de ar. Nas larvas a respiração pode ser tráqueo-brânquias ou em alguns grupos o oxigênio pode ser obtido do aerênquima de plantas aquáticas por meio de perfurações (Brown, 1987; Tremouilles *et al.*, 1995; Benetti e Fiorentin, 2003).

Segundo White *et al.* (1984), adultos de muitas espécies deixam o ambiente aquático e podem voar por algum tempo, esta é uma maneira de colonizar outros ambientes. Esse comportamento é utilizado por habitantes de poças temporárias, banhados e arroios quando secam em períodos de estiagens prolongadas. Alguns adultos são também atraídos pela luz, e podem ser capturados por armadilhas luminosas, como acontece com Elmidae e Hydrophilidae. A capacidade de voo permite que as espécies colonizem outros ambientes.

As espécies de coleópteros aquáticos ocupam diversos níveis na cadeia trófica, há grupos fitófagos (raspadores, detritívoros e fragmentadores) alimentam-se de fitoplâncton e macrófitas aquáticas, onívoros ingerem alimento de qualquer origem e espécies predadoras de alevinos, girinos ou outros insetos aquáticos, engolfando as presas ou injetando enzimas digestivas através das peças bucais. Esses insetos também fazem parte da cadeia alimentar de peixes e aves aquáticas (Tremouilles *et al.*, 1995; Merritt & Cummins, 1996). Larvas e adultos de uma mesma espécie podem apresentar hábitos alimentares diferentes, um exemplo são os hidrofídeos, cujas larvas são predadoras e os adultos fitófagos (Leech e Sanderson, 1959).

É comum dimorfismo sexual entre esses insetos. Os machos possuem ventosas ou cerdas adesivas nos tarsos anteriores dilatados, assim como palpos, trocanteres, tíbias e tarsos também podem estar dilatados. O aparelho copulador dos machos é formado por uma estrutura basal a qual estão articulados um edeago e dois parâmeros. As fêmeas não possuem um ovopositor verdadeiro, porém em algumas famílias, como Dytiscidae as fêmeas possuem um aparato que perfura o substrato para a postura dos ovos (Merritt & Cummins, 1996).

Os ovos podem ser aderidos a diversos substratos, os Hydrophilidae constroem ootecas de sedas que deixam livres no ambiente ou carregam consigo (Tremouilles *et al.*, 1995). Podem ser colocados ovos isolados ou massas ovíperas de diferentes formas, submersos, nas margens úmidas, injetados no tecido vegetal ou transportados no ventre abdominal, como ocorre com alguns hidrofídeos. A eclosão ocorre após uma ou duas semanas, podendo ser retardada para meses. Os coleópteros aquáticos passam por três a oito instares larvais, e requerem em média de seis a oito meses para o desenvolvimento completo (White *et al.*, 1984; Merritt & Cummins, 1996).

Em quase todas as espécies a pupa é terrestre, em cavidades escavadas pelas larvas debaixo de pedras e troncos ou em câmaras na lama nas margens. As pupas dos coleópteros aquáticos são exaradas, com características semelhantes aos adultos (Costa Lima, 1952; White *et al.*, 1984; Merritt & Cummins, 1996). De acordo com Benetti e Fiorentin (2003), geralmente depois de duas a três semanas emergem os adultos.

Neste trabalho, foram registradas 10 famílias associadas à macrófita do gênero *Salvinia*, a maioria típica de ambientes lênticos. A seguir faz-se um breve comentário sobre cada uma delas:

Crysomelidae Latreille, 1802

Esta família é numerosa com cerca de 46.000 espécies distribuídas em 2.500 gêneros e 20 subfamílias, a maioria é terrestre e fitófaga. No Brasil são conhecidos 345 gêneros e 4.188 espécies (Costa *et al.*, 1988). Pelo menos uma subfamília, Donaciinae, é obrigatoriamente associada com plantas aquáticas flutuantes (Jäch & Balke, 2008).

Curculionidae Latreille, 1802

É a família com mais espécies no mundo, provavelmente com mais de 60.000 espécies arranjadas em 16 subfamílias, sendo a maioria terrestre. Há 7 gêneros em 2 subfamílias (Bagoinae, Ceutorhynchinae) conhecidos por conter representantes associados à vegetação aquática. São encontrados normalmente em ambientes lênticos, são bons mergulhadores e podem permanecer submersos por longos períodos (Spangler, 1981; Jäch & Balke, 2008).

Dytiscidae Leach, 1815

Os Dytiscidae são essencialmente aquáticos e excelentes nadadores, provavelmente os mais adaptados à vida aquática. Com cerca de 175 gêneros e 4.000 espécies descritas (Jäch & Balke, 2008), para a América do Sul são conhecidas 437 espécies e 41 gêneros (Spangler, 1981).

São encontrados em sua grande maioria em ambientes lênticos, mas também podem viver em áreas de remansos em riachos, ambientes higropétricos, fitotelma, rios hipersalinos e águas subterrâneas (Leech & Chandler, 1956; White *et al.*, 1984; Balke, 2005; Archangelsky *et al.*, 2009). A fase de pupa ocorre no solo e as larvas e os adultos vivem submersos na água (Benetti e Fiorentin, 2003), as fêmeas de algumas espécies

tem o comportamento de inserir os seus ovos em partes de plantas aquáticas (Merritt & Cummins, 1996).

Elmidae Curtis, 1830

Também é um grupo essencialmente aquático, mas em geral vivem em sistemas lóticos. Possuem ampla distribuição geográfica. São conhecidos 1.330 espécies em 146 gêneros e duas subfamílias. Na América do Sul são registrados 38 gêneros e 250 espécies (Manzo, 2005). Segundo Segura *et al.* (2011), para o Brasil são conhecidos 23 gêneros e 147 espécies.

Adultos e larvas de Elmidae são aquáticos, vivem em ambientes lóticos, poucas espécies podem ser encontradas nas margens de lagos e lagoas (Spangler, 1981; Jäch & Balke, 2008).

Hydrochidae Thomson, 1859

Família registrada para a maioria dos continentes é monogenérica com 180 espécies. Vivem em águas paradas com vegetação ou nas margens de águas correntes (Jäch & Balke, 2008).

Hydrophilidae Latreille, 1802

Os Hydrophilidae ocorrem em todos os continentes e reúne cerca de 2.800 espécies em 174 gêneros e compreendem nove subfamílias, do total, 70% são aquáticos (Jäch & Balke, 2008). Na região Neotropical são registradas 600 espécies em 58 gêneros (Archangelsky *et al.*, 2009).

A maioria é encontrada em ambientes lênticos com vegetação emergente, mas pode estar presente em vários tipos de ambientes como: águas paradas, fitotelmata e

ambientes higropétricos (Spangler, 1981; Merritt & Cummins, 1996; Archangelsky *et al.*, 2005).

Lampyridae Latreille, 1817

Quase 2.000 espécies em 90 gêneros e oito subfamílias. No Brasil são cerca de 31 gêneros e 350 espécies (Costa *et al.*, 1988). Larvas de poucas espécies são verdadeiramente aquáticas ou falso aquáticos, vivendo em água corrente ou estagnada. Os adultos são geralmente terrestres (Jäch & Balke, 2008).

Noteridae Thomson, 1860

Família amplamente distribuída nas regiões tropicais, com poucas espécies nas regiões temperadas (Merritt & Cummins, 1996). São conhecidos 14 gêneros e 250 espécies descritas para o mundo (Jäch & Balke, 2008), sendo 70 espécies de sete gêneros para a América do Sul (Spangler, 1981).

Os representantes desta família ocupam ambientes lênticos com abundante vegetação aquática. As pupas ficam submersas e as larvas e os adultos são comuns em raízes de plantas aquáticas flutuantes (Benetti e Fiorentin, 2003).

Scirtidae Fleming, 1821

Os adultos são terrestres e as larvas de Scirtidae são aquáticas, e podem ser encontradas em tanto em águas correntes, quanto em águas estagnadas, fitotelmata e águas subterrâneas. A família tem distribuição mundial, são descritas cerca de 900 espécies distribuídas em 30 gêneros (Jäch & Balke, 2008). Para a América do Sul são registradas 130 espécies em 7 gêneros (Archangelsky *et al.*, 2009).

Staphylinidae Latreille, 1802

São registradas mais de 30.000 espécies em 30 subfamílias. Esta família contém centenas de espécies que vivem na região litoral dos corpos d'água, mas dificilmente podem ser classificadas como aquáticas. Embora alguns membros da subfamília Steninae podem deslizar sobre a água com grande velocidade (Merritt & Cummins, 1996; Jäch & Balke, 2008).

O desenvolvimento desta tese foi estimulado pela abundância e diversidade de Coleoptera associados à vegetação aquática em ambientes lênticos e o pouco conhecimento deste grupo no Brasil, particularmente no Estado de São Paulo.

A tese é apresentada em dois capítulos independentes em formato de artigos, mas as figuras e as tabelas se encontram no corpo do texto para facilitar a leitura. A seguir é apresentada uma síntese dos principais assuntos tratados em cada capítulo.

Capítulo 1: Coleoptera associados à *Salvinia* em quatro lagoas marginais pertencentes a duas bacias hidrográficas no estado de São Paulo, Brasil.

Neste capítulo a diversidade e a abundância de Coleoptera associados a bancos de *Salvinia* em lagoas marginais foram estudadas, e observada a similaridade da comunidade entre as lagoas.

Capítulo 2: Caracterização temporal da fauna de Coleoptera associada à *Salvinia auriculata* (Ableut) na Represa do Beija-Flor, Estação Ecológica de Jataí, Luiz Antônio-SP.

Neste capítulo o objetivo foi caracterizar temporalmente variações da comunidade de Coleoptera e relacionar sua abundância ao ciclo de desenvolvimento da macrófita.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Archangelsky, M., Beutel, R.G. & Komarek, A. (2005) Hydrophilidae. *In*: Beutel, R.G. & Leschen, R.A.B (Eds), *Coleoptera, Beetles Volume 1: Morphology and Systematics (Archostemata, Adephaga, Myxophaga, Polyphaga partim)*. Handbook for Zoology Volume IV. Arthropoda: Insecta, Berlin: De Gruyter. pp. 158-182.

Archangelsky, M., Manzo, V., Michat, M.C. & Torres, P.L.M. (2009) Coleoptera. *In*: Dominguez, E. & Fernández, H. R. (Eds), *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. Sistemática y biología*, Tucumán: Fundación Miguel Lillo. pp. 411-468.

Bachmann, A.O. (1977) Cyphonidae, Psephenidae, Byrrichidae, Limnichidae, Dryopidae, Elminthidae y Heteroceridae. *In*: Hurlbert, S. H (Eds), *Biota Acuática de Sudamérica Austral*. San Diego State University, San Diego. pp. 238-244.

Balke, M. (2005) Dytiscidae. *In*: Beutel, R.G. & Leschen, R.A.B (Eds), *Coleoptera, Beetles Volume 1: Morphology and Systematics (Archostemata, Adephaga, Myxophaga, Polyphaga partim)*. Handbook for Zoology Volume IV. Arthropoda: Insecta, Berlin: De Gruyter. pp. 90-115.

Benetti, C.J. & Fiorentin, G.L. (2003). Bionomia e Ecologia de Coleópteros Aquáticos, com ênfase em Hydradephaga. *Acta Biologica Leopoldensia*, 25 (2), 153-164.

Brown, H.P. (1987) Biology of Riffle Beetles. *Annual Review of Entomology*, 32, 253-273.

Costa, C., Vanin, S.A. & Casari-Chen, S. (1988) *Larvas de Coleoptera do Brasil*. Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, São Paulo. 282p.

Costa, C. (2000) Estado de conocimiento de los Coleoptera Neotropicales. *In*: Martín-Piera, F., Morrone, F.J.J. & Melic, A. (Eds), *Inventario y estimación de la Diversidad Entomológica en Iberoamérica*, PrIBES, SEA, Zaragoza. pp. 99-114.

Costa Lima, A. (1952) *Insetos do Brasil*, 7º Tomo. Escola Nacional de Agronomia, Rio de Janeiro. 372p.

Fernando, C.H. (1958) The colonization of small freshwater habitats by aquatic insects. 1. General discussion, methods and colonization in the aquatic Coleoptera. *Ceylon Journal of Science* (Biology series), 1, 117-154.

Hunt, T., Bergsten, J., Levkanicova, Z., Papadopoulou, A., John, O.S., Wild, R., Hammond, P.M., Ahrens, D., Balke, M., Caterino, M.S., Gómez-Zurita, J., Ribera, I., Barraclough, G.T., Bocakova, M., Bocak, L. & Vogler, A.P. (2007) Comprehensive phylogeny of beetles reveals the evolutionary origins of a superradiation. *Science*, 318, 1913-1916.

Jäch, M. A. (1998a) Annotated check list of aquatic and riparian/littoral beetle families of the world (Coleoptera). *In*: Jäch, M.A. & Ji, L. (Eds), *Water Beetles of China*, Vol. II. Zoologisch-Botanische Gesellschaft in Österreich and Wiener Coleopterologenverein, Wien. pp. 25–42.

Jäch, M.A. & Balke, M. (2008) Global Diversity of Water Beetles (Coleoptera) in Freshwater. *Hydrobiologia*, 595, 419-442.

Leech, H.B. & Chandler, H.P. (1956) Aquatic Coleoptera. *In*: Usinger, R.L. (Ed), *Aquatic Insects of California*. University of California Press, Berkeley. pp. 293-371.

Leech, H.B. & Sanderson, M. (1959) Coleoptera. *In*: Edmondson, W.T. (Ed), *Freshwater Biology*. New York, John & Sons. pp. 981-1023.

Majka, C.G. (2008) The aquatic Coleoptera of Prince Edward Isle, Canada: new records and faunal composition. *ZooKeys*, 2 (1), 239-260.

Manzo, V. (2005) Key to the South America genera of Elmidae (Insecta: Coleoptera) with distributional data. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 40, 201-208.

Merritt, R.W. & Cummins, K.W. (1996) *An Introduction to the Aquatic Insects of North America*. Iowa: Kendall/Hunt Publishing Co. Third Edition. pp. 862.

Odegaard, F. (2000) How many species of arthropods? Erwin's estimate revised. *Biological Journal of the Linnean Society*, 71(4), 583-597.

Richoux, P. (1982) Introduction pratique à la systématique des organismes des eaux continentales françaises. 2. Coléoptères aquatiques (genres: adultes et larves). *Bulletin de la Société Linnéenne de Lyon*, 51 (4), 105-128.

Segura, M.O., Valente-Neto, F. & Fonseca-Gessner, A.A. (2011) Checklist of the Elmidae (Coleoptera: Byrrhoidea) of Brazil. *Zootaxa*. pp.1-18.

Segura, M.O. (2012) *Coleoptera (Insecta) em sistemas aquáticos florestados: aspectos morfológicos, comportamentais e ecológicos*. São Carlos. Universidade Federal de São Carlos. 164 p. Tese de Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais.

Spangler, P.J. (1981) Coleoptera. *In*: Hurlbert, S.H., Rodriguez, G. & Santos, N.D. (Eds), *Aquatic Biota of Tropical South America Part 1. Arthropoda*. San Diego State University, California. pp. 129-220.

Tremouilles, E.R., Oliva, A. & Bachmann, A.O. (1995) Insecta Coleoptera. *In*: Lopretto, E.C. & Tell, G. (Eds), *Ecosistemas de aguas continentales: metodologías para su estudio*. La Plata: Ediciones Sur, La Plata. pp. 1133-1197.

White, D.S., Brigham, W.U. & Doyen, J.T. (1984) Aquatic Coleoptera. *In*: Merritt, R.W. & Cummins, K.W. (Eds), *An introduction to the aquatic insects of North America*. Kendall-Hunt Pub. Co., Dubuque. pp. 361-437

CAPÍTULO 1

Coleoptera associados à *Salvinia* em quatro lagoas marginais pertencentes a duas bacias hidrográficas no estado de São Paulo, Brasil.

RESUMO

As lagoas marginais são ambientes característicos de planícies de inundação e podem estar em maior ou menor proximidade com o rio principal. As lagoas estudadas, marginais ao Rio Mogi-Guaçu e ao Rio Paranapanema, caracterizam-se por possuírem extensos bancos da macrófita aquática *Salvinia* que serve de substrato a muitos invertebrados, e entre eles destacam-se os Coleoptera. Este trabalho teve como objetivo estudar a diversidade e a abundância de Coleoptera associados a bancos de *Salvinia auriculata* em três lagoas marginais e a *Salvinia molesta* em uma lagoa marginal. Com o auxílio de um puçá de formato circular, as macrófitas foram coletadas mensalmente no período de um ano em três pontos de amostragem em cada lagoa. Foram lavadas em uma sequência de três baldes contendo formol em diferentes concentrações para a retirada da fauna e posteriormente identificados. Foram coletados 9.222 exemplares sendo identificadas 10 famílias e 40 gêneros. A família Hydrophilidae foi predominante, seguida por Scirtidae e Noteridae. Os resultados obtidos a partir do cálculo dos índices riqueza, diversidade, dominância e equidade indicaram baixa variabilidade entre as lagoas. A análise de escalonamento multidimensional MDS indicou maior similaridade da fauna de Coleoptera entre as lagoas marginais ao Rio Paranapanema e a análise de SIMPER mostrou que os táxons que mais contribuíram para isto foram *Helochares*, *Derallus* e *Cyrtobagous singularis* Hustache, 1929. Através da análise PERMANOVA, pode-se constatar que não houve diferença na composição faunística entre os períodos de chuva e seca. Com base nas análises deste trabalho conclui-se que há maior similaridade entre as comunidades de Coleoptera das lagoas que estão inseridas na mesma planície de inundação e que, neste estudo, a conectividade entre rio e lagoa não é determinante para a riqueza e abundância da fauna de Coleoptera aquáticos. Portanto, a riqueza e a

abundância de Coleoptera aquáticos associados variam tipicamente com as espécies de macrófitas aquáticas utilizadas como substrato.

Palavras-chave: Coleoptera, Lagoas Marginais, Macrófitas Aquáticas, Similaridade.

ABSTRACT

The oxbow lakes are characteristic of floodplain environments and may be at greater or lesser proximity to the main river. The studied lakes, oxbow the Mogi-Guaçu River and the Paranapanema River, are characterized by having large aquatic macrophytes banks *Salvinia* which serves as a substrate for many invertebrates species, including Coleoptera. This work aimed to study the diversity and abundance of Coleoptera associated with banks *Salvinia auriculata* in three oxbow lakes and *Salvinia molesta* in an oxbow lake. With the aid of a hand net of circular shape, the macrophytes were collected monthly during one year in three sampling points in each lake. The macrophytes were washed in three buckets sequence containing formaldehyde at different concentrations for fauna removal and subsequently identified. Were collected 9,222 specimens and were identified 10 families and 40 genres. The Hydrophilidae family was predominant, followed by Scirtidae and Noteridae. The results obtained from the calculation of the richness, diversity, dominance and equity indices have indicated low variability between the lakes. The multidimensional scaling MDS analysis has indicated a greater similarity of this Coleoptera's fauna between the oxbow lakes belonging the Paranapanema River and SIMPER analysis has showed the taxons that have most contributed to this were *Helochares*, *Derallus* and *Cyrtobagous singularis Hustache, 1929*. Through the PERMANOVA analysis, can be seen that there was no difference in faunal composition between rain and drought periods. Based on the analyzes of this study it is concluded that there is greater similarity between the communities of Coleoptera the lakes that are inserted into the same flood plain and that, in this study, the connectivity between river and lake, is not decisive for the richness and abundance of fauna of aquatic Coleoptera. Therefore, the richness and abundance of

associated aquatic Coleoptera vary typically with aquatic macrophyte species used as substrate.

Keywords: Coleoptera, Oxbow Lakes, Aquatic Macrophytes, Similarity.

INTRODUÇÃO

As planícies de inundação ocorrem em trechos com baixas declividades ao longo de rios de grande porte nas áreas terrestres adjacentes de topografias planas. A geomorfologia e o regime de flutuação do nível d'água desses rios determinam o caráter permanente ou temporário dessas áreas alagadas (Henry, 2003). As lagoas marginais, ambientes característicos de planícies de inundação, diferem morfometricamente e funcionalmente de acordo com a maior ou menor proximidade do rio principal (Santos and Mozeto, 1992).

As lagoas podem apresentar três regiões bem distintas: região litorânea; região limnética e região profunda. A região litorânea pode ser colonizada por diferentes espécies de macrófitas aquáticas. Em muitas lagoas estas plantas encontram condições tão favoráveis para o seu desenvolvimento que tornam a região litorânea o compartimento mais produtivo, podendo influenciar a dinâmica de várias outras comunidades e até mesmo do ecossistema lacustre como um todo (Wetzel, 1975). Nos ambientes aquáticos tropicais, normalmente, as condições climáticas como, temperaturas médias altas e as intensas radiações solares, tendem a favorecer o crescimento das plantas aquáticas (Cunha-Santino e Bianchini Jr.).

O importante papel ecológico das macrófitas aquáticas como fonte de alimento (Thomaz & Ribeiro da Cunha, 2010), local para oviposição de insetos (Merritt and Cummins, 1996), refúgio contra predadores (Scheffer, 1998) e na ciclagem de nutrientes, tem sido objeto de pesquisa em vários ecossistemas aquáticos continentais (Soszka, 1975; Dejoux, 1983; Hargeby, 1990; Dvorak, 1996; Nessimian e De Lima, 1997).

Entre os componentes que determinam características peculiares às lagoas marginais das planícies de inundação do Rio Paranapanema e do Rio Mogi-Guaçu está à

presença da macrófita aquática do gênero *Salvinia*. Esta é uma planta flutuante, anual ou perene, herbácea, ramificada, com caule ou rizoma, flutuante com um grupo de três folhas para cada nó, medindo 10-30 cm de comprimento, com reprodução por esporos e através de brotação (Lorenzi, 1991). É encontrada em água parada ou com movimento lento como; lagos, lagoas, rios, córregos, valas, canais, brejos e pântanos. Sob condições favoráveis de crescimento, pode formar densos e extensos tapetes que podem cobrir completamente a superfície da água. Condições de crescimento ideais incluem temperatura alta e águas ricas em nutrientes. Possui baixa tolerância à salinidade e não pode sobreviver em água salobra ou marinha (Nelson, 2009).

Segundo Glwacka *et al.* (1976) as macrófitas presentes em lagoas formam um importante substrato para os invertebrados aquáticos, entre eles, os Coleoptera com cerca de 12 mil espécies aquáticas, o que os coloca entre os grupos mais diversos e abundantes com ampla distribuição geográfica. Esses insetos podem ter uma ou mais fases do ciclo de vida aquáticas – fase larval e adulto (Jäch and Balke, 2008).

A ordem Coleoptera é subdividida em quatro subordens, das quais três com representantes aquáticos: Myxophaga, Adephaga e Polyphaga. Alguns gêneros das subordens Adephaga e Polyphaga são habitantes comuns de sistemas lênticos, especialmente associados à vegetação em lagos e em poças temporárias com pouco volume de água (Benetti and Cueto, 2004, Jäch and Balke, 2008).

No Brasil, a maioria estudos ecológicos de Coleoptera aquáticos, embora crescente nos últimos anos, refere-se à fauna de córregos ou riachos dos quais cito: Segura, 2007b, 2011, 2011, 2012; Passos, 2003a, 2003b, 2007, 2010. Ferreira Jr, 1998, 2006, 2009 para o estado do Rio de Janeiro e Benetti, 2003, para o Rio Grande do Sul, mas nenhum específico para fauna fitófila. Assim, este é um trabalho pioneiro que teve como objetivo estudar a diversidade e a abundância de Coleoptera associados a bancos

de *Salvinia* em lagoas marginais: duas pertencentes à Bacia do Rio Paranapanema e duas pertencentes à Bacia do Rio Mogi-Guaçu, todas no estado de São Paulo, Brasil.

HIPÓTESES

- Haverá maior similaridade entre as comunidades de Coleoptera das lagoas de maior conectividade com o canal principal do rio. Neste caso, a localização das lagoas em determinados trechos dos rios teriam maior importância para essas comunidades.
- Há similaridade das comunidades de Coleoptera entre todas as lagoas marginais, independente do grau de conectividade com o rio principal. Neste caso, a presença da macrófita *Salvinia* seria o principal determinante dessas comunidades.
- A diferença na espécie de *Salvinia* coletada nas lagoas estudadas interfere na fauna de Coleoptera que a utiliza como substrato.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudo

As condições climáticas das áreas de estudo são características do clima AW de Köppen (Setzer, 1966), identificando-se dois períodos climáticos: estação chuvosa com temperatura atmosférica mais elevada que abrange os meses de novembro a abril e, estação seca que se estende de maio a outubro e é caracterizada por valores de temperatura mais amenos e menores precipitações (Cavalheiro *et al.*, 1990).

As Lagoas marginais ao Rio Mogi-Guaçu, do Óleo (não conectada ao rio) com 19.470 m² de área, com profundidade mínima de 0,2 m (margens) e máxima de 5 m (antiga calha do Rio Mogi-Guaçu), volume de 49.613 m³, perímetro de 1.500 m,

comprimento máximo de 710 m e largura máxima de 60 m (Petracco, 2006) e do Diogo (conectada ao Rio Mogi-Guaçu e ao Córrego Cafundó) com 4.452 hectares, volume de 94.222,89 m³, profundidade máxima de 3 m, comprimento máximo de 570 m e largura máxima de 90 m (Krusche, 1989) (Figura 1, 3A e 3B), estão inseridas na Estação Ecológica de Jataí Conde Joaquim Augusto Ribeiro do Valle, uma das mais importantes unidades de conservação do Estado de São Paulo. Está localizada no município de Luiz Antônio, região nordeste do Estado de São Paulo, entre os paralelos 21°33' e 21°37' de latitude sul e 47°45' e 47°51' de longitude oeste e é mantida como unidade de Conservação pela Secretaria do Meio Ambiente do Estado.

A paisagem é dominada pelos ecossistemas terrestres, que abrangem 96,34% da área total, pelos ecossistemas inundáveis, 2,49% da área e pelos aquáticos 1,17%, sendo que estes últimos têm sido objeto de um maior número de estudos, uma vez que fazem parte de um tipo particular de sistema, o de rio planície de inundação do Rio Mogi-Guaçu (Ballester, 1994).

Deve ser ressaltado que estas lagoas podem apresentar modificações em seus valores de área devido às modificações nas condições hidrológicas ao longo dos anos, já que esses cálculos não são atuais.

As lagoas marginais ao Rio Paranapanema, Lagoa dos Cavalos (não conectada ao rio) e Lagoa do Coqueiral (conectada ao rio) (Figura 2, 3C e 3D), estão localizadas em sua zona de desembocadura na Represa de Jurumirim- SP. A lagoa dos Cavalos apresenta pequena profundidade (máxima 2,4 m; média, 1,35 m) e tem comprimento máximo de 127 m e largura máxima de 103 m, e área de superfície de 8.592 m². Seu perímetro é de 416 m e volume de 11.622 m³. A lagoa do Coqueiral é considerada uma lagoa rasa, com profundidade máxima de 3,5 m e média de 1,58 m. Seu comprimento máximo é de 1.576,1 m; largura máxima de 665,32 m e largura média de 406,9 m,

alcançando uma área de superfície de 641.263,15 m². Apresenta um perímetro de 4.063,5 m e volume de 1.012.957,36 m³ (Henry, 2005).

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. Está posicionada entre as latitudes 23°08' e 23°35'S e longitudes 48°30' e 49°13'W. Na região da nascente é rodeado por intensa mata nativa, protegida por três parques estaduais: Carlos Botelho, Intervales e Petar. Deixando a região da mata, o rio entra numa região de campo natural, cuja vegetação original é o cerrado. O Rio segue a descida da serra, atravessa os campos, delineia um zigue-zague na 'Cuesta de Botucatu', elevação que assinala o final da depressão, e segue em viagem pelo planalto, em descida suave até o Rio Paraná. O Rio Paranapanema antes de desembocar na Represa de Jurumirim ainda recebe uma contribuição importante do Rio Guareí. (Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Paranapanema, acesso em 29/11/2012).

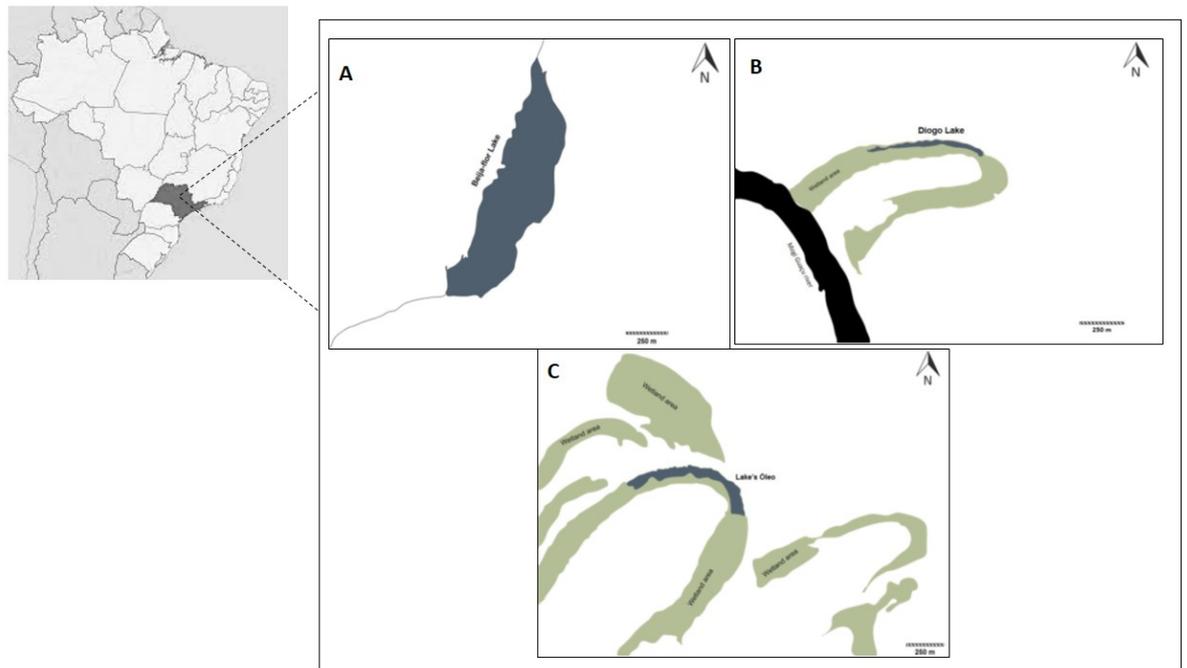


Figura 1: Localização da Estação Ecológica de Jataí com as lagoas marginais na planície de inundação, (B) Lagoa do Diogo, (C) Lagoa do Óleo.

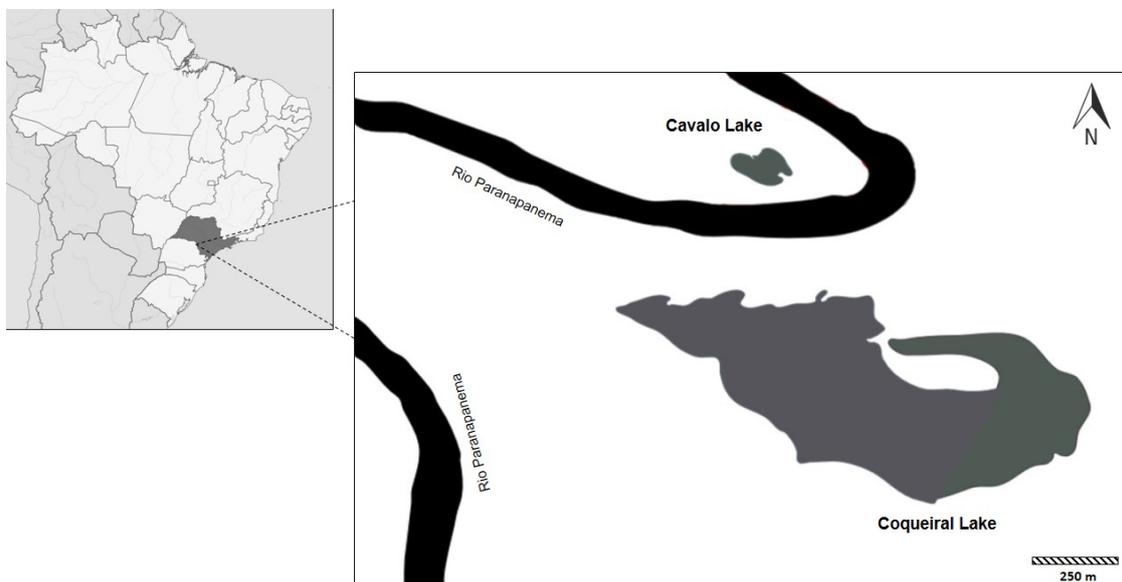


Figura 2: Rio Parapanema na região de sua desembocadura na Represa de Jurumirim, com as lagoas marginais, Lagoa do Coqueiral e Lagoa dos Cavalos.



Figura 3: Fotos das quatro lagoas marginais estudadas em duas bacias hidrográficas: (A) Lagoa do Diogo e (B) Lagoa do Óleo, marginais ao Rio Mogi-Guaçu; (C) Lagoa do Coqueiral e (D) Lagoa dos Cavalos, marginais ao Rio Paranapanema.

Amostragem e análise da fauna

Foram selecionados, de acordo com a presença dos bancos de macrófitas, três pontos de amostragem em cada lagoa e as coletas realizadas mensalmente no período de um ano. Nas lagoas marginais ao Rio Paranapanema foi coletada *Salvinia auriculata*, entre março de 2006 e fevereiro de 2007 e nas lagoas marginais ao Rio Mogi-Guaçu foi coletada *Salvinia auriculata* na lagoa do Diogo e *Salvinia molesta* na lagoa do Óleo, entre março de 2010 e fevereiro de 2011.

As macrófitas foram amostradas com puçá em formato circular com 0,07 m² de área e rede com malha de 0,25 mm de abertura (Figura 4), acondicionadas em potes

plásticos com água do local e transportadas ao laboratório. Neste, as plantas foram lavadas em uma sequência de três baldes, com solução de formol a 8%, formol a 4% e apenas água. As plantas foram mantidas em cada solução por 10 minutos e revolvidas a cada dois minutos por movimentos circulares. O conteúdo de cada balde foi filtrado em peneira com malha de 0,25 mm de abertura para retenção da fauna (Afonso, 2002). Os exemplares de Coleoptera foram isolados e identificados com auxílio de microscópio estereoscópico, seguindo literaturas especializadas, consulta a especialistas quando necessário e as seguintes chaves de identificação: Archangelsky *et al.*, 2009, Benetti *et al.*, 2003 e Epler, 1996.



Figura 4: Método utilizado para coletar a *Salvinia* e os Coleoptera associados.

Para caracterizar a fauna de Coleoptera aquáticos foram calculadas as seguintes métricas: riqueza taxonômica (S), abundância total (N), índice de diversidade de Shannon (H'), equidade de Pielou (E) e de dominância de Simpson (D) no programa Past versão 2.09 (Hammer *et al.*, 2001).

Para melhor interpretar os dados obtidos e comparar a estrutura da fauna das quatro lagoas aplicou-se uma análise de escalonamento multidimensional (MDS) através do programa Past versão 2.09 (Hammer *et al.*, 2001) e, selecionou-se o índice de Bray-Curtis. Os valores de abundância foram transformados ($\log x+1$) visando diminuir a influência da superioridade numérica dos táxons mais comuns. Posteriormente, uma

análise SIMPER também foi aplicada para identificar os táxons que mais contribuíram para a dissimilaridade entre as lagoas estudadas.

Para identificar diferenças na composição faunística entre as lagoas e entre os períodos de chuva e seca foi realizada uma PERMANOVA (Anderson, 2001), utilizou-se 1.000 permutações, nível de significância de 0,05 e a medida de dissimilaridade através do índice de Bray-Curtis. Para visualizar graficamente a dissimilaridade entre os dois períodos climáticos foi feita uma análise de escalonamento multidimensional (MDS) utilizando o índice de Bray-Curtis.

RESULTADOS

Da análise de 9.222 espécimes de Coleoptera coletados identificou-se a ocorrência de 55 unidades taxonômicas (larvas e adultos) sendo identificadas 10 famílias e 40 gêneros. Considerando-se todas as unidades taxonômicas registradas, oito gêneros e duas famílias foram comuns a todas as lagoas. Hydrophilidae foi predominante, representando quase 49% do total de indivíduos amostrados, com destaque para o gênero *Helochares*, tanto no estágio larval como adulto. As famílias Scirtidae e Noteridae também tiveram participação importante, representaram 24,3% e 15% dos exemplares coletados.

Do total de espécimes coletados, 51,4% foram obtidos nas Lagoas do Diogo e do Óleo, marginais ao Rio Mogi-Guaçu e distribuídos em 9 famílias e 26 gêneros (Tabelas 1 e 2). O restante 48,6%, foram coletados nas Lagoas do Coqueiral e dos Cavalos, marginais Rio Paranapanema, distribuídos em 9 famílias e 27 gêneros (Tabelas 3 e 4).

De acordo com as regiões de coleta, alguns táxons como, *Cyrtobagous singularis* Hustache, 1929 (Curculionidae adulto) e *Derallus* (Hydrophilidae adulto e larva) foram coletados somente nas Lagoas do Diogo e do Óleo (Tabelas 1 e 2).

Chrysomelidae (adulto), *Ochetina bruchi* Hustache, 1926 (Curculionidae adulto), *Thermonectus* (Dytiscidae adulto) e *Mesonoterus* (Noteridae adulto) somente nas Lagoas do Coqueiral e dos Cavalos (Tabelas 3 e 4).

Tabela 1: Dados sobre a abundância de Coleoptera na Lagoa do Diogo. Mar.= março; Abr.= abril; Mai.= maio; Jun.= junho; Jul.= julho; Ago.= agosto; Set.= setembro; Out.= outubro; Nov. = novembro; Dez.= dezembro; Jan.= janeiro; Fev.= fevereiro. L= Larva, A= Adulto.

Lagoa do Diogo												
	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Jan.	Fev.
Curculionidae												
<i>Cyrtobagous singularis</i> Hustache, 1929 A	26	16	23	12	12	26	17	14	8	8	6	13
<i>Neochetina eichorniae</i> Warner, 1970 A												
<i>Neobagous coarcticollis</i> Hustache, 1926 A											1	
Curculionidae L	46	26	40	54	25	1				1		1
Dytiscidae												
<i>Derovatellus</i> A										1		
<i>Laccophilus</i> A	1	1	3	3	3		1	1		1	1	1
<i>Pachydrus</i> A										1		
<i>Hydrovatus</i> L		1										
<i>Laccophilus</i> L	3						2	2	5	2	4	1
Morfotipo 1 L	1									1		
Elmidae												
<i>Macrelmis</i> L										1		
Hydrochidae												
<i>Hydrochus</i> A						1	1					
Hydrophilidae												
<i>Anacaena</i> A								1				
<i>Derallus</i> A	5	4	7	4	9	3	4	1				
<i>Helochaers</i> A	35	37	45	28	26	39	16	10	4	10	7	5
<i>Phaenonotum</i> A		1	4	5	8	8	7					
<i>Tropisternus</i> A	12	7	9	7	10	3	2	4		1		
<i>Derallus</i> L	31	33	10	7	10	20	8	2		7	3	3
<i>Enochrus</i> L					1		1	1		1		3
<i>Helochaers</i> L	63	80	85	35	104	84	82	32	43	36	37	55
<i>Phaenonotum</i> L	1	1	1	1				2	1	1	1	
<i>Tropisternus</i> L	33	9	16	1	3	13	2	1		6		9
Lampyridae L												
									1			
Noteridae												
<i>Hydrocanthus</i> A		1	2	3	4	4	1	1				
<i>Suphis</i> A								1				
<i>Suphisellus</i> A				1								
<i>Hydrocanthus</i> L	2									1		
Scirtidae L												
	22	17	22	21	16	5	6	29	4	52	37	51
Staphylinidae												
<i>Paederus punctiger</i> Sharp, 1876 (affinis) A								2				

Tabela 3: Dados sobre a abundância de Coleoptera na Lagoa do Coqueiral. Mar.= março; Abr.= abril; Mai.= maio; Jun.= junho; Jul.= julho; Ago.= agosto; Set.= setembro; Out.= outubro; Nov. = novembro; Dez.= dezembro; Jan.= janeiro; Fev.= fevereiro. L= Larva, A= Adulto.

Lagoa do Coqueiral												
	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Jan.	Fev.
Crysmelidae A								1				
Curculionidae												
<i>Ochetina bruchi</i> Hustache, 1926 A						2				2	2	
<i>Neochetina eichorniae</i> Warner, 1970 A						2				1	2	
Curculionidae L		1										
Dytiscidae												
<i>Bidessonotus</i> A					1		1					
<i>Laccodytes</i> A						1						
<i>Laccophilus</i> A						3						
<i>Liodessus</i> A				1	1		1					
<i>Thermonectus</i> A									1			
<i>Celina</i> L									1			
<i>Laccophilus</i> L											1	1
Morfotipo 1 L												1
Hydrochidae												
<i>Hydrochus</i> A						23	187	82	3	39	12	
Hydrophilidae												
<i>Helochaeres</i> A			7	15	9	9	6	6	9	7	30	3
<i>Phaenonotum</i> A			1	1	1	1	4		24	4	5	
<i>Tropisternus</i> A			7	15	9	12	4	25	3	14	7	
<i>Enochrus</i> L			1		1			1				3
<i>Helochaeres</i> L	6	16	19	32	43	48	8	14	12	6	44	68
<i>Tropisternus</i> L		2	2	18	1	15		4	13	20	64	58
Lampyridae L		4			1	5						1
Noteridae												
<i>Hydrocanthus</i> A		7	4	3	10	110	25	78	27	158	7	
<i>Mesonoterus</i> A									1			
<i>Suphis</i> A						9	2	2	7	1	3	
<i>Suphisellus</i> A			1				1	1	1	2		1
<i>Hydrocanthus</i> L			1			1	1		1		3	9
<i>Pronoterus/Mesonoterus</i> L								1	1			3
<i>Suphis</i> L		1	1									2
Scirtidae L	15	109	109	108	115	131	47	65	16	50	50	104
Staphylinidae												
<i>Stenus</i> A								1				

Tabela 4: Dados sobre a abundância de Coleoptera na Lagoa dos Cavalos. Mar.= março; Abr.= abril; Mai.= maio; Jun.= junho; Jul.= julho; Ago.= agosto; Set.= setembro; Out.= outubro; Nov. = novembro; Dez.= dezembro; Jan.= janeiro; Fev.= fevereiro. L= Larva, A= Adulto.

Lagoa dos Cavalos												
	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Jan.	Fev.
Crysmelidae A												1
Curculionidae												
<i>Ochetina bruchi</i> Hustache, 1926 A							1	1				
<i>Neochetina eichorniae</i> Warner, 1970 A				1		6	2				1	
Curculionidae L						1						
Dytiscidae												
<i>Anisomeria</i> A								1				
<i>Desmopachria</i> A			1									
<i>Hydaticus</i> A								1				
<i>Laccophilus</i> A					1	15	26			3		
<i>Liodessus</i> A							1					
<i>Neobidessus</i> A							1					
<i>Megadytes</i> A				1								
<i>Thermonectus</i> A				1								
Tribo Bidessini A				3								
<i>Hydrovatus</i> L											1	
<i>Laccophilus</i> L		1										
Hydrochidae												
<i>Hydrochus</i> A variação										1		
<i>Hydrochus</i> A				4	14	7	14			2	9	
Hydrophilidae												
<i>Helochaers</i> A	3	7	13	25	11	23	10	24	2	7	11	4
<i>Phaenonotum</i> A		5		1	1	6	12	6	2	2	1	1
<i>Tropisternus</i> A	1	3	6	20	9	16	17	52	22	34	1	3
<i>Berosus</i> L											2	
<i>Enochrus</i> L		1									2	
<i>Helochaers</i> L	28	23	5	17	19	31	15	80	14	19	48	19
<i>Paracymus</i> L								1		1		
<i>Tropisternus</i> L	7	12	9	14				13	29	23	25	11
Noteridae												
<i>Hydrocanthus</i> A	2	13	8	10	26	41	76	101	105	106	9	8
<i>Notomicrus</i> A						1	1					
<i>Mesonoterus</i> A						1				1		
<i>Pronoterus</i> A						1						
<i>Suphis</i> A		1							1	2		
<i>Suphisellus</i> A	1			6		3	10				1	
<i>Hydrocanthus</i> L	3	4									5	4
<i>Pronoterus/Mesonoterus</i> L	2											
Scirtidae L	14	65	13	46	98	81	35	28	5	18	5	25

Os resultados obtidos das análises da riqueza taxonômica, dos índices de diversidade, de dominância e de equidade indicaram pouca variação entre as lagoas. Na Lagoa do Coqueiral, marginal ao Rio Paranapanema e permanentemente conectada a este rio, observou-se elevada abundância de indivíduos comparado com a da Lagoa dos Cavalos, na mesma área de inundação, mas isolada do rio. Enquanto na área de inundação do Rio Mogi-Guaçu os resultados indicaram menor abundância de organismos na Lagoa do Diogo que é conectada ao rio, comparado com a Lagoa do Óleo, não conectada ao Rio Mogi-Guaçu (Tabela 5).

Tabela 5: Resultados dos valores médio e desvio padrão das métricas para as lagoas estudadas. S= riqueza de táxons observada; N= abundância; D= dominância de Simpson; H' = diversidade de Shannon; E= equidade de Pielou; M=média; DP= desvio padrão.

	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP
	Diogo	Diogo	Óleo	Óleo	Coqueiral	Coqueiral	Cavalos	Cavalos
S	12	2,56	12	2,64	10	3,28	10	3,23
N	174	70	220	111,74	212	95,49	161	78,48
D	0,24	0,08	0,29	0,1	0,35	0,15	0,24	0,06
H'	1,79	0,27	1,59	0,29	1,43	0,41	1,73	0,21
E	0,7	0,06	0,64	0,1	0,6	0,11	0,74	0,09

Observa-se na Figura 5 resultante da análise MDS o agrupamento das lagoas marginais ao Rio Paranapanema e um distanciamento entre as lagoas marginais ao Rio Mogi-Guaçu, confirmando a baixa similaridade entre a fauna das Lagoas do Diogo e do Óleo, com explicação de 76% dos eixos 1 e 2. De acordo com a análise SIMPER os táxons que mais contribuíram para essa dissimilaridade foram *Helochares* (larva), *Derallus* (adulto e larva) e *Cyrtobagous singularis* Hustache, 1929 (adulto) (Tabela 6).

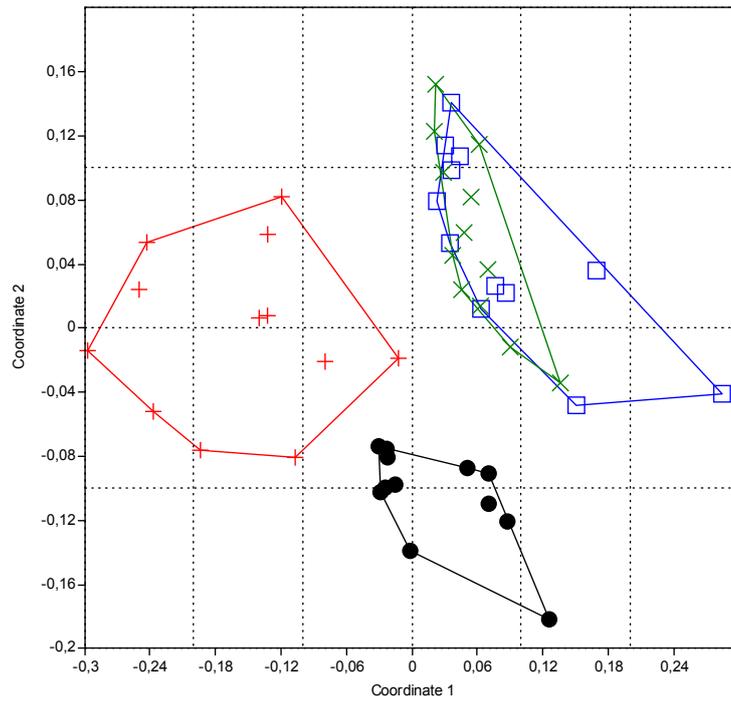


Figura 5: Gráfico resultante da análise MDS para a abundância de organismos em cada coleta realizada nas lagoas estudadas utilizando o índice de Bray-Curtis . +: Lagoa do Óleo, ●: Lagoa do Diogo, □: Lagoa do Coqueiral e x: Lagoa dos Cavalos.

Tabela 6: Táxons que mais contribuíram para a dissimilaridade entre as Lagoas do Diogo e do Óleo de acordo com a análise SIMPER. Cont. = Contribuição (valor cumulativo), Abund.= Abundância, L= Larva, A= Adulto.

Táxons	Cont. %	Abund. média 1	Abund. média 2
<i>Helochares</i> L	11,25	1,75	0,68
<i>Derallus</i> A	22,15	0,39	1,39
<i>Derallus</i> L	32,22	0,84	1,81
<i>Cyrtobagous singularis</i> Hustache, 1929 A	41,25	1,14	0,21
<i>Helochares</i> A	49,88	1,21	0,33
<i>Hydrocanthus</i> A	58,28	0,16	0,97
Scirtidae L	65,08	1,25	1,14
<i>Tropisternus</i> L	70,78	0,6	0,59

Nas figuras 6 e 7, são apresentadas as variações da precipitação mensal para a região das lagoas do Jataí e das lagoas do Paranapanema, durante os anos de estudo, podem-se notar, nas duas regiões, maiores precipitações em dezembro, janeiro e fevereiro. O mês de agosto apresentou baixa precipitação no Paranapanema e nula no Jataí.

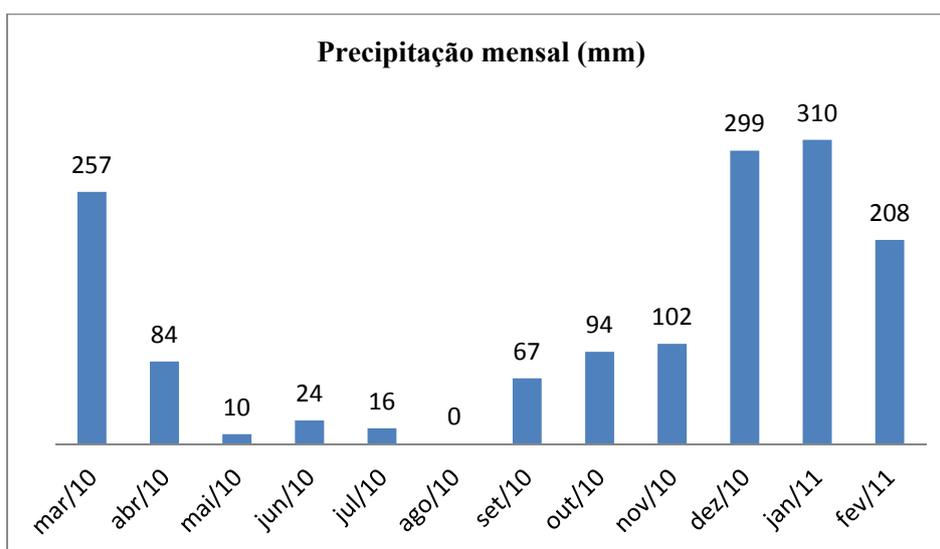


Figura 6: Precipitação na região das lagoas do Jataí (SP) no período de março de 2010 a fevereiro de 2011 (Fonte: Departamento de Meio Ambiente de Luiz Antônio).

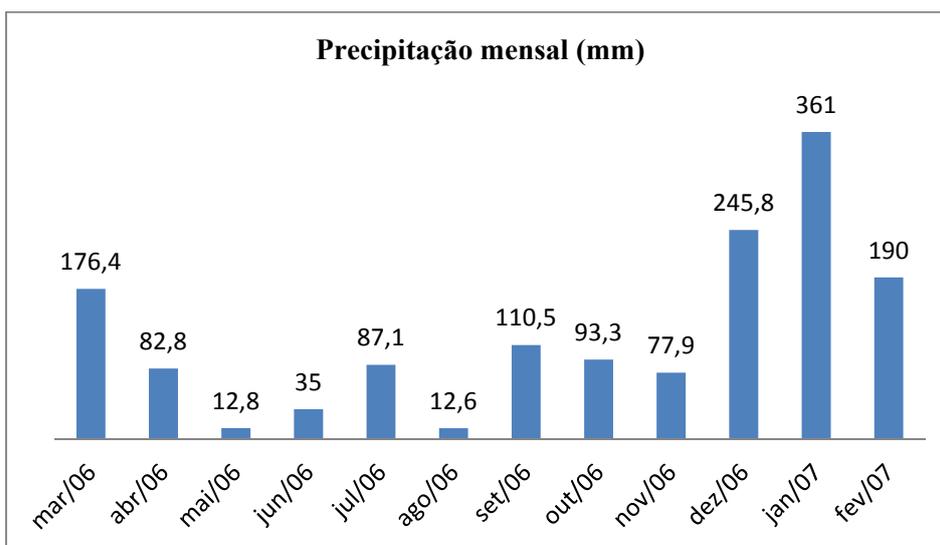


Figura7: Precipitação na região das lagoas do Paranapanema (SP) no período de março de 2006 a fevereiro de 2007 (Fonte: Departamento de Meio Ambiente de Luiz Antônio).

O resultado da análise PERMANOVA não indicou diferença na composição faunística entre os períodos de chuva e seca ($p=0,1989$). Essa semelhança na composição ficou evidente e pode ser visualizada na Figura 8 resultante da análise MDS, explicação de 68% dos eixos 1 e 2.

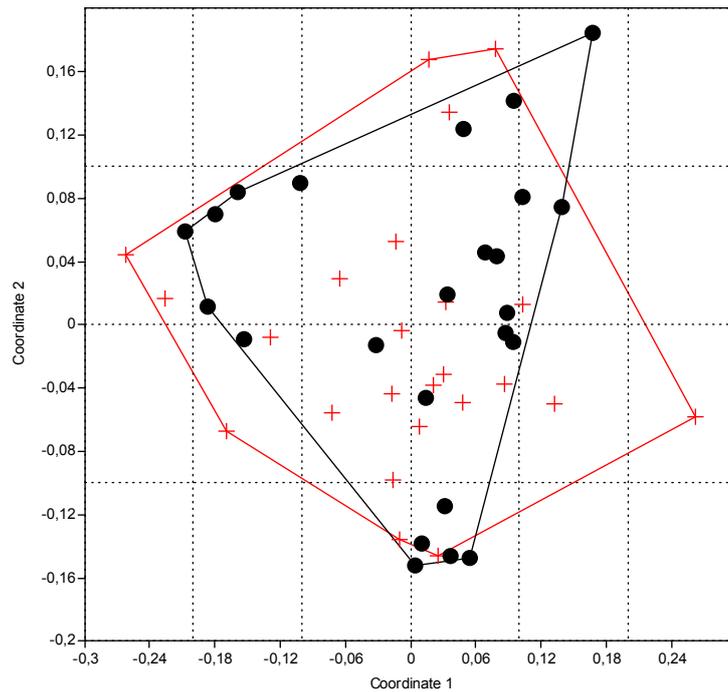


Figura 8: Gráfico resultante da análise MDS para a abundância de organismos na chuva e na seca utilizando o índice de Bray-Curtis. +: Chuva, ●: Seca.

DISCUSSÃO

Os resultados de riqueza e abundância de Coleoptera obtidos neste trabalho estão de acordo com os relatados na literatura de coleópteros aquáticos, nos quais alguns autores destacam a família Hydrophilidae como a mais abundante em lagoas e lagos, assim como as famílias Dytiscidae e Scirtidae (Nascimento, *et al.* 2011, Benetti and Hamada, 2003). Boneto *et al.*, 2011 observaram maior número de Hydrophilidae associado à *Eichhornia azurea* na Lagoa do Cascalho, no alto rio Paraná/MS. Enquanto que Moretti *et al.* (2003) registraram maior abundância de Dytiscidae em *Pontederia lanceolata* na Baía do Coqueiro, Pantanal de Poconé/MT.

Silva and Henry (2013), em estudo de seis lagoas marginais ao rio Paranapanema, identificaram Dytiscidae, Noteridae e Hydrophilidae tanto no estágio

larval como no adulto, onde as larvas da família Noteridae foram as mais abundantes. Muitas espécies principalmente das famílias Dytiscidae e Noteridae estão associadas a plantas aerenquimatosas, utilizando-as para oviposição e ou pupação, enquanto outras famílias como Hydrophilidae e Scirtidae utilizam a vegetação, possivelmente como fonte de alimento, já que a maioria das espécies dessas famílias é herbívora (Benetti and Cueto, 2004).

A família Scirtidae foi coletada somente no estágio larval, pois o adulto é terrestre e vive na zona ripária, voando ou caminhando sobre pedras ou na vegetação (Brown, 1987). Algumas das famílias coletadas, como Curculionidae, Chrysomelidodae e Staphylinidae, não são estritamente aquáticas (Jäch and Balke, 2008; Majka, 2008), mas associadas com a vegetação ripária, podem viver nas partes emergentes de plantas aquáticas, principalmente onde há relação com o habitat terrestre do entorno, como nos ecossistemas estudados. A maioria dos representantes da família Lampyridae é terrestre com poucos representantes aquáticos na fase larval (Jäch and Balke, 2008).

Segundo Santos e Thomaz (2004) e Takeda *et al.* (2004), o pulso de inundação e o grau de conectividade com o rio são os fatores que mais afetam a estrutura da vegetação aquática em planícies de inundação e conseqüentemente a fauna associada. Segundo Albertoni *et al.*, 2005; 2007, a *Salvinia* é comum em sistemas aquáticos subtropicais e são encontradas durante todo o ano, formando densos estandes. Plantas com perenidade ao longo do ano, e com maior área de habitat (função do maior sistema radicular) apresentam maior riqueza, abundância e diversidade de Coleoptera (Scheffer, 1998; Thomaz and Ribeiro da Cunha, 2010).

A densa cobertura vegetal nas lagoas estudadas favoreceu a alta riqueza de Coleoptera, como observado também por Valladares *et al.* (2002) em lagos rasos situados no extremo do Canal de Castilla, norte da Meseta Ibérica. Trabalhos de

Fontanarrosa *et al.* (2013) também relatam uma dominância de Coleoptera em dois lagos na Província de Buenos Aires, na Argentina.

Estudos de outros grupos de invertebrados associados à *Salvinia* tiveram respostas similares, Davanso (2010) observou na Lagoa do Coqueiral maior densidade de larvas de quironomídeos e oligochaetos, e justificou o resultado ressaltando a importância da conexão da lagoa com o rio. Para Ward *et al.* (1999), a baixa conectividade impede as trocas de matéria, energia e organismos reduzindo a biodiversidade. No entanto, com a elevação do grau de conectividade entre as lagoas marginais e o rio, torna-se possível a migração dos indivíduos entre estes ambientes, pois a conectividade passa a funcionar como um “corredor de dispersão” para as populações de organismos aquáticos (Gubiani, 2009). Neste estudo, pode-se observar nas Lagoas marginais ao Rio Mogi-Guaçú, que a conectividade entre o rio e a lagoa não interferiu na abundância de indivíduos, sendo que a Lagoa do Óleo, não conectada ao rio, apresentou maior abundância de Coleoptera em relação à Lagoa do Diogo, que possui conexão com o rio.

De acordo com a análise PERMANOVA e a análise de escalonamento multidimensional não houve diferença na estrutura da fauna entre os períodos de chuva e de seca, sugerindo que a flutuação sazonal no nível da água não interfere na fauna de Coleoptera aquáticos. Segundo Oliva *et al.*, 2002, a maioria das espécies de coleópteros efetuam voos de dispersão durante a noite e tardes muito úmidas, permitindo a sua dispersão de um corpo de água a outro. Diferente de Silva e Henry (2013) que constataram em estudo da comunidade de macroinvertebrados associados com *Eichhornia azurea* abundância e riqueza mais elevadas no período de maior conexão das lagoas marginais com o rio Paranapanema e, justificaram este resultado pela

provável influência exercida pelo pulso de inundação, favorecendo a heterogeneidade de habitats para a comunidade.

Fulan *et al.*, 2011 observaram na Lagoa dos Cavalos, mesmo sendo uma lagoa pequena e isolada, uma densidade significativa de peixes que poderiam preda larvas de Odonata. Essa predação também pode ter ocorrido com os coleópteros, já que nessa lagoa foi coletado um menor número de indivíduos em relação às outras lagoas. Ferreira (1998) e Meschiatti (1995), também observaram nas Lagoas do Óleo e do Diogo, respectivamente, a presença de larvas de insetos no conteúdo estomacal de espécies de peixes herbívoras-insetívoras. Invertebrados associados com macrófitas aquáticas são importantes fontes naturais de alimentos para peixes e outros consumidores mais elevados (Ohtaka *et al.*, 2011). Bosi (2001) relata que a fase larval dos besouros aquáticos é a etapa mais vulnerável a predação, por ainda não apresentarem um exoesqueleto tão rígido quanto o dos besouros adultos.

A análise de escalonamento multidimensional feita para as quatro lagoas mostrou que há pouca similaridade entre as comunidades das Lagoas do Diogo e do Óleo. Isso se deve, provavelmente, a diferença na espécie da macrófita. Na Lagoa do Diogo a macrófita coletada foi *Salvinia auriculata* Aublet que possui raízes mais longas e densas do que *Salvinia molesta* Mitchell, espécie encontrada na Lagoa do Óleo, que para Nelson (2009) possui falsas raízes, finas e delicadas. Provavelmente devido a esta diferença, pode-se observar uma participação maior na Lagoa do Óleo do gênero *Derallus* (Hydrophilidae), tanto no estágio larval como no adulto. Este organismo possui tamanho pequeno (< 3,0mm), o que facilita sua permanência nessas raízes em relação aos organismos maiores.

Com base nas análises deste trabalho conclui-se que há maior similaridade entre as comunidades de Coleoptera das lagoas de maior proximidade, ou seja, que estão

inseridas na mesma região e que, neste estudo, a conectividade entre rio e lagoa, não é determinante para a riqueza e abundância da fauna de Coleoptera aquáticos. Portanto, a riqueza e a abundância de Coleoptera aquáticos associados variam tipicamente com as espécies de macrófitas aquáticas utilizadas como substrato.

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)*. Botucatu/SP. Universidade Estadual Paulista. 99p. Tese de Doutorado em Ciências Biológicas (Zoologia).

Albertoni, E.F., Palma-Silva, C. & Veiga, C.C. (2005) Estrutura da comunidade de macroinvertebrados associada às macrófitas aquáticas *Nymphoides indica* e *Azolla filliculoides* em dois lagos subtropicais (Rio Grande, RS, Brasil). *Acta Biologica Leopoldensia*, 27 (3), 137-145.

Albertoni, E.F., Prellvitz, L.J. & Palma-Silva, C. (2007) Macroinvertebrates fauna associated with *Pistia stratiotes* e *Nymphoides indica* in subtropical lakes (south Brazil). *Brazilian Journal of Biology*, 67 (3), 499-507.

Anderson, M.J. (2001) A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecology*, 26 (1), 32-46.

Archangelsky, M., Manzo, V., Michat, M.C. & Torres, P.L.M. (2009) Coleoptera. In: Dominguez, E. & Fernández, H.R. (Eds), *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. Sistemática y biología*, Tucumán: Fundación Miguel Lillo. pp. 411-468.

Ballester, M.V.R. (1994) *Dinâmica de gases biogênicos (CH₄ O₂ CO₂) em ecossistemas aquáticos da planície de inundação do rio Mogi-Guaçu (Estação Ecológica de Jataí)*. São Carlos/SP. Universidade Federal de São Carlos. 172 p. Tese de Doutorado.

Benetti, C.J., Cueto, J.A.R. & Fiorentin, G.L. (2003) Gêneros de Hydradephaga (Coleoptera: Dytiscidae, Gyrinidae, Haliplidae, Noteridae) citados para o Brasil, com chaves de identificação. *Biota Neotropica*, 3 (1), <http://www.biotaneotropica.org.br/v3n1>.

Benetti, C.J. & Cueto, J.A. (2004) Fauna composition of water beetles (Coleoptera: Adephaga) in seven water environments in the municipality of Gramado, RS, Brazil. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 16 (1), 1-11.

Benetti, C.J. & Hamada, N. (2003) Fauna de Coleópteros aquáticos (Insecta: Coleoptera) na Amazônia Central, Brasil. *Acta Amazonica*, 33 (3), 1-10.

Brown, H.P. (1987) Biology of Riffle Beetles. *Annual Review of Entomology*, 32, 253-273.

Boneto, D.D., Batista-Silva, V.F. & Bailly, D. (2011) Coleópteros associados à *Eichhornia azurea* na Lagoa do Cascalho: composição, abundância e influência de fatores limnológicos. *Anais do Encontro de Iniciação Científica – ENIC*, 3.

Bosi, G. (2001) Abundance, diversity and seasonal succession of dytiscid and noterid beetles (Coleoptera: Adephaga) in two marshes of the Eastern PoPlain (Italy). *Hydrobiologia*, 459, 1-7.

Cavalheiro, F., Balleste, M.V.R. & Santos, J.E. (1990) Propostas preliminares referentes ao plano de zoneamento e manejo da Estação Ecológica de Jataí. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 3 (2), 951-968.

Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Paranapanema (<http://paranapanema.org/ugrh/>, acesso em: 29/11/2012).

Comitê de Bacia Hidrográfica - CBH Grande (<http://www.grande.cbh.gov.br/UGRHI9.aspx>, acesso em: 29/11/12).

Cunha-Santino, M.B. & Bianchini Jr., I. Colonização de macrófitas aquáticas em ambientes lênticos.

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*, 24 (4), 347-357.

Davanso, R.C.S. (2010) *Composição e abundância de larvas de Chironomidae (Insecta, Diptera) associadas ao sedimento e à macrófita aquática (Salvinia auriculata) em dois rios e em duas lagoas marginais, com e sem conexão com o curso de água*. Botucatu/SP. Universidade Estadual Paulista. Tese de Doutorado e Ciências Biológicas (Zoologia).

Dejoux, C. (1983) The fauna associated with the aquatic vegetation. *In*: Carmouze, J.P., Dure, J.R. & Levèque, C. (Eds), Lake Chad. Amsterdam: *Dr. W. Junk Publishers*. pp. 273-292.

Dvorak, J. (1996) An example of relationships between macrophytes, macroinvertebrates e their food resources in a shallow eutrophic lake. *Hydrobiologia*, 339 (1), 27- 36.

Epler, J.H. (1996) Dentification manual for the water beetles of Florida. Tallahassee, Florida: State of Florida Department of Environmental Protection. *Division of Water Facilities*.

Esteves, F.A. (1998) *Fundamentos de limnologia*. Interciência/FINEP, Rio de Janeiro. 602 p.

Fairchild, G.W., Faulds, A.M. & Matta, J.F. (2000) Beetle assemblages in ponds: effects of habitat e site age. *Freshwater Biology*, 44 (3), 523-534.

Ferreira, A.G. (1998) *Caracterização de lagoas marginais do rio Mogi-Guaçu na Estação Ecológica de Jataí: composição quantitativa da ictiofauna*. Universidade Federal de São Carlos. São Carlos. 235 p. Tese de Doutorado em Ciências, área de concentração em Ecologia.

Ferreira-Jr, N., Mendonça, E.C., Dorvillé, L.F.M. & Ribeiro, J.R.I. (1998) Levantamento preliminar e distribuição de besouros aquáticos (Coleoptera) na restinga

de Marica, R.J. In: Nessimian, J.L. & Carvalho, A.L. (Eds), *Ecologia de insetos aquáticos*, Rio de Janeiro: PPGE-UFRJ. *Série Oecologia Brasiliensis*, 5, 129-140.

Ferreira-JR, N., Nicolini, L.B. & Nessimian, J.L. (2006) Description of the third instar larvae of *Megadytes latus* (Fabricius) (Coleoptera, Dytiscidae), with an identification key for described larvae of the genus. *Revista Brasileira de Zoologia*, 23 (3), 792-795.

Ferreira-JR, N. & Braga, R.B. (2009) Dytiscidae e Noteridae (Insecta: Coleoptera) recorded from Rio de Janeiro State, Brazil. *Arquivos do Museu Nacional*, 67(3-4), 321-327.

Fontanarrosa, M.S., Chaparro, G.N. & O'Farrell, I. (2013) Temporal and Spatial Patterns of Macroinvertebrates Associated with Small and Medium-Sized Free-Floating Plants. *Wetlands*, 33, 47–63.

Fulan, J.A., Henry, R. & Davanzo, R.C.S. (2011) Effects of daily changes in environmental factors on the abundance and richness of Odonata. *Acta Limnologica Brasiliensis*, 23 (1), 23-29.

Glowacka, I., Soszka, G.J. & Soszka, H. (1976) Invertebrates associated with macrophytes. In: Pieczynska E. (Ed.), *Selected problems of lake littoral ecology*. Warszawa: Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawskiego, 238 p.

Godoy, L.C. (1975) Peixes do Brasil subordem Characoidei da Bacia do Rio Mogi-Guaçu. Piracicaba. *Franciscana*, 1, 216 p.

Gubiani, E.A. (2009) Abordagem metapopulacional: uma ferramenta para a biologia da conservação. *In: Lansac-Tôha, F.A., Benedito, E. & Oliveira, E.F. (Org.), Contribuições da História da Ciência e das Teorias Ecológicas para a Limnologia*. 1ª ed. Maringá: Eduem. pp.277-302.

Hammer, Ø., Harper, D.A.T. & Ryan, P.D. (2001) PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4 (1), 9p.

Hargeby, A. (1990) Macrophyte associated invertebrates and the effect of habitat permanence. *Oikos*, 57, 338-346.

Henry, R. (2003) Os ecótonos nas interfaces dos ecossistemas aquáticos: conceitos, tipos, processos e importância. Estudo de aplicação em lagoas marginais ao Rio Paranapanema na zona de sua desembocadura na Represa de Jurumirim. *In: Henry, R. (Org.), Ecótonos nas interfaces dos ecossistemas aquáticos*. São Carlos: RIMA Editora, pp. 1-28.

Jäch, M.A. & Balke, M. (2008) Global Diversity of Water Beetles (Coleoptera) in Freshwater. *Hydrobiologia*, 595, 419-442.

Krusche, A.V. (1989) Caracterização biogeoquímica da Lagoa do Diogo, uma lagoa marginal do rio Mogi-Guaçú (Estação Ecológica de Jataí, Luiz Antônio, SP). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. 79 p. Dissertação de Mestrado.

Lorenzi, H. (1991) Plantas daninhas do Brasil. Plantarum.

Majka, C.G. (2008) The aquatic Coleoptera of Prince Edward Isle, Canada: new records e faunal composition. *ZooKeys*, 2 (1), 239-260.

Marçal-Simabuku, M. A. & Peret, A.C. (2002) Alimentação de peixes (Osteichthyes, Characiformes) em duas lagoas de uma planície de inundação brasileira da bacia do rio Paraná. *Interciencia*, 27(6), 299-305.

Merritt, R.W. & Cummins, K.W. (1996) *An introduction to the aquatic insects of North America*. Iowa: Kendall/Hunt Publishing Company. 862 p.

Meschiatti, A.J. (1995) Alimentação da Comunidade de peixes de uma lagoa marginal do Rio Mogi-Guaçu, SP. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 7, 115-137.

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), 7-21.

Mozeto, A.A. & Esteves, F.A. (1987) A ecologia de lagoas marginais. *Ciência Hoje*, 5 (30), 73.

Nascimento, L.V., Albertoni, E.F. & Silva, C.P. (2011) Fauna de Coleoptera associada à macrófitas aquáticas em ambientes rasos do sul do Brasil. *Perspectiva*, 35 (129), 53-64.

Nelson, L.S. (2009) Giant and Common Salvinia. In: Gettys, L.A., Haller, W.T. & Bellaud, M. (Eds), *Biology and Control of Aquatic Plants*. Cover photograph courtesy of SePRO Corporation. Gainesville, Florida, USA.

Nessimian, J.L. & DE LIMA, I.H.A.G. (1997) Colonização de três espécies de macrófitas por macroinvertebrados aquáticos em um brejo no litoral do estado do Rio de Janeiro. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 9 (1), 149-163.

Ohtaka, A., Narita, T., Kamiya, T., Katakura, H., Araki Y., Chhay, R. & Tsukawaki, S. (2011) Composition of aquatic invertebrates associated with macrophytes in Lake Tonle Sap, Cambodia. *Limnology*, 12, 137–144.

Oliva, A., Fernandez, L.A. & Bachmann, A.O. (2002) *Sinopsis de los Hydrophiloidea Acuaticos de la Argentina (Insecta, Coleoptera)*. Buenos Aires. Monografías Del Museo Argentino de Ciencias Naturales, 2, 1-67.

Passos, M.I.S., Nessimian, J.L. & Dorvillé, L.F.M. (2003a) Distribuição espaço-temporal da Comunidade de Elmidae (Coleoptera) em um Rio Na Floresta da Tijuca, Rio de Janeiro, RJ. *Boletim do Museu Nacional, Zoologia*, 509, 1-9.

Passos, M.I.S., Nessimian, J.L. & Dorvillé, L.F.M. (2003b) Life strategies in an Elmidae (Insecta: Coleoptera: Elmidae) Community from a First Order Stream in the Atlantic Forest, Southeastern Brazil. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 15 (2), 29-36.

Passos, M.I.S., Nessimian, J.L. & Ferreira-Jr, N. (2007) Chaves para identificação dos gêneros de Elmidae (Coleoptera) ocorrentes no Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia*, 51 (1), 42-53.

Passos, M.I.S., Fernandes, A.S, Hamada, N. & Nessimian, J.L. (2010) Insecta, Coleoptera, Elmidae, Amazon region. *Check List*, 6 (4), 538-545.

Petracco, P. (2006) Efeito das variáveis abióticas na produção primária de *Egeria najas* e *Utricularia breviscapa* da Lagoa do Óleo (Estação Ecológica de Jataí, Luiz Antônio – SP). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. 145 p. Tese de Doutorado.

Santos, J.E. & Mozeto, A.A. (1992) Programa de análise de Ecossistemas e Monitoramento Ambiental: Estação Ecológica de Jataí (Luiz Antônio). *Ecologia de Áreas Alagáveis da Planície de Inundação do rio Mogi-Guaçu*. Projeto Jataí. São Carlos, PPGERN/UFSCar, 59 p.

Santos, A.M. & Thomaz, S.M. (2004) The role of connectivity in structuring aquatic macrophytes assemblages. In: Agostinho, A.A., Rodrigues, L., Gomes, L.C., Thomaz, S.M. & Miranda, L.E. (Eds), *Structure and functioning of the Paraná river and its floodplain*. Maringá. pp. 227-232.

Segura, M.O., Fonseca-Gessner, A.A. & Tanaka, M.O. (2007b) Composition and distribution of aquatic Coleoptera (Insecta) in low-order streams in the state of São Paulo, Brazil: influence of environmental factors. *Acta Limnologia Brasiliensia*, 19, 247-256.

Segura, M.O., Valente-Neto, F. & Fonseca-Gessner, A.A. (2011) Checklist of the Elmidae (Coleoptera: Byrrhoidea) of Brazil. *Zootaxa*, 1-18.

Segura, M.O., Valente-Neto, F. & Fonseca-Gessner, A.A. (2011) Elmidae (Coleoptera, Byrrhoidea) larvae in the state of São Paulo, Brazil: Identification key, new records and distribution. *Zookeys*, 151, 53-74.

Segura, M.O., Fonseca-Gessner, A.A., Spies, M.R. & Siegloch, A.E. (2012) Water Beetles in mountainous regions in Southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 72 (2), 311-321.

Scheffer, M. (1998) *Ecology of shallow lakes*. Chapman & Hall, London.

Setzer, J. (1966) *Atlas climatológico do Estado de São Paulo*. São Paulo: Comissão Interestadual da Bacia do Paraná-Uruguai/Asp.

Silva, C.V. & Henry, R. (2013) Aquatic macroinvertebrates associated with *Eichhornia azurea* (Swartz) Kunth and relationships with abiotic factors in marginal lentic ecosystems (São Paulo, Brazil). *Brazilian Journal of Biology*, 73 (1), 149-162.

Soszka, G.J. (1975) Ecological relations between invertebrates e submerged macrophytes in the lake Littoral. *Ekologia Polska*, 23 (3), 393-415.

Takeda, A.M., Kobayashi, J.T., Resende, D.L.M.C., Fujita, D.S., Avelino, G.S., Fujita, R.H., Pavan, C.B. & Butakka, C.M.M. (2004) Influence of decreased water level on the Chironomidae community of the Upper Paraná River alluvial plain. In: Agostinho, A.A., Rodrigues, L., Gomes, L.C., Thomaz, S.M. & Miranda, L.E. (Eds), *Structure and functioning of the Paraná river and its floodplain*. Maringá. 101-106.

Thomaz, S.M. & Ribeiro da Cunha, E. (2010) The role of macrophytes in habitat structuring in aquatic ecosystems: methods of measurement, causes and consequences on animal assemblages composition and biodiversity. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 22, 218–236.

Valladares, L.F., Garrido, J. & Garcia-Criado, F. (2002) The assemblages of aquatic Coleoptera from shallow lakes in the northern Iberian Meseta: Influence in environmental Variables. *European Journal of Entomology*, 99, 289-298.

Ward, J.V., Tockner, K. & Schiemer, F. (1999) Biodiversity of floodplain ecosystems: ecotones and connectivity. *Regulated Rivers: Research and Management*, 15, 125-139.

Wetzel, R.G. (1975) *Limnology*. Philadelphia: Sauders, 743 p.

CAPÍTULO 2

Caracterização temporal da fauna de Coleoptera associada à *Salvinia auriculata* (Ableut) na Represa do Beija-Flor, Estação Ecológica de Jataí, Luiz Antônio-SP.

RESUMO

As represas são ecossistemas construídos pelo homem visando à retenção de água para múltiplos usos. Esses ambientes estão frequentemente sujeitos a eutrofização que favorece o crescimento de macrófitas aquáticas como a *Salvinia auriculata*, que pode ser colonizada por Coleoptera. O objetivo deste trabalho foi caracterizar ao longo de um ano a comunidade de coleópteros aquáticos e relacionar sua densidade ao ciclo de desenvolvimento da macrófita. As coletas foram realizadas mensalmente no período de um ano com o auxílio de um puçá em formato circular. Ainda em campo, foram medidos os valores de temperatura (°C) e pH da água. No laboratório, as plantas foram lavadas em uma sequência de três baldes contendo formol em diferentes concentrações para a retirada da fauna e posterior identificação. As macrófitas foram secas em temperatura ambiente e na estufa a 60°C até peso constante. Foram coletados 1.270 espécimes de Coleoptera, distribuídos em 6 famílias e 14 gêneros. O mês de maio caracterizou-se pela maior densidade, mas menor riqueza. Em julho, a densidade também foi elevada e a riqueza a maior entre todos os meses do ano. A menor densidade foi obtida em janeiro, mas com uma riqueza taxonômica elevada. A família Hydrophilidae foi predominante, com destaque para o gênero *Derallus*. De acordo com a análise de correlação de Pearson realizada para todos os meses de coleta, *Cyrtobagous singularis* Hustache, 1929 (adulto) da família Curculionidae se mostrou significativamente correlacionado com o peso seco da macrófita. As larvas de *Derallus* (Hydrophilidae) apresentaram correlação negativa com a temperatura da água. As espécies *Helochares* (larva-Hydrophilidae), *Hydrocanthus* (larva-Noteridae) e a família Scirtidae (larva) se correlacionaram positivamente com a temperatura da água. O pH da água não exerceu influência sobre nenhum táxon em nenhum mês do ano de coleta.

Conclui-se que a macrófita aquática *Salvinia auriculata* é utilizada de forma efetiva pela comunidade de Coleoptera com substrato. Estes se apresentaram diversos e uniformes durante, principalmente, os períodos mais quentes do ano. Nos meses de temperaturas mais baixas, apesar de menor diversidade e uniformidade, a densidade foi maior, mostrando a importância desta fase para alguns grupos de Coleoptera.

Palavras Chave: Coleoptera, Macrófitas Aquáticas, Represa.

ABSTRACT

Dams are manmade ecosystems aiming to retain water for multiple uses. These environments are often subject to eutrophication which favors the growth of aquatic macrophytes such as *Salvinia auriculata*, which can be colonized by Coleoptera. The objective of this study was to characterize along a year the community of aquatic Coleoptera and relate to the density of macrophyte development cycle. The samples were collected monthly during one year with the aid of a hand net in circular format. Still in the field, the values of temperature ($^{\circ}$ C) and water pH were measured. In the laboratory, the plants were washed in a sequence of three buckets containing formaldehyde at different concentrations for removal of fauna and being identified. The macrophytes were dried at room temperature and in an oven at 60° C to constant weight. 1,270 specimens of Coleoptera were collected, distributed in 6 families and 14 genera. The month of May was characterized by higher density but, lower richness. In July, the density was too high and the largest wealth among all months of the year. The lowest density was obtained in January, but a high taxonomic richness. The Hydrophilidae family was predominant, particularly the genus *Derallus*. According to Pearson correlation analysis performed for every month of collection, *Cyrtobagous singularis* Hustache, 1929 (adult) family Curculionidae was significantly correlated with the dry weight of macrophyte. Larvae *Derallus* (Hydrophilidae) showed a negative correlation with the temperature of the water. The species *Helochares* (larvae-Hydrophilidae), *Hydrocanthus* (larvae-Noteridae) and Scirtidae (larvae) family were positively correlated with water temperature. The pH of the water did not exert any influence on taxon in any month of the year of collection. It is concluded that the aquatic macrophyte *Salvinia auriculata* is used effectively by the Coleoptera community with substrate. These presented themselves diverse and uniform during,

mainly , the warmest periods of the year. During the months of lower temperatures, even though lower diversity and uniformity, density was greater, showing the importance of this phase for some groups of Coleoptera.

Keywords: Coleoptera, Aquatic macrophyte, Dam.

INTRODUÇÃO

Há ecossistemas que por terem como característica baixo tempo de residência da água podem ser considerados, na sua grande maioria, como um estágio intermediário entre um rio e um lago. Diferindo destes últimos em função da sua origem, idade, morfologia, localização dentro da bacia hidrográfica e formas de utilização, estes ecossistemas são as represas. Estas podem ser consideradas como ambientes heterogêneos e complexos, e dependendo de suas características hidráulicas apresentam grande instabilidade limnológica (Straškraba & Tundisi, 2000).

As represas são ecossistemas construídos pelo homem visando à retenção de água para múltiplos usos, como a produção de energia elétrica, produção de biomassa, transporte, irrigação, recreação, abastecimento doméstico e industrial (Tundisi, 1988). O barramento das águas do rio para a formação de represas provoca alterações nos ecossistemas aquáticos, causando modificações físicas e químicas do sedimento e da água, e conseqüentemente na organização das comunidades biológicas (Armengol *et al.*, 1999). Esses ambientes estão frequentemente sujeitos a eutrofização, que favorece o crescimento de diversas espécies de macrófitas aquáticas (Bini *et al.*, 2005).

As macrófitas aquáticas são definidas por Cook (1996) como vegetais visíveis a olho desarmado, cujas partes fotossintetizantes ativas estão permanentemente ou por diversos meses, total ou parcialmente submersas em água doce, ou ainda flutuantes na mesma. Em nenhum outro lugar do planeta existem tantas espécies aquícolas como no Brasil (Hoehne, 1955). Em regiões tropicais as macrófitas aquáticas são abundantes, graças às condições ambientais favoráveis ao seu crescimento (Pott *et al.*, 1992).

Entre os fatores que regulam a dinâmica das macrófitas aquáticas, as variáveis abióticas luz e temperatura exercem grande influência no desenvolvimento destes vegetais (Santamaría & Van Vierssen, 1997), alterando inclusive a distribuição de

espécies e a estrutura da comunidade (Rooney & Kalff, 2000; Svensson & Wigren-Svensson, 1992). A disponibilidade de luz é uma variável que influencia a fotossíntese, podendo ocasionar adaptações morfológica e fisiológica destes vegetais. Temperaturas elevadas tendem a favorecer o crescimento dos diferentes grupos de macrófitas aquáticas; no entanto, cada espécie apresenta um ótimo de crescimento em determinadas faixas de temperatura que podem ser mais ou menos elevadas (Camargo *et al.*, 2003).

Além destas variáveis, outros fatores exercem influência no crescimento de macrófitas aquáticas, tais como: disponibilidade de nutrientes, pH, alcalinidade, salinidade, velocidade da corrente e variação no nível d'água (Riis *et al.*, 2000; Murphy, 2002; Henry-Silva & Camargo, 2005; Madsen *et al.*, 1998; Barendregt & Bio, 2003; Neiff & Poi de Neiff, 2003, Thomas & Bini, 2003). As mudanças climáticas ao longo do ano afetam o ciclo de desenvolvimento da macrófita e, conseqüentemente, a comunidade associada a ela (Prellvitz and Albertoni, 2004).

Macrófitas aquáticas desempenham um importante papel nos ecossistemas aquáticos, cumprindo, juntamente com as microalgas, o papel de produtoras primárias, participando da ciclagem e estocagem de nutrientes e da formação de detritos orgânicos (Bianchini Jr. *et al.*, 2002) com casos em que representam a principal fonte autóctone de matéria orgânica das regiões litorâneas (Pieczynska, 1993). Participam do controle da poluição e da eutrofização artificial (Esteves & Camargo, 1986; Pott & Pott, 2000); promovem a diversificação de habitats (Dorn *et al.*, 2001); alimentação da fauna associada (Pott e Pott, 2000) e proporcionam locais para reprodução (Casatti *et al.*, 2003); funcionam como substrato natural para a formação de perifíton (Esteves 1998; Rodrigues *et al.*, 2003); auxiliam na proteção e estabilização das margens (Wetzel, 2001); favorecem a oxigenação da água circundante (Scremin-Dias *et al.*, 1999); contém espécies que aumentam a heterogeneidade estrutural de habitats ocupados pelos

animais aquáticos (Agostinho *et al.*, 2003); filtram (biofiltros) nutrientes dissolvidos (Sipaúba-Tavares *et al.*, 2002) e retêm material particulado alóctone (Moraes *et al.*, 2004). Com isso, contribuem para a ocorrência e manutenção de regiões que normalmente são as mais produtivas (Wetzel, 1990; Sfriso e Marcomini, 1999).

Segundo Irgang *et al.* (1984), as plantas aquáticas possuem formas biológicas distintas conforme se distribuem no corpo d'água sendo: submersas, fixas ou livres, emergentes, anfíbias ou epífitas flutuantes. Nos ecossistemas aquáticos tropicais lênticos a dispersão das espécies flutuantes, podem, frequentemente, envolver áreas extensas, independente da profundidade. Nesses ambientes as espécies flutuantes têm como fatores condicionantes básicos: a velocidade de corrente, o estado trófico, a velocidade do vento e a distância livre da superfície para a ação dos ventos (*fetch*) (Cunha-Santino e Bianchini Jr [http://www.ablimno.org.br/boletins/pdf/bol_39\(1-2\).pdf](http://www.ablimno.org.br/boletins/pdf/bol_39(1-2).pdf)), como neste estudo a macrófita *Salvinia auriculata*, utilizada como substrato pelos Coleoptera.

Os Coleoptera fazem parte da Classe Insecta, com cerca de 360 mil espécies a maioria é terrestre somente 12 mil espécies podem ser consideradas como aquáticas. Mesmo assim, representa um dos grupos mais diversos entre os insetos aquáticos e podem **colonizar** praticamente todos os ambientes aquáticos (White *et al.*, 1984; Jäch e Balke, 2008). Nessimian (1995) destaca que eles também são capazes de colonizar ambientes temporários, mesmo sujeitos a perturbações periódicas.

De acordo com Hynes (1970), há uma relação direta entre abundância e riqueza de macrófitas aquáticas e de sua fauna associada. Hargeby (1990) afirmou que o ciclo sazonal de crescimento das macrófitas aquáticas é um fator importante para a abundância desses invertebrados fitófilos.

A Represa do Beija-Flor, localizada na área de inundação do Rio Mogi-Guaçu (trecho médio) é colonizada por várias macrófitas, entre elas, *Salvinia auriculata*. Esta é uma macrófita aquática monilófito livre e flutuante que pertence à família Salvinaceae (Henry-Silva e Camargo, 2006). Descrita por Aublet a partir de exemplares provenientes da Guiana, tendo ampla distribuição nativa nos neotrópicos, estendendo-se do México e Ilhas Galápagos através da América Central e Antilhas e na maior parte da América do Sul, até o Brasil (Sculthorpe, 1967). Sob condições favoráveis pode colonizar muito rapidamente ambientes aquáticos através de propagação vegetativa e desta forma se proliferar de forma inadequada causando prejuízo aos múltiplos usos dos mesmos (Peixoto *et al.*, 2005). A *Salvinia auriculata* apresenta morfologia peculiar, com nós e entre-nós nítidos, sendo que em cada nó se originam três folhas, sendo duas verdes e flutuantes em cuja superfície ocorrem inúmeros tricomas hidrofóbicos. Uma terceira folha submersa, modificada e adaptada à absorção de água e íons, funcionando como uma raiz (Forno e Harley, 1979).

A comunidade de Coleoptera aquáticos que ocorre associada à *Salvinia* não fora estudada anteriormente. Neste trabalho, foi analisada a composição e a estrutura da comunidade de Coleoptera (larvas e adultos) associados à *Salvinia auriculata*, ao longo de um ano, entre abril/2010 e março/2011, com o objetivo de caracterizar temporalmente variações desta comunidade e relacionar sua abundância ao ciclo de desenvolvimento da macrófita.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudo

O estudo foi desenvolvido na Represa do Beija-Flor que está inserida na Estação Ecológica de Jataí Conde Joaquim Augusto Ribeiro do Valle, no município de Luiz

Antônio-SP (Figura 1e 2). Possui área de 17,54 ha, com profundidade média de 1,80m (Pires, 1994), a precipitação total anual média de 1.433 mm é concentrada entre novembro e abril e a temperatura média anual é de 21,7 ° C (Cavalheiro *et al.*,1990), são características do clima AW de Koppen (Setzer, 1966).

Trata-se de um reservatório construído em 1965 pelo represamento do Córrego do Beija-Flor, afluente do Rio Mogi-Guaçu, mas não existem mecanismos para controlar a entrada e saída da água no sistema, o que permite uma comunicação permanente com o rio (Rodrigues, 1997). No entanto, a massa de água não sofre influencia do Rio Mogi-Guaçu, pois este se situa em cotas altimétricas elevadas e as vazões registradas do rio não chegam até a represa. Porém há uma elevação pouco significativa no nível da represa devido a maior drenagem da bacia a montante, sendo assim, seu regime hídrico é condicionado à variação do nível do Córrego do Beija-Flor.

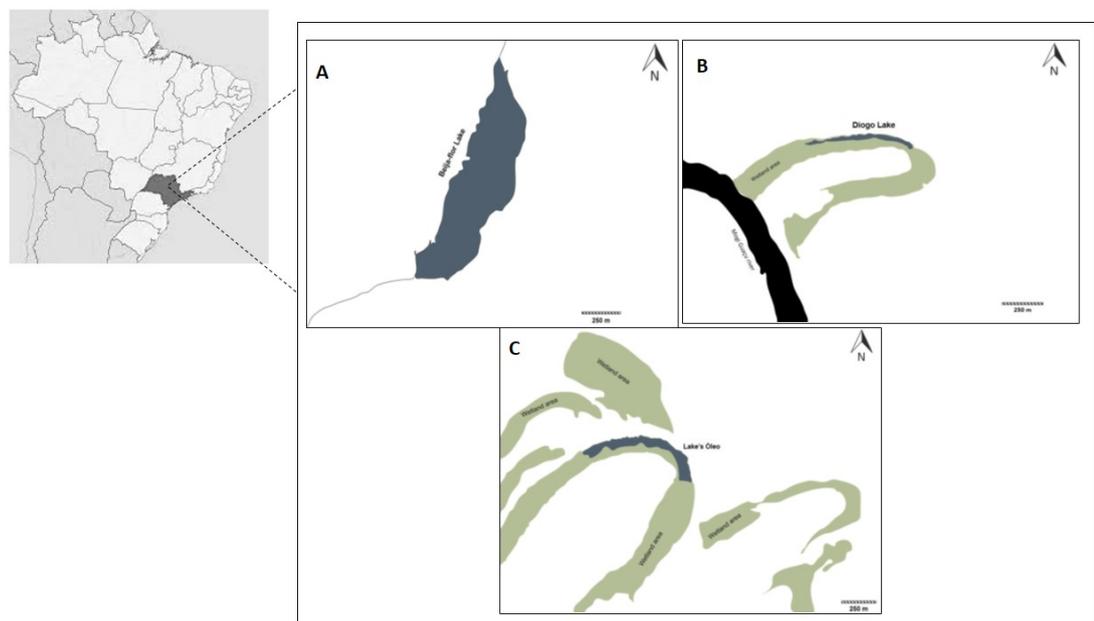


Figura 1: Localização da Estação Ecológica de Jataí, suas lagoas marginais e a represa do Beija-Flor (A).

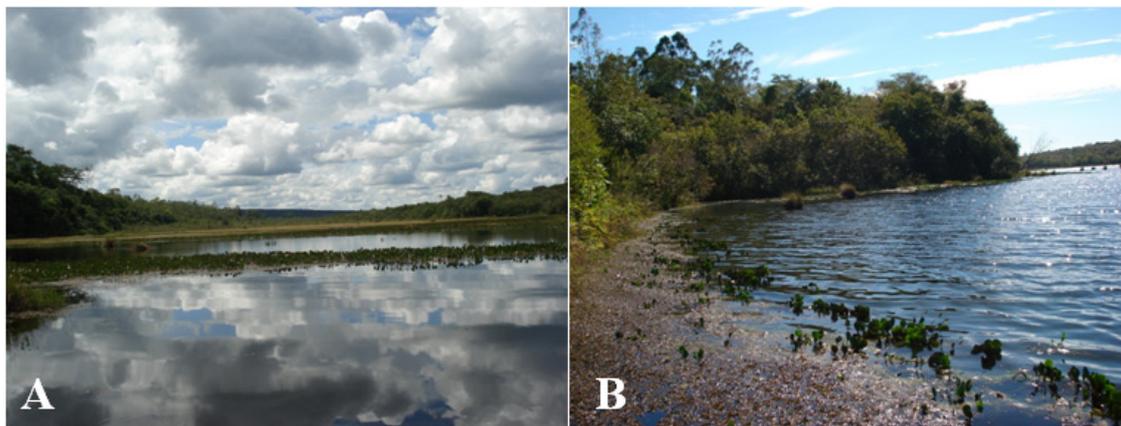


Figura 2: Represa do Beija-Flor na Estação Ecológica de Jataí, Luiz Antonio (SP). A. Vista geral da represa. B. Detalhe da margem direita com um banco de *Salvinia auriculata*.

Amostragem e análise da fauna

Três pontos de amostragem foram selecionados, de acordo com a localização dos bancos de macrófita, na Represa do Beija-Flor e as coletas realizadas mensalmente no período de abril/2010 a março/2011.

Com o auxílio de um puçá em formato circular com 0,07 m² de área e rede com malha de 0,25 mm de abertura as macrófitas foram amostradas e acondicionadas em potes plásticos com água do local e transportadas ao laboratório (Figura 3). Ainda em campo, foram medidos os valores de temperatura (°C) e pH da água. As plantas foram transportadas ao laboratório em galões de PVC com água do local, no laboratório foram lavadas em uma sequência de três baldes, com solução de formol a 8%, formol a 4% e apenas água, mantidas em cada solução por 10 minutos e revolvidas a cada dois minutos por movimentos circulares. O conteúdo de cada balde foi filtrado em peneira com malha de 0,25 mm de abertura para retenção da fauna (Afonso, 2002). Os exemplares de Coleoptera foram isolados usando uma bandeja translúcida sobre uma fonte de luz preservados em frascos com etanol a 70% e posteriormente identificados com auxílio de

microscópio estereoscópico, seguindo chaves de identificação especializadas, consulta a especialistas quando necessário, as seguintes chaves de identificação: Archangelsky *et al.*, 2009, Benetti *et al.*, 2003 e Epler, 1996.



Figura 3: Vista de uma coleta da *Salvinia* utilizando puçá com área de 0,07 m² e malha de 0,25 mm.

Após a retirada da fauna da macrófita, estas foram secas a temperatura ambiente para retirada do excesso de água, posteriormente levadas à estufa (60°C) em bandejas de alumínio e pesadas até peso constante. A biomassa foi expressa em gramas de peso seco por m².

A fim de caracterizar a fauna de Coleoptera aquáticos foram calculadas as seguintes métricas utilizando a densidade da fauna coletada ao longo de um ano: riqueza taxonômica (S), densidade de indivíduos (ind./m²), índice de diversidade de Shannon (H'), equidade de Pielou (E) e dominância de Simpson (D), com o auxílio do programa Past versão 2.09 (Hammer *et al.*, 2001). Para verificar a influência das variáveis peso seco da macrófita (g/m²), temperatura e pH da água na estrutura da comunidade de Coleoptera, foi realizada uma análise de correlação de Pearson (p<0,05) para todos os meses de coleta, utilizando o programa Statistica 7.0 (STATSOFT, INC., 2004) com os valores de densidade transformados em log (x+1).

RESULTADOS

Foram coletados no total 1.270 espécimes de Coleoptera, distribuídos em seis famílias e quatorze gêneros. A maior densidade foi registrada no mês de maio, mas com menor riqueza. Em julho, a densidade também foi elevada e a riqueza a maior entre todos os meses do ano. A menor densidade foi obtida em janeiro, mas com uma riqueza taxonômica elevada (Tabela 1).

Pode-se observar também na tabela 1 que os maiores valores dos índices de diversidade de Shannon e uniformidade de Pielou foram obtidos em dezembro, janeiro, fevereiro e março. A densidade de indivíduos foi menor nesses meses, conseqüentemente o índice de dominância foi menor. Nos outros meses do ano, os valores da diversidade e da uniformidade foram menores e conseqüentemente a dominância foi maior.

Tabela 1: Valores dos índices de riqueza taxonômica, densidade, dominância, diversidade e uniformidade ao longo de um ano (abril/2010 e março/2011). abr= abril; mai= maio; jun= junho; jul= julho; ago= agosto; set= setembro; out= outubro; nov= novembro; dez= dezembro; jan= janeiro; fev= fevereiro; mar= março.

	abr/10	mai/10	jun/10	jul/10	ago/10	set/10	out/10	nov/10	dez/10	jan/11	fev/11	mar/11
Riqueza taxonômica	8	7	10	14	12	13	13	12	12	13	13	11
Densidade	1571	2473	1472	2184	1857	1314	1700	1372	1085	829	1226	1057
Dominância D	0,42	0,60	0,34	0,58	0,54	0,21	0,29	0,25	0,14	0,12	0,17	0,15
Diversidade de Shannon H'	1,16	0,90	1,56	1,08	1,17	1,95	1,79	1,75	2,15	2,29	2,05	2,07
Uniformidade J	0,56	0,46	0,68	0,41	0,47	0,76	0,70	0,70	0,87	0,89	0,80	0,86

Na Represa do Beija-Flor, somente um táxon foi amostrado em maior densidade, com o número de indivíduos coletados representando 50% do total (*Derallus* larva), o restante apresentou um número de indivíduos menor do que 10% do total. Este resultado se reflete nas homogeneidades (J) (Tabela 1) encontradas, que variaram entre 41% e 89% entre os meses do ano.

A família Hydrophilidae foi predominante, representando mais de 70% do total de indivíduos amostrados, com destaque para o gênero *Derallus* no estágio larval, principalmente nos meses de maio, julho e agosto (Tabela 2). Curculionidae foi a segunda família com maior representatividade, 14% dos exemplares coletados.

Alguns táxons foram coletados somente em alguns meses do ano. *Neochetina neoafricanis* O'Brien, 1976 (Curculionidae adulto) foi coletado somente em fevereiro de 2011; *Berosus* e *Phaenonotum* (Hydrophilidae adulto) foram coletados em setembro de 2010; *Paracymus* (Hydrophilidae larva) em agosto de 2010 e *Suphis* (Noteridae adulto) foi coletado apenas em novembro de 2010 (Tabela 2).

Tabela 2: Valores da densidade (ind./m²) de Coleoptera associado à *Salvinia auriculata* entre abril de 2010 e março de 2011. A= adulto; L= larva. Abr.= abril; Mai.= maio; Jun.= junho; Jul.= julho; Ago.= agosto; Set.= setembro; Out.= outubro; Nov. = novembro; Dez.= dezembro; Jan.= janeiro; Fev.= fevereiro; Mar.= março.

Taxons	Represa do Beija flor											
	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Jan.	Fev.	Mar.
Curculionidae												
<i>Cyrtobagous singularis</i> Hustache, 1929 A	200	229	71	71	157	29	200	71	171	186	157	171
<i>Neochetina neoafricanis</i> O'Brien, 1976 A											14	
Curculionidae L	14	43	200	129		143	71			29	114	71
Dytiscidae												
<i>Laccophilus A</i>			57				29		14		14	
<i>Megadytes A</i>				14	14							
<i>Thermonectus A</i>				14	14							
<i>Laccophilus L</i>				14		43	43	14	71	100		29
Hydrophilidae												
<i>Berosus A</i>							14					
<i>Derallus A</i>	329	171	114	114	71	71	86	29	100	14	43	86
<i>Helochares A</i>	14		29	14	29	29	29	14	43	29		14
<i>Phaenonotum A</i>							14					
<i>Tropisternus A</i>		29	100	43	29	14	71	43	14	57	14	29
<i>Derallus L</i>	943	1886	814	1657	1343	500	857	500	157	71	214	243
<i>Helochares L</i>			29	43	57	186	171	57	157	114	114	100
<i>Paracymus L</i>					29							
<i>Tropisternus L</i>	14	86		14	71	71	43	143	43	29	14	14
Lampyridae												
			29	29	14		29	29	29	43	14	

Noteridae											
<i>Hydrocanthus A</i>	43	29	29	14	29		14	29	29	57	71
<i>Suphis A</i>									14		
<i>Suphisellus A</i>	14			14			14				
<i>Hydrocanthus L</i>								57	29	14	71
Scirtidae								186	429	257	114
									386		

Na figura 4, são apresentados os dados da precipitação mensal para a região da represa do Beija-Flor durante o ano de estudo, pode-se observar maiores precipitações em dezembro de 2010 e janeiro de 2011, coincidindo com período chuvoso. No mês de maio de 2010 registrou-se baixa precipitação e o mês de agosto de 2010 a precipitação foi nula, indicando período de seca.

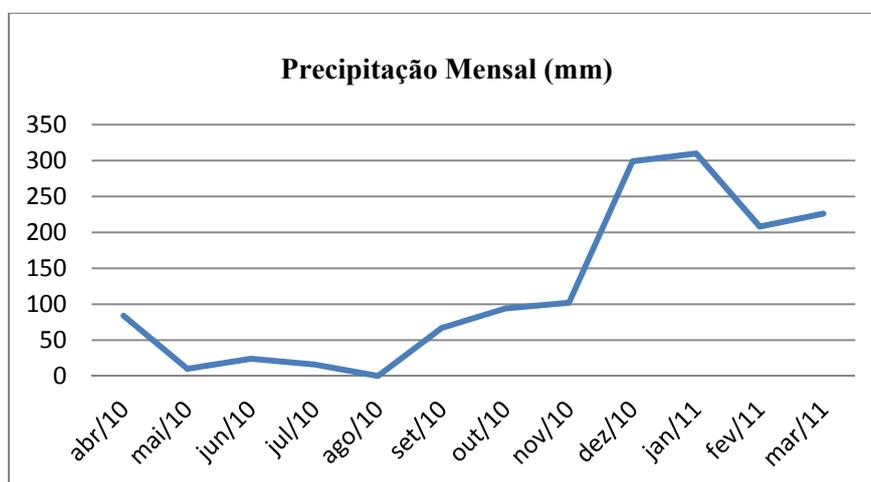


Figura 4: Dados de precipitação na região da represa do Beija-Flor (SP) no período de abril de 2010 a março de 2011 (Fonte: Departamento de Meio Ambiente de Luiz Antônio).

Na tabela 3 são mostrados os valores do peso seco da *Salvinia auriculata*, da temperatura (°C) e do pH da água nos meses de estudo. Observa-se que o maior valor do peso seco ocorreu em julho de 2010 (277 g/m²) e o menor valor foi de 158 g/m² no mês de junho de 2010. Durante o ano, a temperatura da superfície da água oscilou entre 18°C a 29°C. O maior valor de temperatura da água registrada foi em março de 2011 e o

menor valor em junho de 2010. Os valores de pH indicaram águas mais ácidas, com exceção do mês de agosto.

Tabela 3: Variáveis ambientais registradas para os meses de abril de 2010 a março de 2011. Abr.= abril; Mai.= maio; Jun.= junho; Jul.= julho; Ago.= agosto; Set.= setembro; Out.= outubro; Nov. = novembro; Dez.= dezembro; Jan.= janeiro; Fev.= fevereiro; Mar.= março.

	Peso seco (g/m ²)	Temperatura (°C)	pH
Abr.	232	26	6
Mai.	163	20	-
Jun.	158	18	5
Jul.	277	21	6
Ago.	235	19	7
Set.	170	23	6
Out.	176	24	6
Nov.	188	24	5
Dez.	210	27	5
Jan.	231	27	5
Fev.	204	28	5
Mar.	273	29	6

De acordo com a análise de correlação de Pearson, realizada para todos os meses de coleta, *Cyrtobagous singularis* Hustache, 1929 (adulto) da família Curculionidae esteve significativamente correlacionado com o peso seco da macrófita (0,026 p=0,3711), indicando que estes organismos estão adaptados ao aumento da macrófita. As larvas de *Derallus* (Hydrophilidae) tiveram correlação negativa com a temperatura da água, (-0,5708 p=0,0), revelando que esta espécie pode ser favorecida quando há redução da temperatura da água. As espécies *Helochares* (larva-Hydrophilidae) (0,3774 p=0,023), *Hydrocanthus* (larva-Noteridae) (0,5698 p=0,0) e a família Scirtidae (larva) (0,4172 p=0,011) se correlacionaram positivamente com a temperatura da água, portanto, esses táxons são influenciados por esta variável. O pH da água não exerceu influência sobre nenhum táxon em nenhum mês do ano de coleta.

DISCUSSÃO

As plantas aquáticas possuem ciclo de vida relativamente rápido, a estratégia de reprodução inclui, em alguns casos, tanto a reprodução sexuada quanto assexuada, permitindo um maior êxito no crescimento e propagação (Camargo & Esteves, 1995). O potencial de crescimento dessas plantas pode ser observado no trabalho realizado em laboratório por Saia & Bianchini Junior (1998), no qual uma cultura de *Salvinia auriculata* suprida com água de um reservatório eutrófico (reservatório do Monjolinho, SP) apresentou uma taxa de crescimento de biomassa elevada. Os altos potenciais de crescimento desses vegetais aliados às altas temperaturas e às condições nutricionais favoráveis, comuns em muitos ecossistemas aquáticos, indicam a relevância das macrófitas aquáticas como fontes de detritos. Nas regiões tropicais, com frequência, têm-se verificado intensos desenvolvimentos de macrófitas aquáticas. Como exemplos de tais ocorrências citam-se os reservatórios Cabora Bassa, em Moçambique (Bond & Roberts, 1978), o arroio Bolaxa que está localizado na planície costeira do Rio Grande do Sul (Prellvitz e Albertoni, 2004) e as lagoas de inundação do Rio Paraná (Poi de Neiff e Neiff, 2006).

Os Coleoptera podem utilizar diretamente as plantas aquáticas como recurso alimentar, especialmente durante a fase senescente, em que a população de invertebrados pode aumentar significativamente (Oertli & Lachavane, 1995). As plantas aquáticas oferecem alimento de alta qualidade para esses animais aquáticos (Gadelha *et al.*, 1990), porque estocam vários nutrientes em sua biomassa (Moore *et al.*, 1994). A liberação desses nutrientes se dá gradualmente com o processo de decomposição da planta, que ocorre principalmente em temperaturas mais amenas, e coincide com a diminuição da quantidade de fenóis estocados no tecido (Roland *et al.*, 1990). A redução dos polifenóis proporciona um aumento da palatabilidade dessa matéria

orgânica armazenada pela planta para os organismos que fazem parte da cadeia detritívora (Stripari e Henri, 2002). Portanto, a probabilidade da macrófita no estágio senescente ser um recurso alimentar para os macroinvertebrados é elevada. Durante a decomposição de macrófitas, ocorre também a colonização por bactérias e fungos, elevando assim os teores de nitrogênio e proteínas nesse substrato a ser decomposto, os quais por sua vez, tornam este tipo alimento mais atrativo para os invertebrados (Silva & Henry, 2013). Assim como neste trabalho, Silva & Henry, 2013 e Gonçalves Jr. *et al.* (2004) também encontraram uma relação positiva entre a riqueza de macroinvertebrados associados com a macrófita em estágio de decomposição.

Outro aspecto que pode explicar a maior densidade dos taxa nos meses de temperaturas mais baixas é à heterogeneidade de habitats oferecida pela macrófita estudada. Thomaz & Santos (2001), em estudo na planície de inundação do Rio Paraná, observaram que no inverno há um aumento na biomassa das raízes de *E. azurea*. No presente estudo foi observado que nos meses de julho e agosto os bancos de macrófitas encontravam-se, em sua maioria, na fase de senescência. Segundo Silva & Henry, 2013, isso pode favorecer a criação de diferentes micro-habitats, pois os detritos liberados pela decomposição da macrófita disponibilizaram mais recursos alimentares para a cadeia detritívora. Benetti & Cueto (2004) demonstraram que ambientes aquáticos com ausência de vegetação limitam a presença de muitas espécies de besouros.

A riqueza de espécies de invertebrados está relacionada, provavelmente, com um grupo de fatores que inclui a morfologia das plantas, a textura do substrato, a transmissão da luz, a circulação da água, a colonização pelo perifiton e a capacidade de retenção de matéria orgânica particulada. Mas, a maioria desses dados não foram avaliados para a macrófita coletada neste trabalho. Plantas com grandes raízes capazes de reter matéria orgânica podem apresentar maior quantidade de coletores. Plantas com

raízes pequenas, com pouca capacidade de reter sedimento, podem abrigar maior quantidade de predadores e herbívoros (Poi de Neiff & Neiff, 2006).

A grande abundância da família Hydrophilidae, principalmente em períodos mais frios, se deve ao fato desses organismos se alimentarem de material vegetal ou material orgânico em decomposição, ocasionalmente alimentam-se de animais mortos (Leech & Chandler, 1956; Spangler, 1981). Mormul *et al.*, 2006 observou em estudos com macrofitas em “litter bags” que os Coleoptera predadores apareceram em diferentes períodos de incubação, dependendo da flutuação e disponibilidade das presas em potencial. Neste estudo, o estágio larval da mesma família também foi coletado, indicando a disponibilidade de presas na macrófita coletada, pois para Archangelsky *et al.*, 2005; Archangelsky *et al.*, 2009, as larvas de Hydrophilidae, em geral, alimentam-se de peixes, girinos e caramujos.

Foram coligidos em abundância, neste trabalho, espécimes de *Derallus*. Gênero comum na região neotropical possui 15 espécies, pertencente à família Hydrophilidae e à tribo Berosini (Oliva, 1981, 1983, 1995; Oliva *et al.*, 1998; Hansen, 1999). Este gênero habita ambientes lênticos cobertos por plantas aquáticas através das quais larvas e adultos se movem lentamente (Fernández, 2008). Nos meses mais frios observou-se maior abundância de estágios imaturos do gênero *Derallus* e menor número de adultos nos meses mais quentes, ainda de acordo com os dados da autora acima, isto se deve a mortalidade de ovos depois da postura, que ocorre na primavera.

Os valores de riqueza e diversidade de Coleoptera constatados neste estudo demonstraram a validade da relação entre as macrófitas e a fauna associada como discutido por Hynes (1970), assim como a importância do seu ciclo de desenvolvimento verificada por Hargeby (1990), uma vez que tanto a riqueza quanto a densidade tiveram uma relação direta com o período de senescência da *Salvinia* nas estações climáticas

mais frias. Pelli & Barbosa (1998), em uma lagoa de Minas Gerais, investigando a fauna associada à *Salvinia molesta*, observaram que a maior riqueza de macroinvertebrados era constituída por Coleoptera.

Em temperaturas mais altas observou-se baixa densidade de indivíduos e elevada uniformidade (86%), indicando um ambiente com uma comunidade rica e diversificada. Corroborando com o estudo de Prellvitz & Albertoni (2004) que encontraram em um arroio na planície costeira de Rio Grande/RS homogeneidade entre 70 e 76%, somente mais baixa no inverno 35% e diferente de Albertoni & Veiga (2005), que encontraram valores mais baixos de uniformidade (46 e 58%) em dois lagos da mesma região.

Segundo informação pessoal do prof. Dr. Sergio Antonio Vanin, a espécie *Cyrtobagous singularis* Hustache, 1929 está relacionada com plantas de ambientes aquáticos. Para Goolsby *et al.*, 2000, o gênero *Cyrtobagous* pode compreender um complexo de espécies ainda não identificadas associadas à Salvinaceae. De acordo com a análise de correlação de Pearson, esta espécie esteve positivamente correlacionada com o peso seco da macrófita, indicando sua adaptação a *Salvinia*. Davanso (2010) também observou em estudo na lagoa dos Cavalos correlação significativa entre a densidade de alguns gêneros de Chironomidae e a biomassa da mesma macrófita. Lopes *et al.* (2011) verificaram que o aumento da biomassa das raízes de *E. crassipes* levou a um aumento da abundância e da riqueza de famílias de macroinvertebrados. Contrariando esses dados, Peiró e Alves (2006), estudando os insetos associados às macrófitas na represa do Ribeirão de Anhumas, SP, registraram que a biomassa das plantas não influenciou a abundância desta fauna. Bogut *et al.*, 2007, também não encontraram correlação significativa entre a abundância de macroinvertebrados e a biomassa de quatro espécies de macrófitas estudadas em um canal do nordeste da Croácia.

Os resultados deste estudo indicam que a macrófita aquática *Salvinia auriculata* é utilizada de forma efetiva pela comunidade de Coleoptera com substrato. Estes se apresentaram diversos e uniformes durante, principalmente, os períodos mais quentes do ano. Nos meses de temperaturas mais baixas, apesar de menor diversidade e uniformidade, a densidade foi maior, mostrando a importância desta fase para alguns grupos de Coleoptera.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Albertoni, E.F., Silva, C.P. & Veiga, C.C. (2005) Estrutura das comunidades de macroinvertebrados associada as macrófitas aquáticas *Nymphoides indica* e *Azolla filliculoides* em dois lagos subtropicais (Rio Grande, RS, Brasil). *Acta Biologica Leopoldensia*, 27 (3), 137-145.

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)*. Botucatu/SP. Universidade Estadual Paulista. 99p. Tese de Doutorado em Ciências Biológicas (Zoologia).

Agostinho, A.A., Gomes, L.C. & Julio Jr., H.F. (2003) Relações entre macrófitas aquáticas e fauna de peixes. In: Thomaz, S.M. & Bini, L.M. (Eds.), *Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas*. Maringá: Eduem. pp. 261-279.

Archangelsky, M., Beutel, R.G. & Komarek, A. (2005) Hydrophilidae. In: Beutel, R.G. & Leschen, R.A.B (Eds), *Coleoptera, Beetle Volume 1: Morphology and Systematics (Archostemata, Adephaga, Myxophaga, Polyphaga partim)*. Handbook for Zoology Volume IV. Arthropoda: Insecta, Berlin: De Gruyter. pp. 158-182.

Archangelsky, M., Manzo, V., Michat, M.C. & Torres, P.L.M. (2009) Coleoptera. In: Dominguez, E. & Fernández, H.R. (Eds), *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. Sistemática y biología*, Tucumán: Fundación Miguel Lillo. pp. 411-468.

Armengol, J., Garcia, J.C., Comerma, M., Romero, M., Dolz, J., Roura, M., Han, B.H. Wdal, A. E. & Simek, K. (1999) Longitudinal Processes in Canyon Type Reservoir: The case of Sau (N.E. Spain). *In: Tundisi J.G., Straskraba, M. Theoretical Reservoir Ecology and its Applications*. São Carlos – Brazil, 313-345.

Barendregt, A. & Bio, A.M.F. (2003) Relevant variables to predict macrophytes communities in running waters. *Ecological Modelling*, 160, 205-217.

Benetti, C.J., Cueto, J.A.R. & Fiorentin, G.L. (2003) Gêneros de Hydradephaga (Coleoptera: Dytiscidae, Gyrinidae, Haliplidae, Noteridae) citados para o Brasil, com chaves de identificação. *Biota Neotropica*, 3 (1), <http://www.biotaneotropica.org.br/v3n1>.

Benetti, C.J. & Cueto, J.A. (2004) Fauna composition of water beetles (Coleoptera: Adephaga) in seven water environments in the municipality of Gramado, RS, Brazil. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 16 (1), 1-11.

Bianchini Jr., I., Pacobahyba, L.D. & Cunha-Santino, M.B. (2002) Aerobic and anaerobic decomposition of *Montrichardia arborescens* (L.) Schott. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 14 (3), 27-34.

Bianchini Jr., I. (2003) Modelos de crescimento e decomposição de macrófitas aquáticas. *In: Thomaz, S.M. & Bini, L.M. (Eds), Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas*. Maringá: Eduem. pp. 85-126.

Bini, L.M., Oliveira, L.G., Souza, D.C., Carvalho, P. & Pinto, M.P. (2005) Patterns of the aquatic macrophyte cover in Cachoeira Dourada reservoir (GOMG). *Brazilian Journal of Biology*, 65 (1), 19-24.

Bogut, I., Vidakovic, J., Palijan, G. & Cerba, D. (2007) Benthic macroinvertebrates associated with four species of macrophytes. *Institute of Zoology. Slovak Academy of Sciences. Versita*, 62 (5), 600-606.

Bond, W.J., Roberts, M.G. (1978) The colonization of Cabora Bassa, Moçambique, a new man-made lake, by floating aquatic macrophytes. Dordrecht, *Hydrobiologia*, 60 (3), 243-259.

Camargo, A.F.M., Esteves, F.A. (1995) Biomass and productivity of aquatic macrophytes in Brazilian lacustrine ecosystems. *In: Tundisi, J.G., Bicudo, C.E.M. & Matsumura-Tundisi, T. (Eds.), Limnology in Brazil*. Rio de Janeiro: ABC/SBL. pp. 137-149.

Camargo, A.F.M., Henry-Silva, G.G. & Pezzato, M.M. (2003) Crescimento e produção primária de macrófitas aquáticas em zonas litorâneas. *In: Henry, R. (Ed.), Ecótonos nas Interfaces dos Ecossistemas Aquáticos*. Fundibio/Rima, São Carlos. pp. 213-232.

Casatti, L., Mendes, H. F. & Ferreira, K. M. (2003) Aquatic macrophytes as feeding site for small fishes in the Rosana Reservoir, Paranapanema river, southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 63 (2), 213-222.

Cavalheiro, F., Balleste, M.V.R. & Santos, J.E. (1990) Propostas preliminares referentes ao plano de zoneamento e manejo da Estação Ecológica de Jataí. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 3 (2), 951-968.

Cook, C.D.K. (1996) Aquatic and wetland plants of India. Oxford University Press, Oxford.

Cunha-Santino, M.B. & Bianchini Jr., I. Colonização de macrófitas aquáticas em ambientes lênticos. [http://www.ablimno.org.br/boletins/pdf/bol_39\(1-2\).pdf](http://www.ablimno.org.br/boletins/pdf/bol_39(1-2).pdf).

Davanso, R.C.S. (2010) *Composição e abundância de larvas de Chironomidae (Insecta, Diptera) associadas ao sedimento e à macrófita aquática (Salvinia auriculata) em dois rios e em duas lagoas marginais, com e sem conexão com o curso de água*. Botucatu/SP. Universidade Estadual Paulista. Tese de Doutorado e Ciências Biológicas (Zoologia).

Dorn, J.N., Cronin, G. & Lodge, D.M. (2001) Feeding preference and performance of an aquatic lepidopteran on macrophytes: plants hosts as food and habitat. *Oecologia*, 128, 406-415.

Epler, J.H. (1996) *Identification manual for the water beetles of Florida*. Tallahassee, Florida: State of Florida Department of Environmental Protection. Division of Water Facilities.

Esteves, F.A. & Camargo, A.F.M. (1986) Sobre o papel das macrófitas aquáticas na estocagem e ciclagem de nutrientes. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 1 (1), 273-298.

Esteves, F.A. (1998) *Fundamentos de limnologia*. Interciência/FINEP, Rio de Janeiro. 602 p.

Fernández, L.A. (2008) The annual life history of a population of the aquatic Coleopteran *Derallus angustus* (Coleoptera:Hydrophilidae). *Revista de Biologia Tropical*. Universidade de Costa Rica. Costa Rica, 56 (1), 345-348.

Forno, I.W. & Harley, K.L.S. (1979) The occurrence of *Salvinia molesta* in Brazil. *Aquatic Botany*, 6:185-187.

Gadelha, C.L.M., Watanabe, T. & Passerat-de-Silans, A. M. (1990) Liberação de nutrientes inorgânicos durante o processo de decomposição de *Ludwigia natans* (Sll) (Dicotyledoneae: Onagraceae) e de *Salvinia auriculata* (Aubl.) (Pteridophyta: Salviniaceae). *Acta Limnologica Brasiliensia*, São Paulo, 3, 633-652.

Goolsby, J.A., Tipping, P.W., Center, T.D. & Driver, F. (2000) Evidense of a new *Cyrtobagous* species (Coleoptera: Curculionidae) on *Salvinia minima* Baker in Florida. *Southwestern Entomologist Scientific Note*, 25 (4), 299-301.

Gonçalves-Júnior, J.F., Santos, A.M. & Esteves, F.A. (2004) The influence of the chemical composition of *Typha dominguensis* and *Nymphaea ampla* detritus on

invertebrate colonization during decomposition in a Brazilian coastal lagoon. *Hydrobiologia*, 527, 125-137.

Hansen, M. (1999) World Catalogue of Insects Hydrophiloidea (Coleoptera). Apollo, Stenstrup, Denmark, 2.

Hargeby, A. (1990) Macrophyte associated invertebrates and the effect of habitat permanence. *Oikos*, 57, 338-346.

Henry-Silva, G.G. & Camargo, A.F.M. (2005) Interações ecológicas entre as macrófitas flutuantes *Eichhornia crassipes* e *Pistia stratiotes*. *Hoehnea*, 32 (3), 445-452.

Henry-Silva, G.G. & Camargo, A.F.M. (2006) Composição química de macrófitas aquáticas flutuantes utilizadas no tratamento de efluentes de aquicultura. *Planta Daninha*. 23(4), 1-8.

Hynes, H.B.N. (1970) The diversity of macroinvertebrates and macrophyte communities in ponds. *Freshwater Biology*, 18, 87-104.

Hoehne, F.C. (1955) *Plantas aquáticas*. Secretaria de Agricultura de São Paulo, São Paulo.

Jäch, M.A. & Balke, M. (2008) Global Diversity of Water Beetles (Coleoptera) in Freshwater. *Hydrobiologia*, 595, 419-442.

Junk, W.J. (1982) Zur entwicklung aquatischer macrophyten in Curuá-Una, tem ersten stausee in Zentralamazonien. Dordrecht, *Archiv für Hydrobiologie*, 95, 169-180.

Leech, H.B. & Chandler, H.P. (1956) Aquatic Coleoptera. *In*: Usinger, R.L. (Ed.), *Aquatic Insects of California*. University of California Press, Berkeley. pp. 293-371.

Lopes, A., Paula, J.D., Mardegan, S.F., Hamada, N. & Piedade, M.T.F. (2011) Influência do hábitat na estrutura da comunidade de macroinvertebrados aquáticos associados às raízes de *Eichhornia crassipes* na região do Lago Catalão, Amazonas, Brasil. *Acta Amazonica*, 41 (4), 493 – 502.

Madsen, T.V., Hahn, P. & Johansen, J. (1998) Effect of inorganic carbon supply on the nitrogen requirement of two submerged macrophytes, *Elodea Canadensis* and *Callitriche cophocarpa*. *Aquatic Botany*, 62, 95-106.

Mitchell, D.S. (1969) The ecology of vascular hydrophytes on Lake Kariba. Dordrecht, *Hydrobiologia*, 34, 448-464.

Moraes, A.R., Espíndola, E.L.G., Faria, O.B., Lopes-Ferreira, C. & Bitar, A.L. (2004) Biomassa, estoque de nutrientes e metais em macrófitas aquáticas do reservatório de Salto Grande (Americana, SP). *In*: Espíndola, E.L.G., Leite, M.A. & Dornfeld, C.B. (Eds.) *Reservatório de Salto Grande (Americana, SP): Caracterização, impactos e propostas de manejo*. São Carlos: RIMA. pp. 253-264.

Moore, B.C., Lafer, J.E. & Funk, W.H. (1994) Influence of aquatic macrophytes on phosphorus and sediment porewater chemistry in a freshwater wetland. Amsterdam,

Aquatic Botanic, pp. 137-148.

Mormul, R.P., Vieira, L.A., Pressinatte Júnior, S., Monkolski, A. & Santos, A.M. (2006) Sucessão de invertebrados durante o processo de decomposição de duas plantas aquáticas (*Eichhornia azurea* e *Polygonum ferrugineum*). *Acta Scientiarum. Biological Sciences*. Maringá, 28 (2), 109-115.

Murphy, KJ. (2002) Plant communities and plant diversity in softwater lakes of northern Europe. *Aquatic Botany*, 7, 287-324.

Nessimian, J.I. (1995) Composição da fauna de invertebrados bentônicos em um brejo entre dunas no litoral do Estado do Rio de Janeiro. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 7, 41-59.

Oertli, B., Lachavane, J.B. (1995) The effects of shot age colonization of an emergent macrophyte (*Typha latifolia*) by macroinvertebrates. *Freshwater Biology*, Oxford, 34, p. 421- 431.

Oliva, A. (1981) El género *Derallus* Sharp em la Argentina (Coleoptera, Hydrophilidae). *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 40, 285-296.

Oliva, A. (1983) *Derallus* de la Cuenca del Amazonas (Coleoptera, Hydrophilidae). *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 42, 343-351.

Oliva, A. (1995) Novidades sobre *Derallus* (Coleoptera, Hydrophilidae). *Physis Secc. B*, 50, 1-3.

Oliva, A., Fernández, L.A. & Bachmann, A.O. (1998) *Sinopsis de los Hydrophiloidea acuáticos de La Argentina (Insecta, Coleoptera)*. Monografías Del Museo Argentino de Ciencias Naturales, 2, 1-67.

Peixoto, P.H., Pimenta, D.S. & Antunes, F. (2005) Efeitos do flúor em folhas de plantas aquáticas de salvinia. *Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 40 (8), 727-734.

Peiró, D.F., Alves, R.G. (2006) Insetos aquáticos associados a macrófitas da região litoral da represa do Ribeirão das Anhumas (município de Américo Brasiliense, São Paulo, Brasil). *Biota Neotropica*, 6 (2), 1-9.

Pelli, A., Barbosa, F.A.R. (1998) Insect fauna associated with *Salvinia molesta* Mitchell in a lake of Lagoa Santa Plateau, Minas Gerais, Brazil. *Verhandlungen des Internationalen Verein Limnologie*, 26, 2125-2127.

Pieczynska, E. (1993) Detritus and nutrient dynamics in the shore zone of lakes: a review. *Hydrobiologia*, 251, 49-58.

Pires, A.M.Z.C.R. (1994) *Elaboração de um banco de dados georeferenciados como subsídio ao planejamento e manejo de uma unidade de conservação – Estação Ecológica de Jataí (Luiz Antônio, São Paulo)*. São Carlos, 68p. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de São Carlos.

Poi de Neiff, A & Neiff, J.J. (2006) Riqueza de especies y similaridad de los invertebrados que viven em plantas flotantes de La planicie de inundación Del rio Paraná (Argentina). *Interciencia*. Caracas, Venezuela, 31 (3), 220-225.

Pompêo, M. (2008) Monitoramento e manejo de macrófitas aquáticas. *Oecologia Brasiliensis*, 12 (3), 406-424.

Pott, V.J. Bueno, N.C. & Silva, M.P. (1992) Levantamento florístico e fitossociológico de macrófitas aquáticas em lagoas da Fazenda Leque, Pantanal, MS. *In: Anais do VIII Congresso da Sociedade Botânica de São Paulo*. Campinas: SBSP. pp. 91-99.

Pott, V.J. & Pott, A. (2000) *Plantas aquáticas do Pantanal*. Embrapa, Brasília.

Prellvitz, L.J. & Albertoni, E.F. (2004) Caracterização temporal da comunidade de macroinvertebrados associada à *Salvinia* spp. (Salvinaceae) em um arroio da planície costeira de Rio Grande, RS. *Acta Biologica Leopoldensia*, 26 (2), 213-223.

Riis, T., Sand-Jensen, K. & Vestergaard, O. (2000) Plant communities in lowland Danish streams: species composition and environmental factors. *Aquatic Botany*, 66, 255-172.

Rodrigues, M.H.S. (1997) *Estudo da fauna de Chironomidae (Diptera) do sedimento na Represa do Beija-Flor, na Estação Ecológica de Jataí, Luiz Antônio, São Paulo, São Carlos-SP*, 85p. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de São Carlos.

Roland, F., Esteves, F.A. & Santos, J.E. (1990) Decomposição da macrófita aquática *Eichhornia azurea* (Kunth), com ênfase na colonização por bactérias epifíticas. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 3, 653-673.

Rooney, N. & Kalff, J. (2000) Inter-annual variation in submerged macrophyte community biomass and distribution: the influence of temperature and lake morphometry. *Aquatic Botany*, 68, 321-335.

Saia, F.T. & Bianchini Jr., I. (1998) Modelo do crescimento e senescência de *Salvinia auriculata* em condições de laboratório. In: *Anais do Seminário Regional de Ecologia*, 8. São Carlos. pp.1331-1342.

Santamaria, L. & Van Vierssen, W. (1997) Photosynthetic temperature responses of fresh- and brackish-water macrophytes: a review. *Aquatic Botany*, 58, 135-150.

Scremin-Dias, E., Pott, V.J., Hora, R.C. & Souza, P.R. (1999) *Nos jardins submersos da Bodoquena*. UFMS, Campo Grande.

Sculthorpe, C.D. (1967) *The biology of aquatic vascular plants*. Edward Arnold, London.

Setzer, J. (1966) *Atlas climatológico do Estado de São Paulo*. São Paulo: Comissão Interestadual da Bacia do Paraná-Uruguai/Asp.

Sfriso, A. & Marcomini, A. (1999) Macrophyte production in a shallow coastal lagoon. Part II. Coupling with sediment, SPM and tissue carbon, nitrogen and phosphorus concentrations. *Maine Environmental Research*, 47, 285-309.

Silva, C.V. & Henry, R. (2013) Aquatic macroinvertebrates associated with *Eichhornia azurea* (Swartz) Kunth and relationships with abiotic factors in marginal lentic ecosystems (São Paulo, Brazil). *Brazilian Journal of Biology*, 73 (1), 149-162.

Sipaúba-Tavares, L.H., Favero, E.G.P. & Braga, F.M.S. (2002) Utilization of Macrophyte Biofilter in Effluent from Aquaculture: I. Floating Plant. *Brazilian Journal of Biology*, 62 (4A), 713-23.

Spangler, P.J. (1981) Coleoptera. In: Hurlbert, S.H., Rodriguez, G. & Santos, N.D. (Eds), *Aquatic Biota of Tropical South America Part 1. Arthropoda*. San Diego State University, California, pp. 129-220.

Statsoft, INC. (2004) Programa computacional Statistica 7.0. E.A.U.

Straškraba, M. & Tundisi, J.G. (2000) Gerenciamento da qualidade da água de represas. In: Tundisi, J.G. (Ed.) *Diretrizes para o gerenciamento de lagos*. São Carlos, ILEC/IEE. v.9, 280p.

Stripari, N. & Henry, R. (2002) The invertebrate colonization during decomposition of *Eichhornia azurea* Kunth in a lateral lake in the mouth zone of Paranapanema river into Jurumirim Reservoir (São Paulo, Brazil). *Brazilian Journal of Biology*, 62 (2), 293-310.

Svensson, R. & Wigren-Svensson, M. (1992) Effects of cooling water discharge on the vegetation in the Forsmark Biotest Basin, Sweden. *Aquatic Botany*, 42, 121-141.

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

Thomaz, S.M. & Santos, A.M. (2001) *Macrófitos acuáticos en los embalses del Proyecto Trasvases Manabi: evaluación de la colonización y propuestas de manejo*. Maringá: Construtora Odebrechet,. 39 p., Relatório técnico.

Tundisi, J.G. (ed.) *Limnologia e manejo de represas*. Série Monografias em Limnologia. Vol. I, Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, Tomo I, 506 p., Tomo II, 1988. 432 p.

Van Der Heide, J. (1982) *Lake Brokopondo: filling phase limnology of man-made lake in the humid tropics*. Alblaserdam Offsetdrukkerij: Kanters B. V., 428 p.

Wetzel, R.G. (1990) Detritus, macrophytes and nutrient cycling in lakes. *Memorie dell'Istituto Italiano di Idrobiologia*, 47, 233-249.

Wetzel, R.G. (2001) *Limnology: Lake and River ecosystems*. Philadelphia: Academic Press. 1006 p.

White, D.S., Brigham, W.U. & Doyen, J.T. (1984) Aquatic Coleoptera. *In*: Merritt, R.W. & Cummins, K.W. (Eds). *An introduction to the aquatic insects of North America*. Kendall-Hunt Pub. Co., Dubuque. pp. 361-437.

CONCLUSÕES FINAIS

Poucos trabalhos tratam especificamente da associação entre os Coleoptera e as macrófitas aquáticas, especialmente à *Salvinia*, como o trabalho de Colpani *et al.*, 2011 apresentado no X Congresso de Ecologia do Brasil e esta tese de doutorado. Mas diversos estudos a respeito da comunidade de invertebrados ou de grupos específicos associados a diferentes populações e/ou grupos de espécies de macrófitas aquáticas em ambientes naturais foram produzidos nos últimos anos no Brasil e no exterior. Neste contexto, este trabalho é de grande importância no estudo da ecologia e da riqueza de espécies deste grupo, visando sua conservação e a do habitat onde elas vivem.

A diversidade de táxons observada nos dois ambientes estudados neste trabalho, lagoas marginais e represa, não variou significativamente. Pôde-se concluir com isso que, a presença da vegetação aquática em ambientes lênticos é o fator determinante para a colonização da comunidade de Coleoptera, registrada pelas elevadas riqueza taxonômica e abundância de espécimes, seja como abrigo, proteção ou alimentação. Portanto, a conectividade entre rio e lagoa não é fator determinante na colonização de Coleoptera aquáticos. Mas é evidente que ainda existe muito a se conhecer sobre essa fauna nesses ambientes.

Tornar o método de coleta mais eficiente é um meio de se chegar ao maior número possível de espécies coletadas. Uma consideração importante a se fazer é quanto ao método utilizado para a retirada dos espécimes das plantas, ou seja, o tempo em que as plantas foram deixadas no formol para a retirada dos indivíduos, neste trabalho elas foram deixadas por cerca de dez minutos sendo revolvidas constantemente com movimentos circulares, pôde-se observar durante o processo que este tempo não foi suficiente para a remoção completa dos Coleoptera presentes na macrófita, necessitando com isso um tempo maior para a morte dos organismos.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

Colpani, D., Gomes, S.A.G., Meurer, E. & Marques, M.I. (2011) Composição da comunidade de Coleoptera associada à *Salvinia* SPP. (Salviaceae) em Baias Marginais ao Rio Cuiabá Durante os Períodos Sazonais de Vazante e Seca no Pantanal de Barão de Melgaço – MT. X Congresso de Ecologia do Brasil, São Lourenço – MG.

ANEXO

Coleta Piloto

Antes das coletas dos organismos que resultaram nesse trabalho se iniciarem, uma coleta piloto foi realizada para verificar a eficiência do método escolhido com outros métodos de coleta que podem ser utilizados para a captura dos Coleoptera que vivem associados à macrófita aquática do gênero *Salvinia*.

A coleta foi realizada em cinco pontos de amostragem na Represa do Beija-Flor, na estação Ecológica de Jataí, no início de 2010. Três métodos de coleta foram utilizados: (1) Puçá em formato circular com 0,07 m² de área e rede com malha de 0,25 mm de abertura; (2) Quadrado com área de 3600 cm² dividido em quatro quadrados menores de 900 cm² de área, um dos quatro quadrados era escolhido através de um sorteio; (3) Rede D com malha de 0,25 mm de abertura. O puçá circular e o quadrado foram utilizados em 5 bancos de macrófitas espalhados pela represa, enquanto a rede D foi utilizada para verificar a fauna presente em cinco pontos das margens da represa. Seguindo Afonso (2002), as plantas foram lavadas em uma sequência de três baldes, com solução de formol a 8%, formol a 4% e apenas água, mantidas em cada solução por 10 minutos e revolvidas a cada dois minutos por movimentos circulares e o conteúdo de cada balde foi filtrado em peneira com malha de 0,25 mm de abertura para retenção da fauna.

Seis famílias e dez gêneros foram identificados para um total de 277 espécimes coletados de Coleoptera. A maior abundância e riqueza observada foram obtidas com a rede D nas margens, 155 indivíduos e riqueza 11. Na rede circular a abundância foi de 71 indivíduos e no quadrado 51 indivíduos, a riqueza foi à mesma nesses dois métodos de coleta (7) (Tabela 1).

A família Hydrophilidae foi predominante, representando quase 50% do total de indivíduos amostrados, com destaque para o gênero *Derallus* tanto no estágio larval como no adulto, principalmente na coleta realizada com rede D nas margens. A segunda família com maior representatividade foi Scirtidae, com 26,7% dos exemplares coletados.

Tabela 1: Abundância de indivíduos na Represa-Flor utilizando-se três métodos de coleta.

	Represa Beija-Flor														
	Rede circular bancos					Rede D margem					Quadrado bancos				
	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5
Curculionidae															
<i>Cyrtobagous singularis</i> Hustache, 1929 A	4		1		2	1		6	3	8	3	2			1
<i>Neobagous coarcticollis</i> Hustache, 1926 A										2					
Curculionidae L						3								1	
Dytiscidae															
<i>Laccophilus A</i>			1		8				1						
<i>Laccophilus L</i>	2			1	9				1	1					
Hydrophilidae															
<i>Anacaena A</i>									1						
<i>Derallus A</i>	1			1		7	8	10	4	7	3			2	1
<i>Helochaers A</i>							1	1							
<i>Phaenonotum A</i>															
<i>Tropisternus A</i>					2			3	1	1				1	
<i>Derallus L</i>				1	5	8	4	15	3	6	3	8			2
<i>Helochaers L</i>								1					1	2	1
<i>Paracymus L</i>								1							
<i>Tropisternus L</i>					3	6		3	3	1	2	2	2		
Lampyridae			1			1								1	
Noteridae															
<i>Hydrocanthus A</i>					1										
Scirtidae	2		4	16		7		25	6	1	1	7	2	1	2

Mesmo com os poucos dados de uma única coleta, foi possível verificar que o método utilizado no trabalho como um todo (rede circular) foi mais eficiente, em

comparação com o quadrado, na captura dos Coleoptera que vivem associados às macrófitas, principalmente as do gênero *Salvinia*.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

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)*. Botucatu/SP. Universidade Estadual Paulista. 99p. Tese de Doutorado em Ciências Biológicas (Zoologia).