

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ECOLOGIA DE AMBIENTES AQUÁTICOS CONTINENTAIS

ECOLOGIA DE INSETOS AQUÁTICOS
ASSOCIADOS A *Eichhornia azurea* (SCHWARTZ)
KUNTH EM UMA LAGOA DE VÁRZEA NA
PLANÍCIE DE INUNDAÇÃO DO ALTO RIO
PARANÁ

GILZA MARIA DE SOUZA FRANCO

Maringá/Paraná
2003

Gilza Maria de Souza Franco



**“ECOLOGIA DE INSETOS AQUÁTICOS ASSOCIADOS A
Eichhornia azurea (SCHWARTZ) KUNTH EM UMA LAGOA DE
VÁRZEA NA PLANÍCIE DE INUNDAÇÃO DO ALTO RIO PARANÁ”**

Tese apresentada no Programa de Pós-graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais da Universidade Estadual de Maringá, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor.

Orientadora: Prof^a Dra. Izabel de Fátima Andrian

Maringá - PR.
2003.

FUEM - CCB - Nupélia - Biblioteca	
Clas.	T/PC
	595.7476409816
	F825e ex. 1
Reg.	T-476
Data:	08-10-2004
Proced.	Doações: Rec. de P/A
NE	_____ NF _____
	_____ Data _____
R\$	_____
Centro	CCB Dept.º Mep
P/C	_____
Projeto	_____

Universidade Estadual de Maringá
Sistema de Bibliotecas - BSE-NUP



0000200370

"Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)"
(Biblioteca Setorial - UEM. Nupélia, Maringá, PR, Brasil)

F825e Franco, Gilza Maria de Souza, 1971-
Ecologia de insetos aquáticos associados a *Eichhornia azurea* (Schwartz) Kunth em uma lagoa de várzea na planície de inundação do alto rio Paraná / Gilza Maria de Souza Franco. - Maringá, 2003.
41 f. : il., mapa.
Tese (doutorado em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais) - Departamento de Biologia, Universidade Estadual de Maringá, 2003.
Orientador: Profª Drª Izabel de Fátima Andrian.
1. Insetos aquáticos fitófilos - Ecologia - Associação - *Eichhornia azurea* (Schwartz) Kunth - Lagoa de várzea - Planície de inundação - Alto rio Paraná. 2. Entomofauna aquática fitófila - Ecologia - *Eichhornia azurea* (Schwartz) Kunth - Lagoa de várzea - Planície de inundação - Alto rio Paraná. I. Universidade Estadual de Maringá. Departamento de Biologia. Programa de Pós-Graduação em "Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais".

CDD 21. ed. - 595.7176409816
NBR/CIP - 12899 AACR/2

Tese defendida e aprovada em 27 de junho de 2003, pela Comissão Julgadora constituída pelos professores:

Profª. Drª. Izabel de Fátima Andrian

Profª. Drª. Alaíde Aparecida Fonseca Gessner

Prof. Dr. Jorge Luiz Nessimian

Prof. Dr. Fábio Amodêo Lansac-Tôha

Profª. Drª. Maria Cláudia C.R.Takasusuki

*Ao meu melhor amigo, Jesus, e aos amores
da minha vida, Rui, Matheus e Izabela.
Que souberam entender minhas ausências.*

AGRADECIMENTOS

À Prof^ª Dra. Izabel de Fátima Andrian, agradeço confiança e a oportunidade, as quais permitiram a superação de mais esta etapa na minha formação profissional. Em especial, a amizade, a paciência e a orientação.

À grande amiga Janet pelas valiosas sugestões, revisão do manuscrito, e acima de tudo pela amizade e carinho.

Ao Prof. Dr. Fábio Amodêo Lansac-Tôha pela revisão do texto, sugestões e amizade.

À Mariazinha pelo "suporte técnico", amizade e apoio moral nas horas difíceis. .

A amiga Daniele pelo auxílio e pela amizade a qual sempre esteve presente.

À equipe do Laboratório Limnologia Básica, pela coleta e análise das variáveis físicas e químicas da água. Especialmente, à amiga Renata, pela disponibilização dos dados e a amizade.

À Equipe do Laboratório de Perifiton, pelos dados de clorofila e pelo auxílio, especialmente a Prof. Dr. Liliana Rodrigues e a Msc. Josimeire Leandrini.

Ao Dr. Flavio Roberto Garcia, pelo auxílio na identificação dos coleópteros.

Ao desenhista Jaime Luiz Lopes Pereira pela confecção do mapa da área de estudo.

À secretária do curso de pós-graduação Claudia A. C. Francisco pelo apoio e presteza durante todos os momentos.

Aos bibliotecários Maria Salete pela padronização das referencias e João Fábio pela constante ajuda.

Aos amigos Cassiana, Márcia, Yara, Mauricio e Sandro, pelo auxílio nas coletas de campo e triagem das amostras.

Aos amigos, Karling, D. Tere, Jacir, Márcia, Rita, Elizangela, Ângela e Lúcia pela "força" e carinho em todos os momentos.

Aos professores do curso, funcionários e pessoal de apoio de campo, sem os quais não seria possível a realização deste trabalho.

Aos órgãos financiadores CNPq e Capes, e ao Nupélia pela realização desse trabalho.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTO	ii
RESUMO	iv
Comunidade de insetos aquáticos associados à <i>Eichhornia azurea</i> (Schwartz) Kunth de uma lagoa de várzea na planície de inundação do alto rio Paraná, Mato Grosso de Sul (Esse artigo segue as normas da Revista Brasileira de Entomologia).	01
RESUMO/ABSTRACT	01
INTRODUÇÃO	02
MATERIAIS E MÉTODOS	03
Área de estudo	03
Metodologia	03
Análise dos Dados	05
RESULTADOS	06
DISCUSSÃO	11
REFERÊNCIAS	14
Dieta de insetos aquáticos mastigadores associados à <i>Eichhornia azurea</i> (Schwartz) Kunth da lagoa Fechada na planície de inundação do alto Rio Paraná, Mato Grosso do Sul. (Esse artigo segue as normas da Brazilian Journal of Biology) .	18
RESUMO/ABSTRACT	18
INTRODUÇÃO	19
ÁREA DE ESTUDO	21
MATERIAIS E MÉTODOS	22
RESULTADOS	23
DISCUSSÃO	32
REFERÊNCIAS	36

RESUMO

O presente trabalho versa sobre a ecologia de insetos aquáticos fitófilos em *Eichhornia azurea*, abordando aspectos da composição taxonômica, influências abióticas e bióticas e, ainda, a análise da estrutura trófica dessa comunidade. Para a realização dessa pesquisa foram realizadas coletas trimestrais de fevereiro a novembro de 2000 dos insetos aquáticos associados a *E. azurea*, na região litorânea da lagoa Fechada, planície de inundação do alto rio Paraná. Foram tomadas algumas medidas das variáveis ambientais para a verificação de suas possíveis influências sobre a flutuação sazonal da densidade, diversidade e dieta da entomofauna fitófila. Em laboratório os insetos foram identificados, quantificados e analisadas suas dietas, essas baseadas no conteúdo do trato digestório. A entomofauna investigada apresentou alta densidade, diversidade e riqueza, com 9.203 indivíduos, pertencentes às ordens Ephemeroptera, Odonata, Trichoptera, Lepidoptera, Diptera e Coleoptera. O grupo mais abundante e com maior riqueza foi Diptera da família Chironomidae, representado principalmente, por *Polypedilum (Atheum)*, *Polypedilum* sp., *Chironomus*, *Goeldichironomus serratus*. A maior densidade total foi constatada no inverno (4.903 ind/100g PS), quando se verificou o maior teor de oxigênio dissolvido e alta produção primária de algas. A menor densidade foi no verão (194 ind/100g PS). Essa estação do ano foi caracterizada pelo baixo valor de oxigênio, alta temperatura e baixa concentração de clorofila *a*. De maneira geral, a flutuação sazonal dos insetos estudados foi influenciada, principalmente, pela temperatura, oxigênio dissolvido, pH e biomassa perifítica. A dieta da entomofauna fitófila foi bem diversificada, porém com dominância da guilda de coletores. Os predadores e fragmentadores apresentaram baixa densidade e abundância em relação os demais grupos funcionais. A composição da dieta, bem como da variação da densidade e riqueza dos grupos funcionais, foram determinadas, principalmente, pela disponibilidade de recursos alimentares, os quais foram regulados por fatores ambientais, tais como a temperatura, o oxigênio dissolvido e os nutrientes.

Palavras-chave: Entomofauna aquática fitófila, grupos funcionais de alimentação, *Eichhornia azurea*, planície de inundação e Rio Paraná.

Comunidade de insetos aquáticos associados à *Eichhornia azurea* (Schwartz) Kunth, em uma lagoa de várzea na planície de inundação do alto Rio Paraná, Estado do Mato Grosso do Sul.

RESUMO. O objetivo desta pesquisa foi caracterizar a comunidade de insetos aquáticos associados a *Eichhornia azurea*, na lagoa Fechada, pertencente a planície de inundação do alto rio Paraná, e verificar a influência dos variáveis ambientais sobre essa comunidade. Foram realizadas coletas trimestrais de fevereiro a novembro de 2000 de insetos aquáticos associados a *E. azurea*, na região litorânea da lagoa. Em laboratório os insetos foram identificados e quantificados. A entomofauna fitófila apresentou alta densidade, diversidade e riqueza com 9.203 indivíduos, pertencentes às ordens Ephemeroptera, Odonata, Trichoptera, Lepidoptera, Diptera, e Coleoptera. O grupo mais abundante e com maior riqueza foi Chironomidae, representado, principalmente, por *Polypedilum (Asheum)*, *Polypedilum* sp., *Chironomus*, *Goeldichironomus serratus*. A maior densidade total foi verificada em agosto (4.903 ind/100g PS), quando se registrou o maior teor de oxigênio dissolvido e alta produção primária de algas. A menor densidade foi no mês de fevereiro (194 ind/100g PS), esse mês foi caracterizado por baixo valor de oxigênio, alta temperatura e baixa concentração de clorofila *a*. De maneira geral, a variação na densidade dos insetos aquáticos foi influenciada, principalmente, pela temperatura, oxigênio dissolvido, pH e Clorofila *a*.

PALAVRAS-CHAVE. Entomofauna aquática, *Eichhornia azurea*, lagoa de várzea, planície de inundação.

Community of aquatic insects associated on *Eichhornia azurea* (Schwartz) Kunth, in a varzea lagoon in the floodplain of high Paraná River, Mato Grosso do Sul State.

ABSTRACT. The objective of this research was to characterize the aquatic insect community of associated to *Eichhornia azurea*, in Fechada lagoon and to verify the influence of the environmental variable on this community. Samples quarterly of February was accomplished to November of 2000, of aquatic insects associated to *E. azurea*, in the area littoral of the lagoon. In laboratory the insects were identified and counted. The entomofauna phytofila presented high density, diversity and wealth with 9.203 individuals, belonging to the orders Ephemeroptera, Odonata, Trichoptera, Lepidoptera, Diptera and Coleoptera. The most abundant group and with larger wealth it was Chironomidae, represented mainly, by *Polypedilum (Asheum)*, *Polypedilum* sp., *Chironomus*, *Goeldichironomus serratus*. The largest total density was verified in august (4.903 ind/100g DW), when it was verified the largest text of dissolved oxygen and high primary production of algae. Smallest density was in the february (194 ind/100g DW) this month was characterized low value of dissolved oxygen, high temperature and lowers chlorophyll *a* concentration the. In a general way the density flotation of the aquatic insects was influenced, mainly, for the temperature, dissolved oxygen, pH and Chlorophyll *a*.

KEYWORDS. Aquatic entomofauna, *Eichhornia azurea*, varzea lagoon, floodplain.

INTRODUÇÃO

A utilização das macrófitas aquáticas por organismos aquáticos tem recebido destaque entre os pesquisadores. São bem conhecidas como substrato para várias espécies de invertebrados (CYR & DOWNING 1988; POI DE NEIFF 1990; NESSIMIAN & DE LIMA 1997; TRIVINHO-STRIXINO *et al.* 1997, TAKEDA *et al.*, 2003). Essas plantas promovem ampla variedade de habitats na região litorânea, fornecendo abrigo, alimento e condições favoráveis ao crescimento de invertebrados (DAWKINS & DONOGLWE, 1992), em especial insetos aquáticos (OERTLI & LACHAVANNE 1995; KURASHOV *et al.*, 1996; HARRISON 2000; SZALAY & RESH, 2000).

Os insetos aquáticos são importantes componentes do zoobentos litoral (BECHARA & ANDREANI 1989; ESTEVES 1998) e da fauna fitófila (LOPES-PITONI *et al.* 1984; ORMEROD *et al.* 1987). Várias espécies de insetos aquáticos habitam macrófitas aquáticas, apresentando uma relação direta com a planta (ovoposição, alimentação) ou apenas utilizando a como abrigo e refúgio. LOUNIBOS *et al.* (1990) destacam que larvas de odonatas, por exemplo, utilizam macrófitas como abrigo e muitas espécies as fêmeas, especialmente entre os Zygoptera, ovipõem nessas plantas. De acordo com TRIVINHO-STRIXINO *et al.* (2000), insetos como Chironomidae, Culicidae e Odonata têm participação expressiva na fitofauna. Ainda, LODGE (1991) em um estudo de herbivoria sobre macrófitas aquáticas, destaca algumas espécies de Coleoptera e Lepidoptera que consomem diretamente estas plantas.

Nos últimos anos, têm-se evidenciado, um grande interesse por pesquisas sobre insetos associados à plantas aquáticas (LOUNIBOS *et al.* 1990; KONDO & HAMASHIMA 1992; TRIVINHO-STRIXINO *et al.* 2000; MELO *et al.* 2002; SOUZA-FRANCO & TAKEDA 2002 a e b). Algumas pesquisas relacionadas à fauna associada a macrófitas aquáticas na planície de inundação foram desenvolvidas: LIMA *et al.* (1998) que estudaram a fitofauna de *Pistia stratiotes*; a fauna de invertebrados associados a *Paspalum repens* pesquisada por SOUZA-FRANCO & TAKEDA (2000), VELHO *et al.* (2001) estabeleceram a estrutura populacional de copépodos Cyclopoida (Crustacea) associados a *E. azurea*;

MELO *et al.* (2002) versam sobre a fauna de Ephemeroptera associada a diferentes partes de *E. azurea*; SOUZA-FRANCO & TAKEDA (2002 a e b) abordaram a comunidade de larvas de Odonata associadas a *E. azurea* e *E. crassipes* e TAKEDA *et al.* (2003), abordaram a colonização por invertebrados em diferentes espécies de macrófitas aquáticas. Essas pesquisas têm salientado a importância dessa fauna que coloniza e utiliza, de alguma forma, tais plantas, tanto quanto sua elevada abundância e a alta diversidade de espécies, procurando entender e explicar as variáveis de determinam o padrão de distribuição dessa fauna.

Assim, o presente estudo teve como objetivo analisar a composição taxonômica e densidade de insetos aquáticos associados à *E. azurea* da lagoa Fechada na planície de inundação do alto rio Paraná, e estabelecer interações com os fatores ambientais.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

As coletas dos insetos associados a *E. azurea* foram realizadas na lagoa Fechada (22° 42' 37, 92"S; 53° 16' 33,06"W), localizada na margem esquerda do rio Baía, um dos principais tributários da planície de inundação do alto rio Paraná (Fig. 1).

A lagoa Fechada possui forma alongada, com profundidade média de 2,46 m, comprimento de 624,4 m, perímetro de 1.375,9 m e área de 7,5 ha. Distancia-se do rio Baía por dique marginal de aproximadamente 100 m de altura, a porção mais próxima do rio é de 2 m de comprimento. Embora, não apresente comunicação direta com o rio Baía, durante as cheias, as águas alcançam a lagoa por um canal de 1,5 m de largura (FUEM/PELD, 2001). Entretanto, não se registrou cheia em 2.000. A vegetação arbórea no entorno da lagoa é escassa e a região marginal possui ciperáceas, *Polygonum* sp., *Echinochloa* sp. (L.), *Eichhornia azurea* (Schwartz) Kunth e *Salvinia* sp. (Aublet).

Métodos

As coletas foram trimestrais, de fevereiro a novembro de 2000. Para a obtenção dos insetos aquáticos associados, foi coletado três amostras de *E. azurea* em diferentes bancos dentro da lagoa. O estolão da planta foi retirado da água e imediatamente colocado em uma bandeja, onde foi seccionado e acondicionado em galões plásticos com água gaseificada, posteriormente, conservada em álcool 70° GL. Em laboratório, foi

feita a triagem sob microscópio estereoscópio para retirada dos invertebrados aderidos a planta. Os insetos foram identificados em menor nível taxonômico possível com auxílio de chaves de identificação (GLOYD & WRIGTH 1959; PEREZ 1988; CAPITULO 1992; LOPRETTO & TELL 1995; TRIVINHO-STRIXINO 1995).

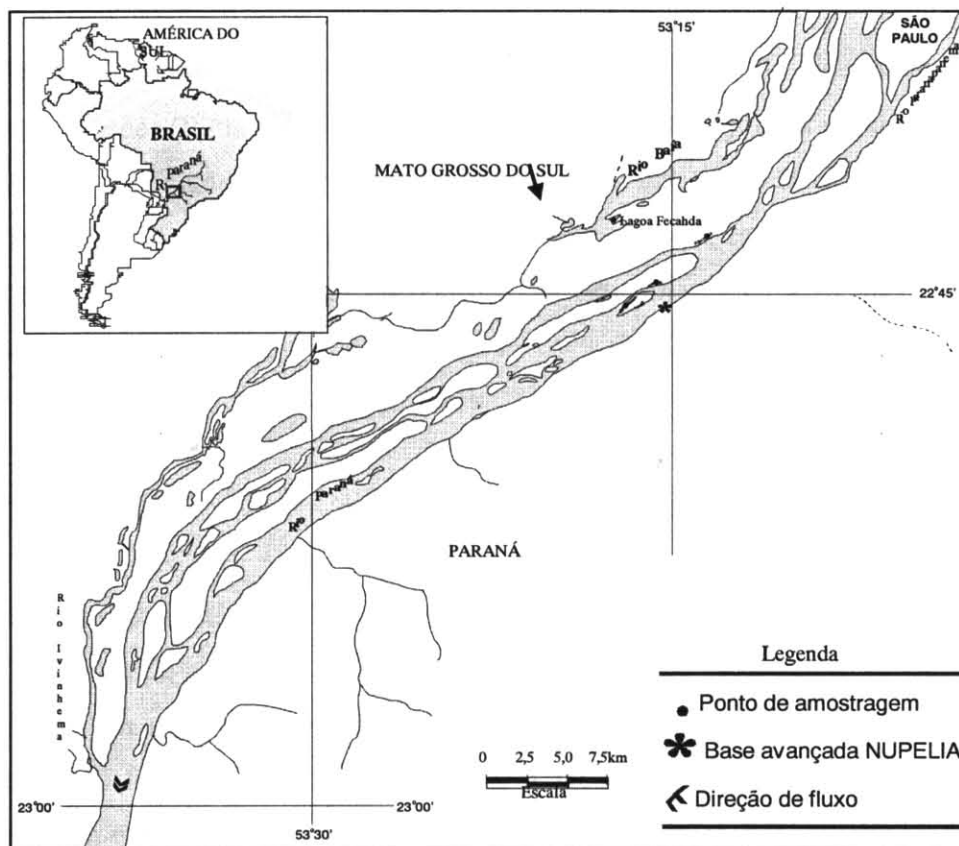


Fig. 1. Planície de inundação do alto rio Paraná (MS). A seta indica a estação de coleta (lagoa Fechada), dentro das coordenadas cartesianas descritas no texto.

Foram realizadas medidas das variáveis abióticas da água superficial, próximo aos bancos de *E. azurea*. Para obtenção da temperatura da água ($^{\circ}\text{C}$) utilizou-se um termômetro de cabo acoplado ao oxímetro; para o oxigênio dissolvido um oxímetro digital portátil; para a transparência da coluna da água (m) o disco de Secchi; o pH e condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) foram obtidos com o uso de potenciômetros digitais portáteis. Ainda em campo foi medida a alcalinidade total (mEq/l), determinada através do método “Gran” (CARMOUZE 1994). A turbidez (NTU) foi estimada utilizando-se um turbidímetro digital portátil.

Para a análise de nutrientes (N-total, P-total) e clorofila *a*, as amostras de água foram obtidas com uma garrafa do tipo Van Dorn. A determinação do Nitrogênio foi realizada de acordo com o método proposto por GINÉ *et al.* (1980) *apud* ZAGATTO *et al.*

(1981); o fósforo foi determinado pelo de método proposto por MACKERETH *et al.* (1978); e a Clorofila *a* por GOLTERMAN *et al.* (1978). essas análise foram realizadas pelos laboratórios de Limnologia Básica e Perífiton no Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aquicultura (Nupélia) da Universidade Estadual de Maringá.

Análise dos Dados

Forma realizadas a análise da riqueza de táxons, índice de diversidade específica de Shannon-Wiener (PIELOU 1975) e a eqüidade (PIELOU 1966). Para o cálculos do índice de diversidade e eqüidade utilizou-se a densidade dos insetos aquáticos associados a *E. azurea*. Para verificar a influência das variáveis ambientais na estrutura da comunidade de insetos foi realizada a análise de correlação de “Spearman”, com auxílio do Stat Soft Program 5.1 (1998).

RESULTADOS

As variáveis abióticas analisadas durante o período de coleta são apresentadas na tabela 1. No mês de agosto (período de seca), observou-se nítida diferença no padrão destes fatores em relação aos demais períodos. A média da profundidade da lagoa na região marginal foi de 0,75 metros (DP = 0,07), com variação de 0,7 (em fevereiro) a 0,8 metros (em novembro); a temperatura da água variou de 21,3 °C no inverno a 28,60 °C no mês de fevereiro; a lagoa apresentou altos valores de turbidez com média de 50,75 NTU (DP = 15,88); a concentração média de oxigênio dissolvido durante o período amostrado foi de 7,13 mg/l (DP = 2,57), sendo o menor valor registrado no mês de novembro (4,86 mg/L) e o maior em agosto (10,63 mg/L); o pH foi levemente ácido com tendência a neutralidade ($\bar{x} = 6,8$; DP = 1,05), com menor valor registrado em novembro 5,95. A condutividade elétrica apresentou valores entre 23,0 $\mu\text{S/cm}$ em fevereiro e 28,6 $\mu\text{S/cm}$ em maio. Para a alcalinidade total, o maior valor (132,5 $\mu\text{Eq/l}$) foi registrado no mês de fevereiro, e o menor em novembro (98,44 $\mu\text{Eq/l}$). Quanto ao teor de nutrientes foi verificado maior valor de N-total em agosto (759,85 $\mu\text{g/l}$) e menor em maio (302,48 $\mu\text{g/l}$); o fósforo total variou de 86,61 $\mu\text{g/l}$ (novembro) a 283,88 $\mu\text{g/l}$ (fevereiro). No mês de agosto foram registrados os maiores valores de transparência da água (0,4 m) e menores de turbidez (36,50 NTU); neste período registraram-se altos

valores na concentração de clorofila *a* (113,78 mg/l na região limnética e 167,14mg/l no perifiton), oxigênio dissolvido (10,63 mg/l) e pH (8,28).

Tabela 1: Variação sazonal das variáveis ambientais da lagoa Fechada durante o período amostrado.

Variável	fevereiro	maio	agosto	novembro	\bar{x}	DP
Profundidade (m)	0,70	0,75	0,70	0,85	0,75	0,07
Temperatura (°C)	28,6	21,6	21,3	27,9	24,8	3,9
Transparência da água (m)	0,25	0,30	0,40	0,20	0,29	0,09
pH	6,1	6,8	8,3	5,9	6,8	1,05
Condutividade elétrica (mS/cm)	23,00	28,60	24,00	27,40	25,75	2,68
Alcalinidade total (mEq/l)	132,50	115,90	129,50	98,44	119,09	15,54
Turbidez (NTU)	69,80	38,90	36,50	57,80	50,75	15,88
Oxigênio dissolvido (mg/l)	5,60	7,42	10,63	4,86	7,13	2,57
N-total (mg/l)	630,00	302,49	759,85	559,04	562,84	192,46
P-tot. (mg/l)	283,88	86,61	110,42	87,35	142,07	95,19
Clorofila <i>a</i> Perifiton ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)	93,91	555,91	1671,73	954,37	818,98	668,44
Clorofila <i>a</i> da água ($\mu\text{g}/\text{l}$)	3,41	8,19	113,58	14,56	34,94	52,63

\bar{x} = média; DP = desvio padrão

Foram coletados e identificados, 9.224 indivíduos de insetos aquáticos associada a *E. azurea* da lagoa Fechada durante o período amostrado, distribuídos em cinco ordens (Ephemeroptera, Odonata, Trichoptera, Lepidoptera, Diptera e Coleoptera), e 44 gêneros, sendo a ordem com maior número de táxons (20) e maior densidade foi Diptera, com destaque para família Chironomidae. A densidade média total de insetos aquáticos foi de 1.653 ind/100g PS (DV = 2.131 ind/100g PS), onde a maior foi registrada em agosto (\bar{x} = 4.903 ind/100g PS; DP = 1.660 ind/100g PS) devido, principalmente, a alta densidade de Chironomidae (\bar{x} = 4.801 ind/100g PS; DP = 1.389,65 ind/100g PS), e a menor foi em fevereiro (\bar{x} = 194 ind/100g PS; DP = 86,0 ind/100g PS). O grupo Chironomidae foi o que apresentou a maior variação no período, enquanto os demais grupos, de maneira geral foram pouco abundante e baixa com baixa variação, com exceção de Ephemeroptera e Odonata que tiveram as maiores densidade registradas no mês de agosto, mas com número elevado de indivíduos muito jovens. O grupo com maior variação na densidade foi Chironomidae. A larvas de *Goeldichironomus serratus*, *Polypedilum (A sheum)* e *Chironomus* foram as mais abundantes e freqüentes (Tabela 2).

Tabela 2. Densidade média e desvio padrão (em negrito) dos insetos aquáticos associados a *E. azurea* da lagoa Fechada no período de fevereiro a outubro de 2000. NI = não identificado; la = larva; ad = adulto.

Taxa	fevereiro		maio		agosto		outubro	
	\bar{x}	DP	\bar{x}	DP	\bar{x}	DP	\bar{x}	DP
Ephemeroptera (NI)	4	5,16	67	116,87	45	76,71		
<i>Calibaetis</i>			1	1,65	1	1,19	2	1,72
Caenidae	13	4,59	26	24,33				
Ephemeridae			5	8,18	1	1,22		
Odonata (NI)	3	5,65	200	337,08				
<i>Telebasis</i>	3	3,05	5	8,18	3	5,95	1	1,89
<i>Acanthagrion</i>			2	3,51	1	1,22	2	1,77
<i>Enallagma</i>	1	2,39						
<i>Erythemis</i>			3	3,04				
<i>Miathyria</i>	3	3,07	6	7,49				
<i>C. adnexa</i>	1	1,19						
<i>Paraponyx</i>	2	3,77	1	1,65	11	9,93	8	14,48
Trichoptera (NI)			1	1,17				
Hydropsychidae (NI)					1	2,38	3	4,43
<i>Polycentropus</i>	16	25,55	6	10,52	3	1,24	41	36,54
<i>Oxiethiria</i>	4	7,53	12	14,53	12	9,73	13	9,02
<i>Ablabesmyia</i>							75	41,93
<i>Alotanypus</i>							33	18,12
<i>Labrundinia</i>	8	7,62			9	16,38		
Pentaneurini	15	4,62						
<i>Pentaneura</i>							9	6,22
<i>Zavrelimyia</i>			27	16,65			8	4,41
<i>Asheum</i>			68	41,05	962	330,54	175	97,55
<i>Chironomus</i>	30	9,24	41	24,69	150	50,12		
<i>Dicrotendipes</i>					73	27,38	84	46,32
<i>G. holoprasinus</i>	3	5,20	4	6,59			10	12,52
<i>G. serratus</i>	46	15,52	207	125,26	3237	1145,32	132	73,75
<i>G. xiborena</i>			13	9,32	150	50,12	9	6,22
<i>Parachironomus</i>	7	2,13					16	9,31
<i>Phaenospectra</i>			13	9,32	73	27,38	33	18,12
<i>Polypedium</i>	7	2,13	14	9,51	73	27,38	9	6,22
<i>Cladotanytarsus</i>					73	27,38		
<i>Corynoneura</i>							9	6,22
<i>Cricotocus</i>	23	7,55					67	37,52
<i>Culex</i>			2	3,51				
Ceratopogonidae			3	4,67	1	1,22	1	1,61
<i>Gyrinus</i> (la)			1	1,13	1	1,17	3	3,29
<i>Elodes</i> (la)			16	15,22				
Staphilinidae							1	1,48
<i>Berosus</i> (ad)			3	5,84				
<i>Tropisternus</i> (ad)			8	8,10	12	8,90		
<i>Celina</i> (ad)	3	5,65	3	2,90	3	1,15		
<i>Girinus</i> (ad)							2	2,95
<i>Notaticus</i> (ad)			1	1,65	4	1,99		
<i>Elodes</i> (ad)							4	5,10
<i>Heterelmis</i> (ad)							1	1,89
<i>Lixellus</i> (ad)			3	2,94			4	5,07
<i>Suphis</i> (ad)			2	3,30	1	1,17		

A maior diversidade da entomofauna fitófila foi verificada em novembro (2,446 Bits) e a menor em agosto (1,135 Bits), com maior riqueza de táxons no mês de maio (26) e menor em fevereiro (16). Para a equidade, obteve-se o menor valor em agosto (0,38) e o maior em fevereiro (0,815) (Fig. 2 A e B). É importante destacar a alta densidade registrada no mês de agosto (Fig. 2 A), porém com menor diversidade.

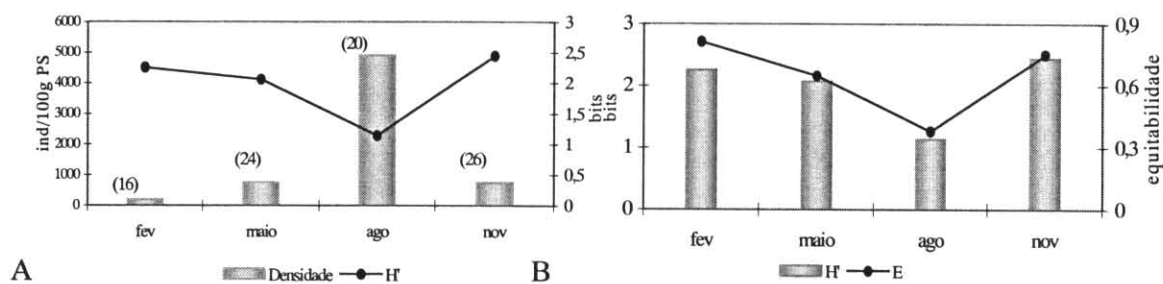


Fig. 2. Valores sazonais da densidade, diversidade (H'), riqueza (s) e equidade da fauna de insetos aquáticos associados a *E. azurea* da Lagoa Fechada de Fevereiro a Novembro de 2000. A) Densidade média total (ind/100g PS), diversidade (Bits) e riqueza (entre parênteses); B) diversidade (Bits) e equidade.

A figura 3 mostra a ordenação dos táxons quanto à densidade, podendo-se observar que, de maneira geral, ocorreu a dominância de alguns táxons, especialmente, no mês de agosto, por gêneros de Chironomidae (*G. serratus* com 3.237 ind/100g PS e *Polypedilum (Asheum)* com 962 ind/100g PS).

A tabela 3 mostra as correlações entre as variáveis ambientais e os insetos aquáticos com $p \leq 0,05$. Através da correlação de “Spearman” verificamos que as variáveis que mais influenciaram a comunidade de insetos aquáticos foram temperatura, oxigênio dissolvido, biomassa periférica, turgidez e nutrientes (nitrogênio e fósforo), principalmente para Chironomidae, onde vários gêneros se correlacionaram com essas variáveis.

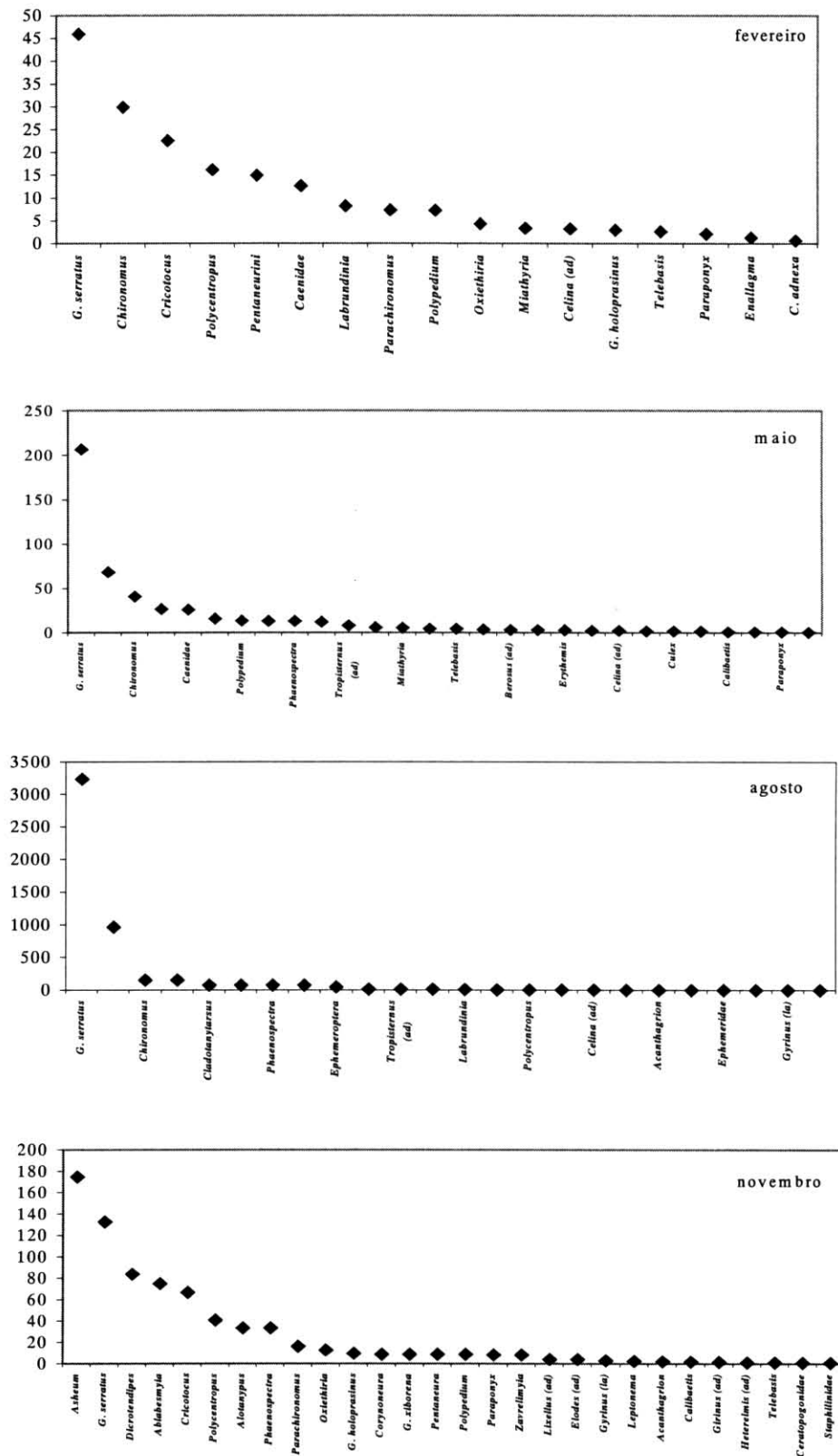


Fig 3.. Rank da densidade de fauna de insetos aquáticos associados a *E. azurea* da Lagoa Fechada de fevereiro a novembro de 2000.

Tabela 3. Correlação de r-“Spearman” ($p < 0,05$) entre as variáveis ambientais e os táxons de insetos aquáticos.

	Prof.	Temp.	Transp.	pH	Cond.	Alc.	Turb.	OD	N-total	P-tot.	Clorof.
Caenidae											-0,79
<i>Ablabesmyia</i>	0,8		-0,76	-0,77		-0,76		-0,76			
<i>Alotanypus</i>	0,8	-0,76	-0,77			-0,76	-0,76				
<i>Labrundinia</i>											
Pentaneurini	0,81		-0,76	-0,77		-0,76		-0,76			
<i>Pentaneura</i>		0,76				0,76	0,76				-0,76
<i>Zavrelimyia</i>	0,79				0,91	-0,74			-0,91	-0,91	
<i>Polypedilum (Asheum)</i>											0,96
<i>Chironomus</i>	-0,76										
<i>Dicrotendipes</i>											0,81
<i>G. serratus</i>		-0,88					-0,88				0,79
<i>G. xiborena</i>		-0,91					-0,91				
<i>Parachironomus</i>			-0,91	-0,9			0,75	-0,91			
<i>Phaenospectra</i>							-0,8				0,97
<i>Polypedilum</i>		-0,7					-0,7				
<i>Tanytarsus</i>		-0,77	0,76	0,77			-0,76	0,76	0,76		0,77
<i>Corynoneura</i>	0,8		-0,76	-0,76		-0,77		-0,76			
<i>Cricotocus</i>		0,72	-0,93	-0,9			0,72	-0,93			
<i>Tropisternus (ad)</i>		-0,82	0,83	0,81	-0,82			0,82			
<i>Notaticus (ad)</i>		-0,78	0,78	0,79			-0,77	0,78			

DISCUSSÃO

A entomofauna associada a *E. azurea* da lagoa Fechada apresentou elevada densidade e riqueza, corroborando os resultados obtidos por SOUZA-FRANCO & TAKEDA (2000), TAKEDA *et al.* (2003), TRIVINHO-STRIXINO *et al.* (2000) e STRIPARI & HENRY (2002). A concentração de oxigênio dissolvido, transparência da água e o teor de clorofila *a* (produção primária), foram os fatores que mais influenciaram a distribuição sazonal da comunidade de insetos aquáticos fitofilos da lagoa Fechada.

A fauna de insetos registrada para *E. azurea* parece ser característica deste tipo de habitat. Larvas de Lepidoptera, e Ephemeroptera apresentaram o menor número de táxons. Para Lepidoptera foi registrado apenas um gênero (*Parapoynx*), descrito na literatura como característico de vegetação aquática (MERRITT & CUMMINS, 1996), pois utiliza-se da planta como alimento (NEWMAN, 1991).

As larvas de Ephemeroptera são sensíveis às condições mesotróficas e eutróficas, desenvolvendo-se melhor em ambientes oligotróficos (DA SILVA, 1998). Resultado semelhante foi verificado nesse trabalho, pois as maiores densidades corresponderam aos períodos em que se registrou os maiores valores de oxigênio. Um dos táxons

registrados para Ephemeroptera foi *Callibaetis* (Baetidae), e exemplares das famílias Caenidae e Ephemerillidae, que eram muito jovens, não sendo possível a identificação. MELO *et al.* (2002), registraram a presença de *Callibaetis wilineri* para a lagoa do Guaraná, na planície de inundação do alto rio Paraná. Esses autores destacam, a relação positiva entre os valores mais elevados de oxigênio e a abundância de dessa espécie.

Os insetos da ordem Trichoptera também apresentaram poucos táxons (Hydropsychidae, *Oxytheria* e *Polycentropus*); este fato pode estar relacionado ao tipo de hábitat dessas larvas, pois, embora, vivam em ambientes lênticos, são primeiramente de ambientes de correnteza (WIGGINS, 2000), principalmente, pela forma na qual obtêm seu alimento, pois a maioria das larvas são predadoras ou detritívoras (MERRITT & CUMMINS, 1996) e constroem redes para prender suas presas ou filtrar a matéria orgânica (WIGGINS & MACKAY, 1978). Entretanto, larvas de *Oxytheria* vivem em lagoas com plantas aquáticas, alimentando-se principalmente do perifíton e metafiton (WIGGINS, 2000), esse mesmo autor destaca que *Polycentropus* apresentam hábitat muito diversificado. Hydropsychidae, por sua vez, é descrito como característico de ambiente lótico, com poucas espécies de ambiente lêntico (MERRITT & CUMMINS, 1996), o que pode explicar sua baixa densidade e freqüência.

A ordem Odonata foi a terceira em números de táxons. Os gêneros de Odonata verificados para esta lagoa, foram os mesmos registrados por SOUZA-FRANCO & TAKEDA (2002, a e b), em vários ambientes na planície de inundação do alto rio Paraná. As larvas de Zygoptera (*Enallagma*, *Acanthagrion* e *Telebasis*) são características de vegetação (LOUNIBOS, 1990; CARVALHO & NESSIMIAN, 1998). Segundo CORBET (1980), essa subordem apresenta aparelho ovopositor, depositando seus ovos dentro do substrato. *Erythemis*, *Miathyria* e *C. adnexa* também estão relacionadas a ambientes lênticos com vegetação aquática (MERRITT & CUMMINS, 1996; CAPITULO, 1992).

A segunda ordem em riqueza foi dos Coleoptera, embora em baixa densidade. Todos os táxons encontrados são característicos de ambientes lênticos com vegetação (PÉREZ, 1988), sendo que alguns como, *Lixellus*, apresentam estreita relação com a planta, pois, alimentam-se diretamente de tecido vivo de plantas vasculares (LOPRETTO & TELL, 1995).

A maior riqueza e abundância foi registrada para larvas de Chironomidae, em concordância com TRIVINHO-STRIXINO *et al.* (1997), que registraram a participação de 62% de Chironomidae em relação a fauna total de *E. azurea* em lagoas marginais do Riuo Mogi Guaçu (SP). Os gêneros mais abundantes e freqüentes foram

Goeldichironomus e *Polypedilum* (*Asheum*), sendo que estes dominaram em termos de densidade na maioria dos períodos. TRIVINHO-STRIXINO et al. (2000), relacionaram as altas densidade de destas larvas ao hábito alimentar, predominantemente detritívoro. Muitas espécies Chironomidae são descritas em ambientes lênticos (KONDO & HAMASHIMA, 1992; NESSIMIAN & SANSEVERINO, 1995; CALLISTO *et al.*, 1996; NESSIMIAN & DE LIMA, 1997; HIGUTI & TAKEDA, 2002; HIGUTI, *no prelo*) e utilizam as macrófitas aquáticas como substrato. Segundo JUNK & HOWARD-WILLIAMS (1984), as raízes de macrófitas acumulam grande quantidade de detrito, favorecendo a colonização por espécies detritívoras.

A influência dos fatores abióticos foi evidente nos meses de fevereiro e agosto, mostrando relação da fauna com algumas variáveis, pois, em fevereiro registrou-se baixa densidade e riqueza, com a ausência de alguns táxons, especialmente predadores. Nesse mês, constataram-se as maiores temperaturas, baixa concentração de oxigênio dissolvido e os menores valores de clorofila *a*. E o inverso foi verificado para agosto, onde as menores temperaturas e condições ideais de nutrientes levaram a maior produção primária, e maiores valores de oxigênio, e, portanto, foram observadas altas densidades, porém com reduzida diversidade e riqueza e dominância de táxons (*Polypedilum* (*Asheum*) e *Goeldichironomus*).

De maneira geral, a colonização e desenvolvimento da entomofauna fitófila, ao menos para maioria dos grupos, dependem do substrato e recurso alimentar. Assim, a riqueza e densidade da entomofauna da lagoa Fechada parecem ser controladas pela disponibilidade alimentar e fatores abióticos, como temperatura, pH e oxigênio dissolvido.

As características morfológicas (pequena e rasa) da lagoa podem ser fatores importantes nessa dinâmica, pois, favorecem o aumento da temperatura da água, especialmente nos meses fevereiro, o que pode ter influenciado outros fatores como oxigênio e pH, e ter contribuído para a baixa densidade nesse período. É importante ressaltar que, embora as concentrações de oxigênio dissolvido apresentaram-se relativamente altas na maioria dos meses, por se tratar de uma lagoa rasa e com muita matéria orgânica, durante a noite a decomposição e a respiração podem influenciar no decréscimo de OD, dificultando a sobrevivência de espécies mais sensíveis.

REFERÊNCIAS

- BECHARA, J. A. & ANDREANI, N. L. 1989. El macrobentos de una laguna cubierta por *Eichhornia crassipes* en el valle de inundación del río Paraná (Argentina). **Tropical Ecology**, 30(1):142-155.
- CALLISTO, M.; SERPA-FILHO, A.; OLIVEIRA, S. J. & ESTEVES, F. A. 1996. Chironomids on leaves of *Typha domingensis* in a lagoon of Rio de Janeiro state (Brazil). **Stud. Neotrop. Fauna & Environm.**, 31:51-53.
- CAPITULO, A. R. 1992. Los Odonata de la Republica Argentina (Insecta). Fauna de água Dulce de la Republica Argentina. **Insecta Odonata**, 34. 91p.
- CARVALHO, A. L. & NESSIMIAN, J. L. 1998. Odonata do Estado do Rio de Janeiro, Brasil: hábitos das larvas *In*: J. L. NESSIMIAN & A. L. CARVALHO (eds.). **Ecologia de Insetos Aquáticos**. Series: Oecologia Brasiliensis, vol. V. Rio de Janeiro.
- CARMOUZE, J. P. **O metabolismo dos ecossistemas aquáticos fundamentos teóricos, métodos do estudo e análises químicas**. São Paulo: Edgard Blucher, FAPESP. 1994, 253 p.
- CHAO, A. 1984. Non-parametric estimation of the number of classes in a population. **Scand. J. Stat.**, 11:265-270.
- CORBET, P. S. 1980. Biology of odonata. **Ann. Rev. Entomol.**, 7:189-217.
- CYR, H. & DOWNING, J. A. 1988. The abundance of phytophilous invertebrates on different species of submerge macrophytes. **Freshwater Biology**, 20:365-374.
- DAWKINS, J. & DONOGLWE, S., 1992. Invertebrates associated with aquatic vegetation in the Cray. **The London Naturalist**, 71, 71-74.
- DA SILVA, E. R. A., 1998. Estratégias de adaptação de Ephemeroptera, às condições ambientais da Restinga de Maricá, Estado do Rio de Janeiro p. 29-40. *In*: J. L. NESSIMIAN & A. L. CARVALHO (eds.). **Ecologia de Insetos Aquáticos**. Series: Oecologia Brasiliensis, vol. 5. Rio de Janeiro.
- ESTEVES, F. A 1998. **Fundamentos de Limnologia**. Rio de Janeiro: Interciencia/FINEP, 574p.
- FUEM/PELD, 2001. **A planície alagável do alto Rio Paraná: Estrutura e Processos ambientais**. Disponível: www.nupelia.uem.br/peld/relat2000 (acessado em 07 de outubro de 2002).
- GLOYD, L. K. & M. WRIGHT. 1959. Odonata. p. 917-940. *In*: W. T. EDMONSON (ed.). **Freshwater Biology**. 2ª ed. New York: John Wiley & Sons.
- GOLTERMAN, H. L. *et al.* 1978. **Methods for physical e chemical analysis of freshwaters**. 2ª ed. Oxford: Blackwell Scientific Publications.
- HARRISON, S. S. C. 2000. The importance of aquatic margins to invertebrates in English chalk streams. **Arch. Hydrobiol.**, 149(2):213-240.
- HIGUTI, J. (*no prelo*). Composition, abundance and habitats of benthic chironomid larvae *In*: **The upper Paraná river floodplain: physical aspects, ecology and conservation**. Leiden: Backhuys Publishers.
- HIGUTI, J. & TAKEDA, A. M. 2002. Spatial and temporal variation in densities of chironomid larvae (Diptera) in two lagoons and two tributaries of the upper Paraná River floodplain, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, 62(4b):807-818.

- JUNK, W. J. & HOWARD-WILLIAMS, C. 1984. Ecology of aquatic macrophytes in Amazonia, pp. 289-293. *In*: H. SIOLI (ed.). **The Amazon. Limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin**. Lancaster, Printed in the Wetherlands, Boston.
- KONDO, S. & HAMASHIMA, S. 1992. Habitat preferences of four Chironomid species associated with aquatic macrophytes in an irrigation reservoir. **Netherlands Journal of Aquatic Ecology**, 26(2/4):371-377.
- KURASHOV, E.; TELESH, I. V.; PANOV, V. E.; USENKO, N. V. & RYCHKOVA, M. A. 1996. Invertebrate communities associated with macrophytes in Lake Ladoga: effects of environmental factors. **Hydrobiologia**, 322:49-55.
- LIMA, N.; TAKEDA, A.M. & HAYASHIUCHI, M. 1998. Fauna fitófila de *Pistia stratiotes* (Araceae) da planície de inundação do alto rio Paraná (MS). **Anais do VIII Seminário Regional de Ecologia**, 8:1259-1269.
- LODGE, D. M. 1991. Herbivory on freshwater macrophytes. **Aquatic Botany**, 41:195-224.
- LOPES-PITONI, V. L.; VEITENHEIMER-MENDES, I. L.; LANZER, R. M. & SILVA, M. C. P. 1984. Nota sobre a estrutura faunística de plêuston em um açude no morro Santana, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência e Cultura**, 36(2):245-248.
- LOPRETTO, E. C. & TELL, G. 1995. **Ecosistemas de aguas continentales: Metodologia para su estudio**. La Plata, Republica Argentina. SUR: v. 2, 895p.
- LOUNIBOS, L. P.; ESCHER, R. L.; DEWALD, L. B.; NISHIMURA, N. & LARSON, V. L. 1990. Odonata associated with water Lettuce (*Pistia stratiotes* L.) in south Florida. **Odonatologica**, 19(4):359-366.
- MACKERETH, F. Y. H.; HERON, J. G. TALLING, J. J. 1978. WATER, *et al.*, 1978. **Water Analysis some revised methods for limnologist Ambleside**. Freshwater Biological Association, 120 p.
- MELO, S. M.; TAKEDA, A. M. & MONKOLSKI, A. 2002. Seasonal dynamics of *Callibaetis willineri* (Ephemeroptera, Baetidae) associated with Eichhornia azurea (Pontedericeae) in Guaraná Lake of the Upper Paraná River, Brazil. **Hydrobiologia**, 470:57-62.
- MERRITT, R. W. & CUMMINS, K. W. 1996. **An introduction to the aquatic insects of North America**. 3^a ed. Kendall/Hunt Publishing Company. Dubuque/Iowa, 862p.
- NESSIMIAN, J. L. & SANSEVERINO, A. M. 1995. Structure and dynamics of Chironomidae fauna from a Sand Dune Marsh in Rio de Janeiro State, Brazil. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, 30(4):207-219.
- NESSIMIAN, J. L. & DE LIMA, I. A. G. 1997. Colonização de três espécies de macrófitas por macroinvertebrados aquáticos em um brejo do litoral do Estado do Rio de Janeiro. **Acta Limnologica Brasiliensia**, 9:149-163.
- NEWMAN, R. M. 1991. Herbivory and detritivory on freshwater macrophytes by invertebrates: a review. **J. N. Am. Benthol. Soc.**, 10(2):89-114.
- OERTLI, B. & LACHAVANNE, J. B. 1995. The effects of shoot age on colonization of an emergent macrophyte (*Typha latifolia*) by macroinvertebrates. **Freshwater Biology**, 34:421-431.
- ORMEROD, S. J.; WADE, R. & GEE, A. S. 1987. Macro-floral assemblages in upland Welsh streams in relation to acidity, and their importance to invertebrates. **Freshwater Biology**, 18:545-557.

- PÉREZ, G. R. 1988. **Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia**. Bogotá, Colombia: Fondo para la Protección del Medio Ambiente "José Celestino Mutis": Fondo Colombiano de Investigaciones Científicas y Proyectos Especiales "Francisco José de Caldas". Bogotá: Universidad de Antioquia.
- PIELOU, E. C. 1966. The measurements of diversity in different types of biological collections. **Journ Theoret Biologic.**, 13:131-144.
- PIELOU, E. C. 1975. **Ecological diversity**. New York: John Wiley & Sons.
- POI DE NEIFF, A. 1990. Categorización funcional de los invertebrados en ríos de Llanura del Chaco Oriental (Argentina). **Revista Brasileira de Biologia**, 50(4):875-882.
- SOUZA-FRANCO, G. M. & TAKEDA, A. M. 2000. Invertebrates associated with *Paspalum repens* (Poaceae) at the mouth of Caracu stream (1991-1992), affluent of the Paraná River, Porto Rico (PR)– Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, 43(3):317-325.
- SOUZA-FRANCO, G. M. & TAKEDA, A. M. 2002a. Larvae of Odonata associated with *Eichhornia azurea*, in three channels in the flood plain of the upper Paraná river, Brazil. **Acta Ambiental Catarinense**, 1(1):87-98.
- SOUZA-FRANCO, G. M. & TAKEDA, A. M. 2002b. Spatio-temporal variation of Odonata larvae associated with macrophytes in two flood plain lakes from the upper Paraná River, Brazil. **Acta Scientiarum**, 24(2):345-351.
- STATSOFT INC., 1996, Tulsa: Statistica 3v.
- STRIPARI, N. D. L. & HENRY, R. 2002. The invertebrate colonization during decomposição of *Eichhornia azurea* Kunth in a lateral lake in the mouth zone of Paranapanema river into Jurumirim reservoir (São Paulo, Brazil). **Braz. J. Biol.**, 62(4):293-310.
- SZALAY, F. A. & RESH, V. H. 2000. Factors influencing macroinvertebrate colonization of seasonal wetlands: responses to emergent plant cover. **Freshwater Biology**, 45:295-308.
- TAKEDA, A. M.; FRANCO, G. M. S.; MELO, S. M. & MONKOLSKI, A. (*no prelo*). Invertebrados associados às macrófitas aquáticas da planície de inundação do alto rio Paraná (Brasil). In: **Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas**. Maringá: EDUEM.
- TRIVINHO-STRIXINO, S. & STRIXINO, G. 1995. **Larvas de Chironomidae (Diptera) do Estado de São Paulo. Guia de Identificação e Diagnose dos Gêneros**. Universidade Federal de São Paulo, UFSCar. São Carlos.
- TRIVINHO-STRIXINO, S.; GESSNER, F. A. & CORREIA, L. 1997. Macroinvertebrados associados a macrófitas aquáticas das lagoas marginais da estação Ecológica de Jataí (Luiz Antônio – SP). **Anais do VIII Seminário Regional de Ecologia**, 8:53-60.
- TRIVINHO-STRIXINO, S.; CORREIA, L. C. & SONODA, K. 2000. Phytophilous Chironomidae (Diptera) and other macroinvertebrates in the ox-bow Infernão Lake (Jataí Ecological Station, Luiz Antônio, SP, Brazil). **Revista Brasileira de Biologia**, 60(3):527-535.
- VELHO, L. F. M.; LANSAC-TÔHA, F. A.; TAKEDA, A. M.; HIGUTI, J. & SOUZA-FRANCO, G. M. 2001. Structure and dynamics of Cyclopidae associated with aquatic macrophytes in two lotic environments of the upper Paraná River floodplain, Brazil. **Acta Scientiarum**, 23(2):349-356.

- WIGGINS, G. B., 2000. **Larvae of the North American Caddisfly genera (Trichoptera)**. 2^a ed. University of Toronto Press. Toronto, 457p.
- ZAGATTO E. A. G., JACINTO, A.O., REIS, B. F., KRUG, F. J., BERGAMIN, H., PESSEDA, L. C. R., MORTATTI, J.; GINÉ, M. F., 1981. **Manual de análises de plantas empregando sistemas de 1982.**

Dieta de insetos aquáticos associados a *Eichhornia azurea* (Schwartz) Kunth, da lagoa Fechada na planície de inundação do alto rio Paraná, Estado do Mato Grosso do Sul

Resumo

Estudos sobre estrutura trófica de comunidades fornecem subsídios para melhor compreensão da dinâmica e funcionamento de ecossistemas. Assim, o objetivo dessa pesquisa foi analisar a composição da dieta dos insetos aquáticos associados a *Eichhornia azurea* (Schwartz) Kunth, bem como determinar o grupo funcional que os mesmos pertencem. As amostras de *E. azurea* foram obtidas trimestralmente, entre fevereiro e Novembro de 2000, na lagoa Fechada, pertencente a planície de inundação do alto rio Paraná. As medidas dos parâmetros ambientais também foram realizadas para relacionar com a dieta dos organismos, a qual foi baseada no conteúdo do trato digestório. A dieta da entomofauna fitófila foi bem diversificada, porém com dominância da guilda de coletores. Os predadores e fragmentadores apresentaram baixa densidade e abundância em relação aos demais grupos funcionais. A composição da dieta, bem como a variação da densidade e da riqueza dos grupos funcionais, foram determinadas, principalmente, pela disponibilidade de recursos alimentares, os quais foram regulados por fatores ambientais, tais como, temperatura, oxigênio dissolvido e nutrientes.

Palavras-chave: Entomofauna aquática, estrutura trófica, grupos funcionais de alimentação, *Eichhornia azurea*.

Diet of aquatic insects associated the *Eichhornia azurea* (Schwartz) Kunth, of the Fechada lagoon of the floodplain of the high river Paraná, Mato Grosso do Sul State.

Abstrat

Studies on structure trophics of communities supply subsidies for the best understanding of the dynamics and operation of ecosystems. Thus, the objective of this research went analyze to composition of the diet of aquatic insects the *Eichhornia azurea* (Schwartz) Kunth, as well as to determine the functional group that the same ones belong. The samples of *E. azurea* were obtained quartly, among February and November of 2000, in the Fechada lagoon of the floodplain of the high river Paraná. The measures of the environmental parameters were also accomplished to relate the diet of the organisms, which was based on the digesting content. The diet of the entomofauna phytofila was well diversified, even so with dominance of the guilds of gathering-collectors. The predators and shredders presented low density and abundance in relationship the other functional groups. The composition of the diet, as well as of the variation of the density and richness of the functional groups they were certain, mainly for the readiness of alimentary resources, which they were regulated by environmental factors, such as: temperature, dissolved oxygen, nutritious.

Word-key: Aquatic Entomofauna, food trophic structures, trofic functional groups, *Eichhornia azurea*.

Introdução

A região litorânea de lagoas é conhecida pela alta diversidade e complexidade de sua comunidade em relação aos demais compartimentos (Gilinsky, 1984; Strixino & Strixino, 1984; Da Silva et al., 1994). Nesses ambientes proliferam muitas macrófitas aquáticas que formam um complexo ecossistema, sustentando ampla gama de organismos de protozoários, fungos, invertebrados e vertebrados, sendo, portanto, locais propícios para pesquisas sobre redes alimentares.

Nos sistemas aquáticos, a produção autóctone é sustentada por macrófitas aquáticas vasculares, fitoplâncton e perifíton (Lamberti & Moore, 1984), que contribuem com grande quantidade de detritos em ambientes aquáticos (Newman, 1991; Bruquetas de Zozaya & Poi de Neiff, 1991), tornando-se a base da cadeia alimentar de detritívoria (Hildrew, 1992).

O hábito alimentar pode ser considerado como um dos fatores mais importantes na compreensão das associações em comunidades animais (Pianka, 1994). Os insetos aquáticos desempenham papel relevante na ciclagem de nutrientes (Merritt *et al.*, 1984) e nas redes tróficas dos ambientes de água doce, constituindo efetiva ligação entre produtores e consumidores (Merritt *et al.*, 2002).

As principais fontes alimentares para os insetos aquáticos são as algas fitoplanctônicas e perifíticas, plantas vasculares, invertebrados e detritos orgânicos e inorgânicos (Merritt & Cummins, 2001). Desses recursos, os detritos destacam-se pois muitas espécies de insetos aquáticos ingerem matéria orgânica em decomposição (Merritt *et al.*, 1996), sendo importantes no processo e disponibilização desses nutrientes nos ecossistemas aquáticos (Merritt *et al.*, 1984).

Várias pesquisas sobre fauna associada a macrófitas aquáticas têm mostrado que os insetos aquáticos são muito representativos nessa comunidade (Cyr & Downing, 1988; Lounibos *et al.*, 1990; Poi de Neiff, 1990; Nessimian & De Lima, 1997; Lima *et al.*, 1998; Souza-Franco & Takeda, 2000; Trivinho-Strixino *et al.*, 2000; Melo *et al.*, 2002; Stripari & Henry, 2002; Souza-Franco & Takeda, 2002 a, b).

Estudos abordando a estrutura trófica de insetos aquáticos são oriundos, principalmente, de pesquisas em ambientes lóticos (Cummins & Klug, 1979; Merritt, *et al.*, 1996; Oliveira & Froehlich, 1997; Callisto & Esteve, 1998; Oliveira *et al.*, 1999; Nessimian & Sanseverino, 1998; Callisto *et al.*; 2001, Merritt, *et al.*, 2002, entre outros). Os estudos que visam o conhecimento da estrutura trófica de insetos em ambientes lênticos são, ainda, mais restritos. A maioria trata da comunidade de invertebrados em geral ou de apenas uma espécie, como, Nessimian (1997), Da Silva (1997), Marques *et al.*, (1999) Nessimian *et al.* (1999 a e b) e Callisto *et al.* (2001).

O conhecimento da composição da dieta dos insetos aquáticos e suas funções ao longo da cadeia trófica fornecem subsídios para melhor compreensão da biologia e ecologia desses organismos, além de auxiliar no entendimento do ecossistema como um todo.

Nesse contexto, o presente estudo analisou a estrutura trófica dos insetos aquáticos associados a *E. azurea* da lagoa Fechada, pertencente a planície de inundação do alto rio Paraná, buscando melhor entendimento da dinâmica desse ambiente, e para tal elaboraram-se algumas questões.

Os táxons de insetos aquáticos fitófilos presentes na lagoa Fechada são generalistas ou especialistas?

Existe variação na dieta dos insetos aquáticos?

Se existe variação, essa segue algum padrão?

Diante das argumentações acima expostas, os objetivos deste trabalho foram:

- 1) verificar a composição da dieta alimentar dos insetos fitófilos;
- 2) identificar os fatores que influenciam na dieta desses insetos;
- 3) Classificar os insetos aquáticos da lagoa Fechada, quanto as categorias funcionais de alimentação, de acordo com Cummins & Klug (1979).

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

As coletas dos insetos aquáticos foram realizadas na lagoa Fechada (22°42'37.92"S; 53°16'33.06"W), localizada na margem esquerda do rio Baía, um dos principais tributários da planície de inundação do alto rio Paraná (Fig. 1).

A lagoa Fechada possui forma alongada, com profundidade média de 2,46 metros. A vegetação arbórea em seu entorno é escassa, mas suas margens possuem ciperáceas, *Polygonum* sp., *Echinochloa*, *Eichhornia azurea* e *Salvinia* sp.

Distancia-se do rio Baía por dique marginal de aproximadamente 100 metros de altura. Embora, não apresente comunicação direta com o rio Baía, durante as cheias, as águas invadem a lagoa por um canal de 1,5 metros de largura (FUEM/PELD, 2001). No entanto, no período estudado, não se registrou tal ocorrência.

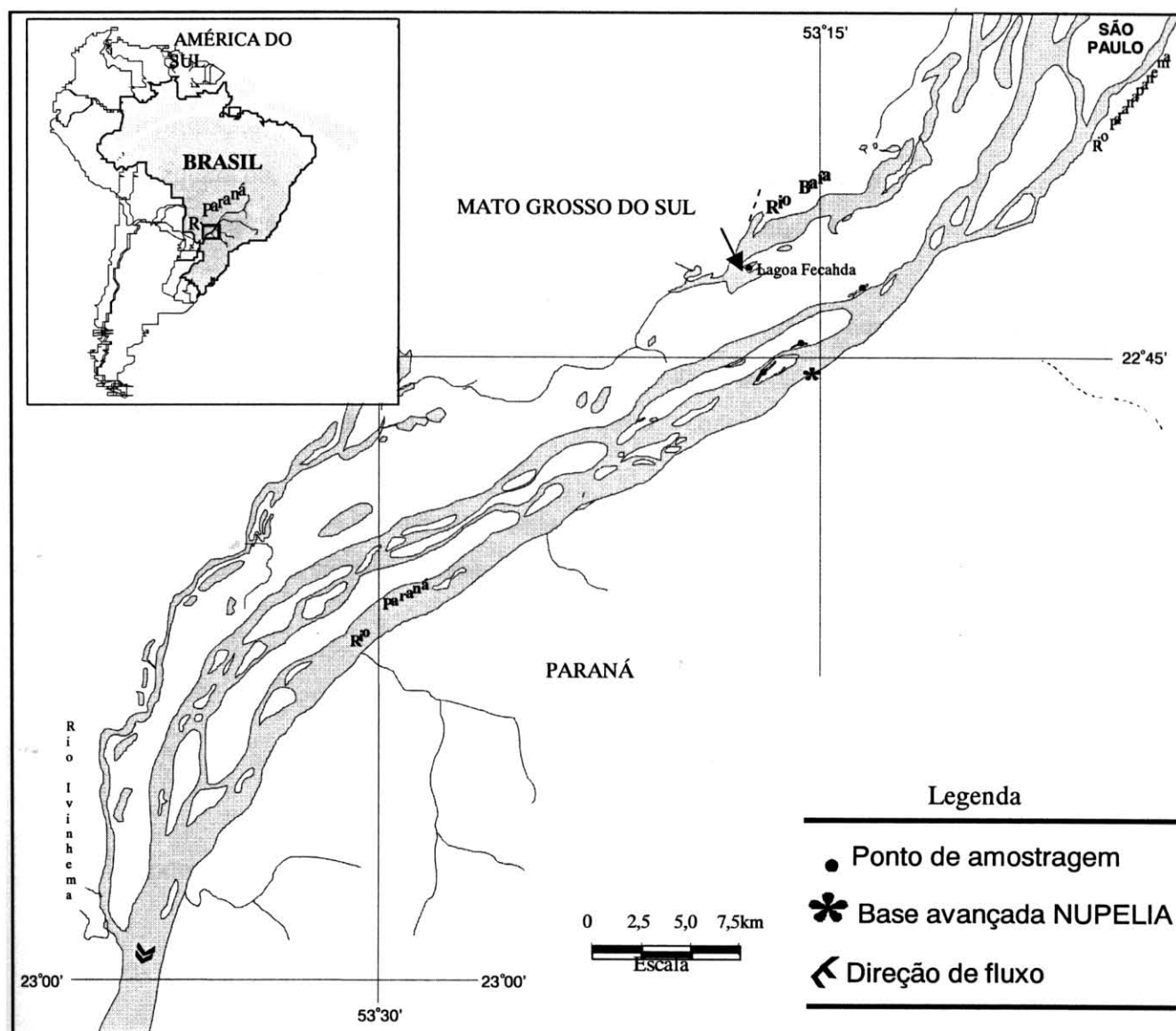


Fig. 1: Planície de Inundação do alto Rio Paraná, mostrando o posicionamento da lagoa Fechada (seta), dentro das coordenadas cartesianas descritas no texto.

Coleta e identificação dos insetos aquáticos

As coletas foram realizadas trimestralmente de fevereiro a novembro de 2000. O estolão de *Eichhornia azurea* foi retirado da água e imediatamente colocado dentro de uma bandeja, sectionado e acondicionado em galões plásticos com água gaseificada (para evitar a regurgitação) e, posteriormente, conservado em álcool 70°GL.

Em laboratório, a triagem foi feita sob microscópio estereoscópio para retirada dos invertebrados aderidos à planta. Os insetos foram identificados em menor nível taxonômico possível com auxílio de chaves identificação (Gloyd & Wrigth, 1959; Pérez, 1988; Capitulo, 1992; Lopretto & Tell, 1995; Trivinho-Strixino, 1995).

Análise do conteúdo do trato digestório

A determinação da dieta foi realizada com base no conteúdo do trato digestório dos insetos aquáticos. Esses foram dissecados, seus tubos digestórios retirados e colocados em lâminas para análise e identificação dos itens, em microscópio estereoscópio e óptico e , ainda, quantificados.

Para avaliação quantitativa da dieta foi utilizado o Método Biovolumétrico, onde os itens iguais foram agrupados e a área ocupada estimada (Esteves & Galetti, 1995). Modificando-se esse método na presente pesquisa, considerou-se o item com porcentagem menor que 10% como acidental.

A soma total das áreas obtidas para cada item alimentar foi considerada como o volume total (100%), e os cálculos foram realizados de acordo com a fórmula:

$$P_{ij} = \frac{\sum_{x=1}^N P_{ix}}{N_j} \quad \text{onde,}$$

P_{ix} = a porcentagem do volume do item i no conteúdo do indivíduo x

N_j = número de indivíduos da espécie j .

A classificação dos insetos aquáticos, quanto às categorias tróficas e aos grupos funcionais, foi determinada de acordo com Cummins (1973).

A análise de agrupamento - Manhattan (Statística 5.1, 1995) foi utilizada para determinar a categoria trófica dos insetos aquáticos através da porcentagem dos itens alimentares.

RESULTADOS

A tabela 1 apresenta a variação sazonal dos variáveis abióticas da lagoa Fechada, no período de estudo. A maior variação destes fatores ocorreu no agosto, quando foram verificados: maior concentração de oxigênio dissolvido (10,73 mg/l); alta biomassa das algas perifíticas (1671,73 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ - obtida através da concentração de clorofila *a*); maiores valores de N-total (739,85 mg/l); e maior transparência da água.

TABELA 1: Valores das variáveis ambientais da lagoa Fechada durante nos período amostrado (fevereiro - novembro/2000).

	Prof. (m)	Temp. (°C)	Secchi (m)	pH	Cond. ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Alcal. (mEq/l)	Turb. (NTU)	OD (mg/l)	N-total (mg/l)	P-tot. (mg/l)	COD (ppm)	Clorof. ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)
Fevereiro	0,70	28,60	0,25	6,16	23,00	132,50	69,80	5,60	630,00	283,88	7,05	93,91
Mai	0,75	21,60	0,30	6,66	28,60	115,9	38,90	7,42	302,48	86,61	7,89	555,90
Agosto	0,70	21,30	0,40	8,28	24,00	129,50	36,50	10,63	759,85	110,42	7,52	1.671,73
Novembro	0,85	27,90	0,20	5,95	27,40	98,44	57,80	4,86	559,04	87,35	8,17	954,37

Os itens observados no conteúdo do trato digestório dos insetos aquáticos investigados foram detritos, algas unicelulares (principalmente diatômáceas), algas filamentosas, tecido de planta vascular e invertebrados (Tabela 2). Detritos e diatômáceas foram os itens mais consumidos pela maioria dos táxons, seguidos por insetos, algas filamentosas e vegetais vasculares (Fig. 2).

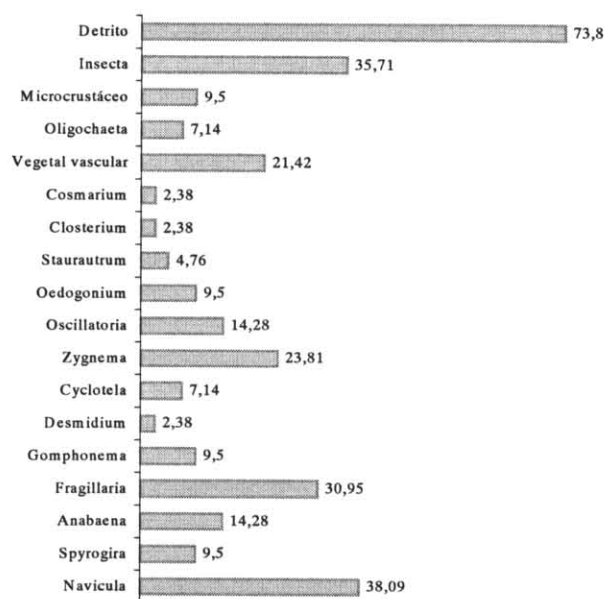


Fig. 2: Frequência de ocorrência (%) dos itens alimentares dos insetos aquáticos da lagoa Fechada durante o período amostrado (fevereiro - novembro/2000).

TABELA 2: Itens encontrados no trato digestório e grupos funcionais alimentares dos insetos aquáticos da lagoa Fechada. NO - não observado; Li - de acordo com a literatura; (?) provável grupo; ad - adulto, la - larva.

Táxons	Itens alimentares	Grupos funcionais
Ordem Ephemeroptera		
Fam. Baetidae		
<i>Callibaetis</i>	<i>Navicula</i> , <i>Spyrogira</i> ; detritos orgânico e inorgânico	Coletor
Fam. Ephemerellidae	Detritos	Coletor
Ordem Odonata		
Subordem Zygoptera		
Fam. Coenagrionidae		
<i>Telebasis</i>	Insetos, Chironomidae, Oligochaeta	Predador
<i>Acanthagrion</i>	Insetos, Oligochaeta; detritos	Predador
<i>Enallagma</i>	Insetos, microcrustáceos	Predador
Subordem Anisoptera		
Fam. Libellulidae		
<i>Erythemis</i>	Chironomini	Predador
<i>Miathyria</i>	Microcrustáceos, <i>Goeldichironomus</i> , <i>Polypedilum</i> (<i>Aeshum</i>), <i>Telebais</i> ; Oligochaeta	Predador
Fam. Aeschinidae		
<i>Coryphaeshna adnexa</i>	Insetos, Oligochaeta (LI)	Predador
Ordem Lepidoptera		
Fam. Pyralidae		
<i>Paraponyx</i>	Cyanophyceae; fragmentos de vegetal vascular; detritos	Fragmentador
Ordem Trichoptera		
Fam. Polcentropidae		
<i>Polycentropus</i>	Tecido vegetal vascular; Chironomini, e restos de exoesqueleto; detrito orgânico	Fragmentador / Coletor
Fam. Hydroptilidae		
<i>Oxyethiria</i>	Tecido vegetal vascular; Chironomini; detritos	Coletor / Raspador
Fam. Hydropsychidae		
Gênero NI	Tecido vegetal vascular	Fragmentador
Ordem Diptera		
Fam Chironomidae		
Sub-fam. Tanypodinae		
Pentaneurini	<i>Fragillaria</i> , Cyanophyceae; detritos	Coletor
<i>Ablabesmyia</i>	Cyanophyceae, <i>Anabaena</i> , <i>Ulothrix</i> , <i>Spyrogira</i> ; <i>Fragillaria</i> , <i>Gomphonema</i> , <i>Navicula</i> ; detrito orgânico	Coletor
<i>Alotanypus</i>	<i>Spyrogira</i> ; <i>Navicula</i> , <i>Desmidium</i> ; detritos	Coletor
<i>Labrundinia</i>	<i>Staurastrum</i> , Chlorophyceae; Cladocera, Chironomidae	Predador
<i>Pentaneura</i>	Chlorophyceae; Chironomini, <i>Asheum</i> (cabeça)	Predador
<i>Zavrelimyia</i>	<i>Anabaena</i> , <i>Fragillaria</i> , <i>Navicula</i> ; <i>Cyclotella</i> , <i>Zygnema</i> ; <i>Goeldichironomus</i> , restos de Chironomidae; detritos	Coletor / Fil trador (?)
Sub-fam. Chironominae		
<i>Polypedilum</i> (<i>Asheum</i>)	<i>Anabaena</i> , <i>Oscillatoria</i> , <i>Oedogonium</i> , <i>Fragillaria</i> , <i>Gomphonema</i> , <i>Navicula</i> , <i>Staurastrum</i> , <i>Zygnema</i> , <i>Cyclotella</i> ; fragmento de tecido vegetal vascular, detritos	Coletor

Continuação da tabela 2.

<i>Chironomus</i>	<i>Navicula</i> ; fragmento de tecido vegetal vascular; detritos	Coletor / Raspador
<i>Dicrotendipes</i>	<i>Anabaena, Fragillaria, Navicula, Zygnuma</i> ; fragmento de tecido vegetal vascular; detrito	Coletor / Fragmentador
<i>Goeldichironomus holoprasinus</i>	Detritos	Coletor
<i>G. serratus</i>	<i>Anabaena, Oscillatoria, Oedogonium, Spyrogira Fragillaria, Gomphonema, Navicula, Zygnuma, Closterium, Cosmarium</i> ; fragmento de tecido vegetal vascular; fragmento animal (cabeça de Chironomidae); detritos	Coletor
<i>G. xiborena</i>	<i>Oscillatoria, Fragillaria, Navicula, Zygnuma</i> ; Cladocera; detritos	Coletor / Predador
<i>Parachironomus</i>	<i>Anabaena, Oscillatoria Fragillaria, Navicula, Zygnuma</i> ; detritos	Coletor
<i>Phaenopsectra</i>	<i>Oscillatoria, Oedogonium, Fragillaria, Gomphonema, Navicula, Zygnuma, Cyclotella</i> ; detritos	Coletor
<i>Polypedilum</i>	<i>Anabaena, Oscillatoria, Fragillaria, Navicula</i> ; detritos	Coletor
<i>Tanytarsus</i>	<i>Fragillaria, Navicula, Zygnuma</i> ; detritos	Coletor
Sub-fam. Orthoclaadiinae		
<i>Corynoneura</i>	Detritos	Filtrador
<i>Cricotopus</i>	<i>Oscillatoria, Fragillaria, Navicula, Zygnuma</i> ; detritos	Coletor
Fam. Culicidae		
<i>Culex</i>	Detritos	Filtrador
Fam. Ceratopogonidae	Detritos	Coletor
Ordem Coleoptera		
Subordem Adephaga		
Fam Gyrinidae		
<i>Gyrinus</i> (la)	Exoesqueleto de insetos; detritos	Predador / Coletor
<i>Girinus</i> (ad)	Detritos	Coletor
Fam. Dytiscidae		
<i>Celina</i> (ad)	<i>Oscillatoria, Fragillaria, Navicula, Zygnuma</i> ; fragmentos de insetos; detritos	Coletor / Predador
<i>Notaticus</i> (ad)	<i>Fragillaria, Navicula</i> ; fragmentos de insetos; detritos	Coletor / Predador (?)
Fam. Noteridae		
<i>Suphis</i> (ad)	NO	Predador (Li)
Subordem Poliphaga		
Fam Scirtidae		
<i>Helodes</i> (la)	Detritos	Coletor
<i>Helodes</i> (ad)	NO	Raspador / Coletor (Li)
Fam Hydrophilidae		
<i>Berosus</i> (ad)	<i>Fragillaria, Navicula</i> ; detritos	Coletor
<i>Tropisternus</i> (ad)	Vegetal superior; detritos	Fragmentador
Fam. Elmidae		
<i>Heterelmis</i> (ad)	NO	Coletor / Raspador (Li)
Fam. Curculionidae		
<i>Lixellus</i> (ad)	Tecido vegetal; detritos	Fragmentador

A dieta das formas jovens de Ephemeroptera (Tabela 2) foi composta por algas unicelulares e detritos orgânico e inorgânico (*Callibaetis*) e por detritos (Ephemerellidae).

Na dieta das náides de Odonata foram registrados itens de origem animal, como Chironomidae, Oligochaeta, microcrustáceos e outros insetos (antenas, pernas e resto de exoesqueleto), que devido ao grau de decomposição, não foi possível o reconhecimento mais detalhado. Não foi observada variação sazonal na dieta dos jovens de Odonata, sendo que o item mais freqüente se constituiu de larvas de Chironomidae (Tabela 2 e Fig. 3).

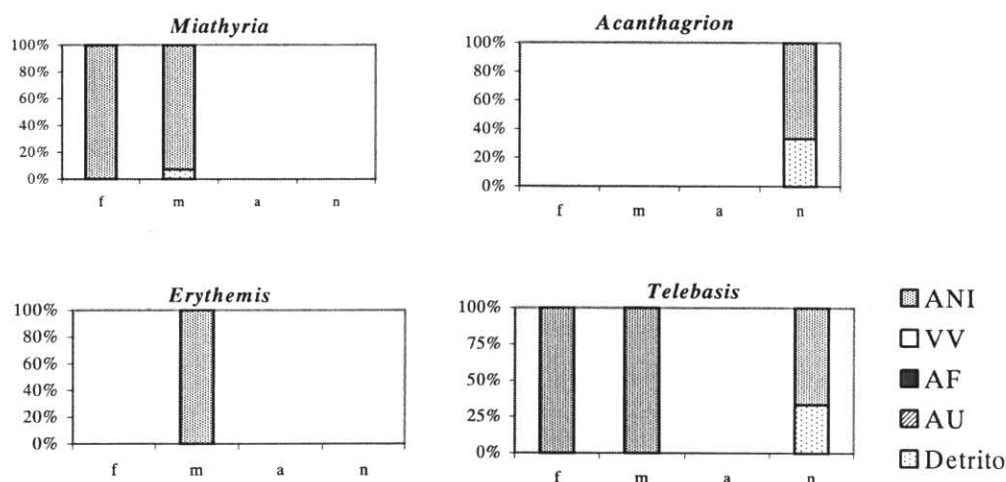


Fig. 3. Variação da dieta dos gêneros de Odonata da lagoa Fechada, no período amostrado. ANI = matéria animal, VV = vegetal vascular, AF = algas filamentosas, AU = algas unicelulares, f = fevereiro, m = maio, a = agosto, n = novembro.

Tecido vegetal vascular foi o item dominante para as larvas de *Parapoynx* (Lepidoptera), com pequena porcentagem de algas e detritos, não sendo verificada mudança sazonal na dieta (Fig. 4).

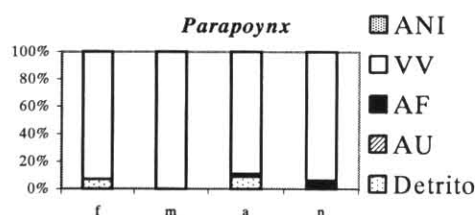


Fig. 4. Variação da dieta do gênero de Lepidoptera da lagoa Fechada, no período amostrado. ANI = animal, VV = vegetal vascular, AF = algas filamentosas, AU = algas unicelulares, f = fevereiro, m = maio, a = agosto, n = novembro.

As larvas de Trichoptera também se alimentaram de tecido vegetal vascular, incluindo a presença de restos animais no trato digestório dos gêneros *Polycentropus* e *Oxyethiria*. A variação sazonal na composição da dieta alimentar foi verificada apenas

no verão para *Oxyethiria* (Fig.5), que ingeriu detritos (58,82 %), vegetais vasculares (29,42 %), e pouca quantidade de animais (11,76 %) Entretanto, este último item foi predominante na primavera (60,93 %). Não foi verificada variação na dieta das larvas de Hydropsychidae, *Polycentropus*, sendo os principais itens encontrados, vegetais vasculares (Hydropsychidae – 100%; *Polycentropus* – 30 % no verão e 20 % na primavera) e detritos (*Polycentropus* – 64,44 % no verão; 65 % na primavera).

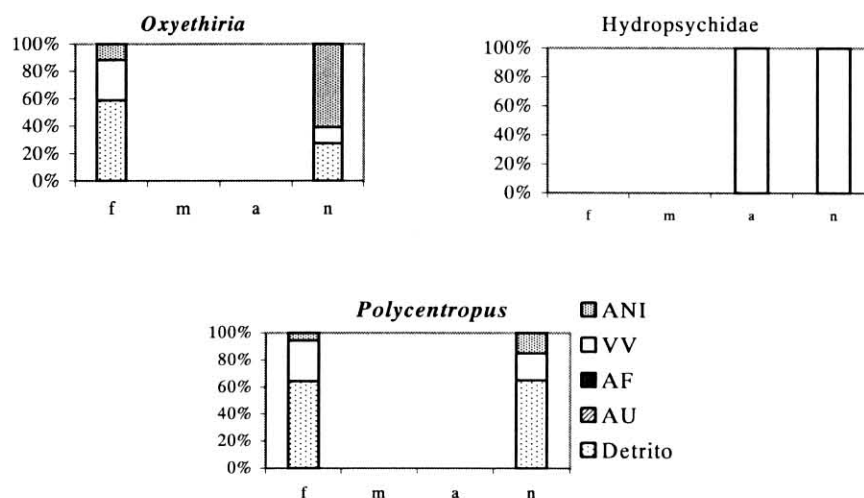


Fig. 5. Variação da dieta dos gêneros de Trichoptera, no período amostrado. ANI = animal, VV = vegetal vascular, AF = algas filamentosas, AU = algas unicelulares, f = fevereiro, m = maio, a = agosto, n = novembro..

A dieta alimentar de Chironomidae foi diversificada, porém, houve predominância de detritos. Para alguns gêneros foram registradas altas porcentagens de algas unicelulares e filamentosas. Fragmentos de animais estiveram presentes principalmente nos Tanypodinea, gêneros *Pentaneura*, *Labrundinia* e *Zarelimyia*. A figura 6 mostra a variação sazonal na dieta dos principais representantes de Chironomidae da lagoa Fechada. Ampla variação na composição da dieta foi registrada para larvas de Chironomidae, especialmente no inverno e primavera, quando se observou o aumento do consumo de algas (diatomáceas e filamentosas).

Constatou-se variação sazonal na dieta de *Phaenopsectra*. No inverno alimentou-se especialmente de algas (50% de unicelulares e 20 % filamentosas) e nos outros períodos o principal item ingerido foi detritos. De modo similar, *Polypedilum* consumiu basicamente detritos, porém, na primavera as algas unicelulares (76,92 %) predominaram. Verificou-se um maior consumo de algas (20,05 % unicelulares e 30,97

% de filamentosas) também para as larvas de *G. serratus* e *G. xiborena*, no período da primavera (Fig. 6). A baixa frequência dos demais táxons dificultou este tipo de análise.

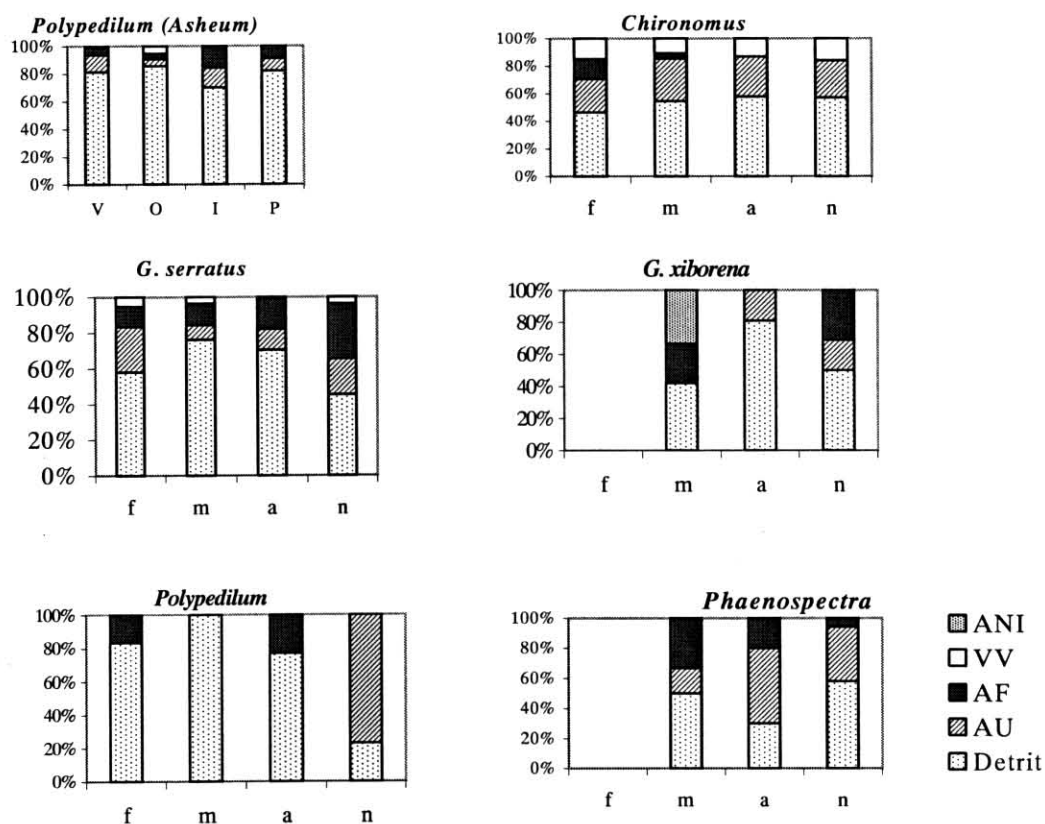


Fig. 6. Variação da dieta dos gêneros mais frequentes de Chironomidae da lagoa Fechada, no período amostrado. ANI = animal, VV = vegetal vascular, AF = algas filamentosas, AU = algas unicelulares, f = fevereiro, m = maio, a = agosto, n = novembro..

De maneira geral, não foi registrada variação na dieta de Coleoptera nos diferentes períodos do ano (Fig. 7), com exceção de *Tropisternus*, que ingeriu exclusivamente detritos no outono e vegetais vasculares no inverno. A dieta de *Celina* foi composta de algas unicelulares (66,67 %) e animais (16 %) no verão, enquanto que no outono foi registrado maior consumo de animais (83,34 %).

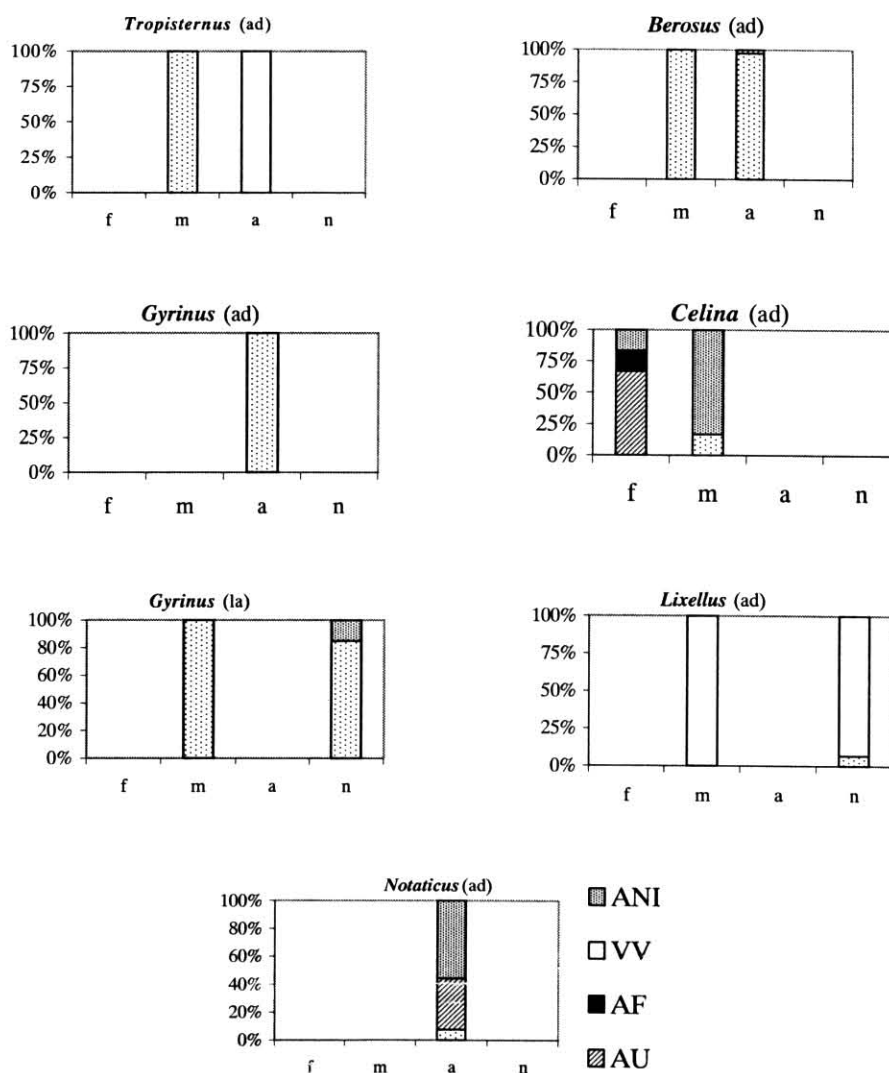


Fig. 7. Variação sazonal da dieta de Coleoptera da lagoa Fechada, no período amostrado. ANI = animal, VS = vegetal vascular, AF = algas filamentosas, AU = algas unicelulares, f = fevereiro, m = maio, a = agosto, n = novembro..

O dendrograma (Fig. 8) mostra a formação de quatro grupos através da análise de agrupamento (Manhattan): 1 – formado por insetos herbívoros fragmentadores (principal item vegetal superior); 2 – insetos carnívoros, especialmente Odonata; 3 – composto por Chironomidae, Trichoptera e Coleoptera (larvas e adultos). Nesse grupo, observou-se a formação de dois subgrupos: a) composto por perifitívoros (basicamente Chironomidae), cujos itens alimentares predominantes foram algas unicelulares e filamentosas, mas com alta porcentagem de detritos; e b) detritívoros, com predomínio de detritos; 4 – onívoros, insetos com hábitos alimentares diversificados.

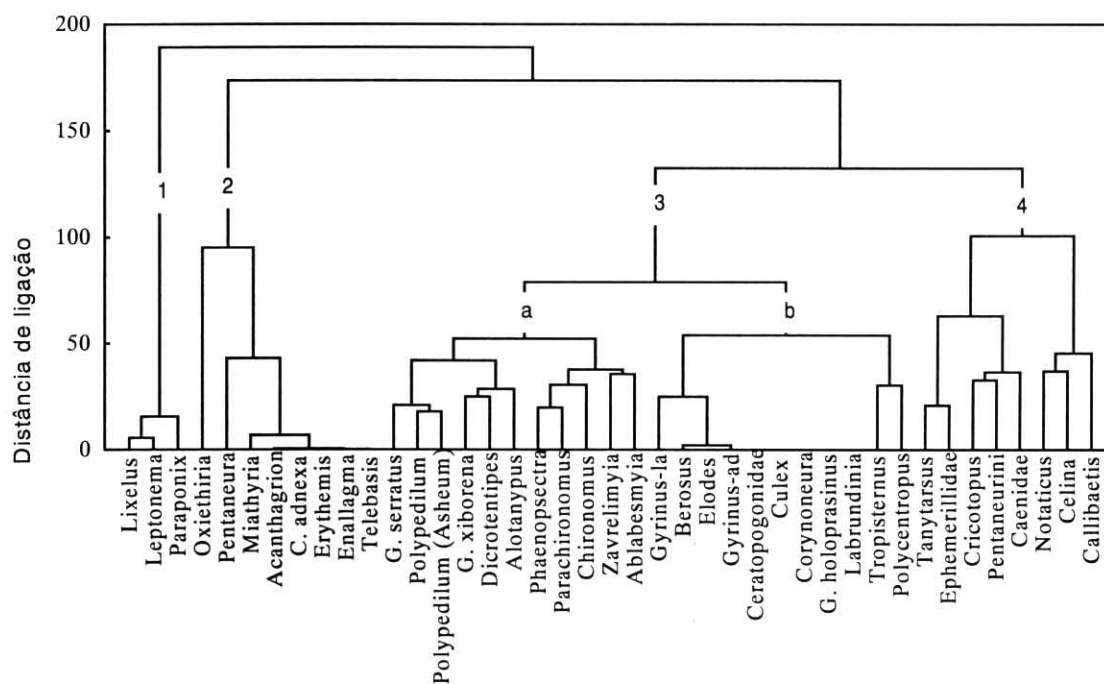


Fig. 8. Dendrograma da análise de agrupamento Manhattan.

Os resultados expressos na Figura 9 mostram que os perifívoros foram abundantes em todas as épocas do ano, sendo as maiores porcentagens registradas nas estações do inverno e da primavera, especialmente para os perifívoros. Os onívoros ocuparam o segundo lugar em abundância, com maior porcentagem registrada no verão. Os carnívoros foram mais abundantes no outono, e os herbívoros registraram baixa abundância durante todo o período de estudo.

A entomofauna fitófila da lagoa Fechada foi classificada em filtradores, coletores, raspadores, fragmentadores e predadores (Tabela 2 e Figura 10). Os coletores foram os mais abundantes, seguidos pelos predadores e fragmentadores. O maior número de táxons também foi registrado para os coletores (24) e predadores (10).

Verificou-se um menor número de táxons e maior abundância de coletores no inverno. Houve pouca variação na composição dos táxons de predadores, entretanto, verificou-se maior densidade deste grupo funcional durante o outono, e menor no inverno. Baixas densidades e pequeno número de táxons foram registrados para

raspadores (verão e primavera) e filtradores (outono e primavera). Os fragmentadores foram constantes tanto em número de táxons quanto em abundância, porém, com baixa densidade em relação aos demais grupos.

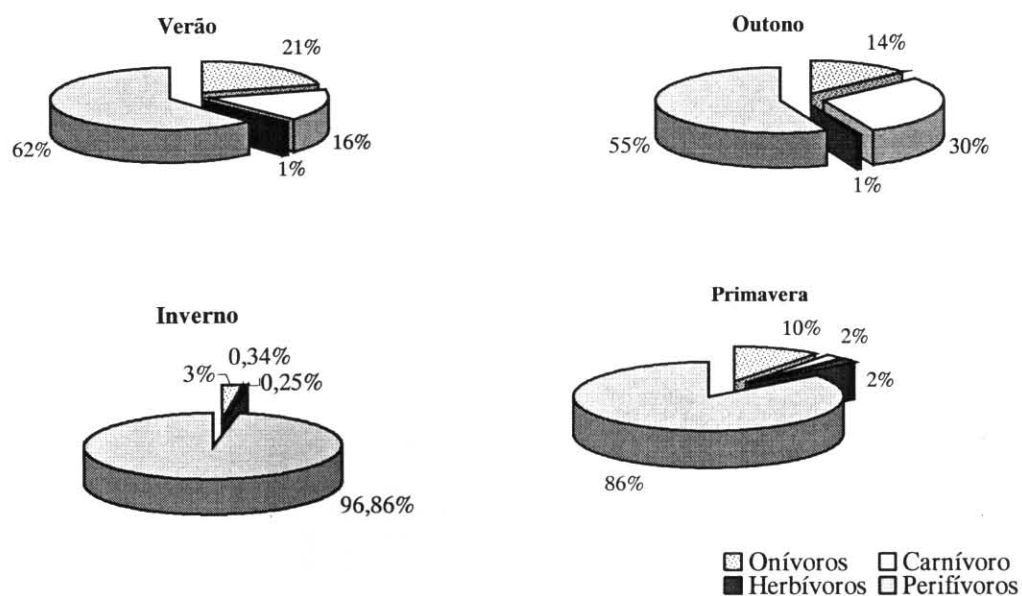


Fig. 9. Variação sazonal da densidade das categorias tróficas de insetos aquáticos da lagoa Fechada.

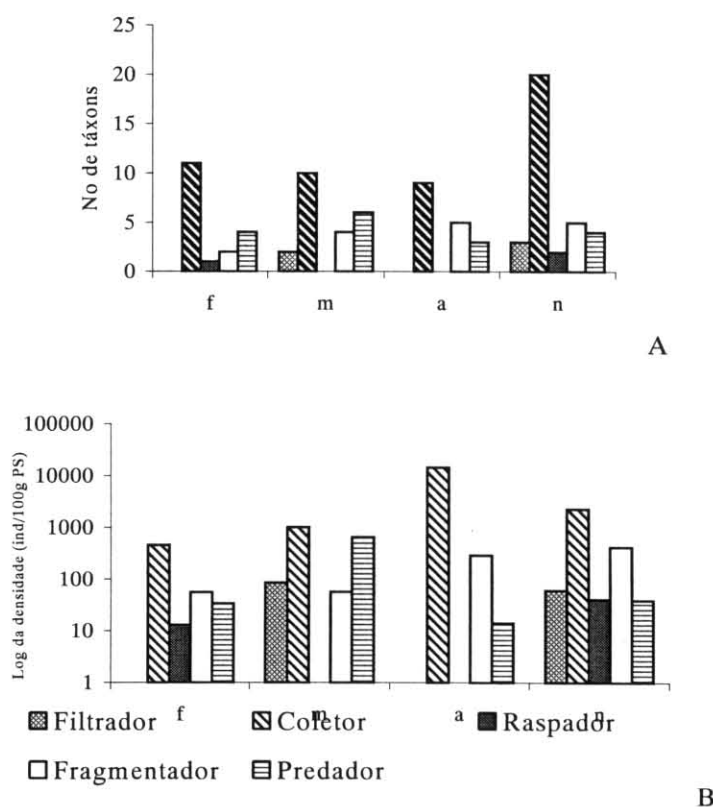


Fig. 10: Variação dos grupos funcionais de insetos aquáticos da lagoa Fechada no período amostrado. A) número de táxons; B) densidade (ind/100g PS). f = fevereiro, m = maio, a = agosto, n = novembro.

DISCUSSÃO

A maioria dos insetos fitófilos da lagoa Fechada pode ser considerada generalista, com exceção dos herbívoros *Hydropsychidae* (Trichoptera, Macronematidae), *Paraponix* (Lepidoptera, Pyralidae) e *Lixellux* (Coleoptera, Curculionidae), que tiveram a dieta constituída por tecido vegetal vascular; e os carnívoros *Oxyethiria* (Trichoptera, Hydroptilidae), *Pentaneura* (Diptera, Chironomidae) e náíades de Odonata, cuja dieta foi constituída principalmente por larvas de insetos, microcrustáceos e oligoquetas. A família Chironomidae apresentou o maior espectro alimentar, corroborando os resultados obtidos por Poi de Neiff (1990), Nessimian & Sanseverino (1998), Nessimian *et al.* (1999) e Callisto *et al.* (2001). Chironomidae é considerado um grupo r-estrategista, podendo a maioria das espécies alimentar-se de algas, detritos e animais (Berg, 1997).

É relevante destacar que a característica generalista constitui importante fator de adaptação, que pode garantir a colonização dos insetos a uma variedade de habitats. De

acordo com Cummins & Klug (1979), a monofagia em insetos aquáticos parece ser uma condição primitiva, tendo os polifágicos conseguido mais sucesso quanto à colonização dos mais diversos tipos de habitats. Este fato foi constatado neste estudo, pois as espécies, em sua maioria, são generalistas.

A variação sazonal na composição da dieta dos insetos aquáticos foi constatada para os táxons de Chironomidae (*Phaenopsectra*, *Polypedilum* spp, *G. serratus* e *G. xiborena*), de Trichoptera (*Oxyethiria*) e de Coleoptera (*Tropisternus* e *Celina*). Especialmente para os Chironomidae, tal comportamento está relacionado à dieta generalista e também a disponibilidade alimentar, pois durante este período houve maior biomassa de algas perifíticas (ver capítulo 1). A maioria dos insetos aquáticos apresenta o hábito onívoro e com característica oportunista, ingerindo grande variedade de itens alimentares de diferentes categorias (Cummins & Klug, 1979). Ainda, nesse contexto, Nessimian & Sanseverino (1998) destacaram que os táxons apresentam alto grau de flexibilidade alimentar.

A onívoros com tendência a carnívoria, observada para larvas de *Oxyethiria*, também foi verificada por Motta (1996), que constatou uma dieta variada para este gênero com predomínio de algas e detritos. Wiggins (2000) destaca que podem esses insetos ingerir pequenos invertebrados, portanto, em concordância como registrado na presente pesquisa.

A dieta alimentar de *Tropisternus* caracterizou o grupo como fragmentador, no entanto, Merritt *et al.* (1996) mencionam que, geralmente, os Hydrophilidae adultos são herbívoros coletores. O Dytiscidae, *Celina*, foi considerado como onívoro com tendência à carnívoria, concordando com Merritt & Cummins (1996) e Motta (1996).

A maior densidade de carnívoros no verão e outono, representados, principalmente, por náíades de Odonata, pode estar relacionada ao ciclo de vida deste grupo, pois neste período foi verificada, maior abundância de larvas muito jovem (primeiros ínstars). Geralmente o período de emergência de Odonata ocorre na primavera e verão (Capitulo, 1992; Smith & Pritchard, 1956), assim podem ser encontradas muitas larvas recém-eclodidas no final das estações do verão e do outono. Comumente, os insetos depositam grande quantidade de ovos para garantir o sucesso da prole (Ward, 1992). De acordo com Merritt & Cummins (1996), a taxa de mortalidade em insetos é alta, pois dos ovos colocados no ambiente apenas uma pequena porcentagem chega ao estágio adulto, devido a patógenos, predação, competição, entre

outros fatores ambientais. Este fato, portanto, pode ter contribuído para a redução da densidade da fauna de Odonata nos períodos subseqüentes.

Poucos grupos de insetos ingeriram plantas vasculares vivas, restringindo-se apenas às larvas de *Paraponix*, Hydropsychidae e *Lixellux*. O consumo de macrófitas vivas por herbívoros fragmentadores (Merrit & Cummins, 1996) é geralmente considerado raro (Hutchinson, 1975; Gregory, 1983). Segundo Newman (1991), as plantas vasculares são pouco utilizadas por insetos herbívoros quando vivas. Este mesmo autor destaca que muitos a utilizam pós-senescência ou morte, devido a melhor palatabilidade e digestibilidade da mesma. Okeyo (1985) pesquisou o valor nutritivo de várias espécies de plantas aquáticas e constatou que aproximadamente 23 % da sua composição é de carboidratos e apenas 10 % de proteínas.

A parede celular rígida, estruturas lignificadas e o baixo conteúdo de nitrogênio diminuem a capacidade de ingestão e digestão de plantas aquáticas (Gregory, 1983). Entretanto, os detritívoros digerem rapidamente vegetal morto em ecossistemas aquáticos. Segundo Pomeroy (1980 *apud* Bowen, 1984), a energia movida através da cadeia de detrito é um tanto mais conspícua do que a cadeia de “pastadores” (herbivoria).

As macrófitas aquáticas coletadas estavam em adiantado estado de senescência, especialmente nos meses mais quentes. Este fato, contribuiu para a colonização de espécies detritívoras, como as larvas de Chironomidae (*G. holoprasinus*, *Labrudinia*, *Corynoneura*), Ceratopogonidae, *Culex*, *Polycentropus*, *Berosus*, *Elodes*, *Gyrinus* e *Tropisternus*. O maior consumo de detritos constatado para esta pesquisa concorda com o verificado por Trivinho-Strixino (1997). Oliveira & Froehlich (1997), também verificaram maiores freqüências e maior número de gêneros de Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera que se alimentavam de matéria orgânica. Segundo Poi de Neiff (1990), o estado de senescência das plantas aquáticas constitui um dos principais reguladores da guilda dominante em ambientes lênticos.

A alta abundância e freqüência de perifívoros e detritívoros estão relacionadas a disponibilidade alimentar e a alta plasticidade em relação aos itens alimentares. Segundo Cummins (1973), nas espécies herbívoras e detritívoras a alimentação pode variar bastante, em especial na composição relativa da dieta nas diferentes épocas do ano ou de acordo com a idade.

A maior biomassa de algas perifíticas e a diminuição de predadores (Odonata) no inverno e primavera (ver capítulo1), favoreceu o desenvolvimento de perifívoros,

constatado pela alta densidade de alguns taxa de Chironomidae (*G. serratus*, *G. xiborena*, *Chironomus*, *Parachironomus*, *Phaenopsectra*, *Polypedilum*, *Dicrotendipes*, *Alotanypus*, *Zavreliomyia* e *Ablabesmyia*), cuja dieta foi composta principalmente de algas (diatomáceas), fato esse que confirma a característica generalista e oportunista das larvas de Chironomidae.

A classificação dos grupos funcionais para uma determinada espécie muitas vezes torna-se difícil, especialmente porque muitas espécies apresentam mudanças ontogenéticas (Cummins, 1973; Nessimian, 1996; Cummins & Merritt, 2001), sendo relevante o conhecimento do ciclo de vida das espécies analisadas. Além, das mudanças com a idade (Cummins, 1973), muitas vezes uma mesma espécie pode pertencer a mais de um grupo funcional, de acordo com a disponibilidade de alimento (Callisto & Barbosa, 2001).

A guilda dominante para a entomofauna fitófila da lagoa Fechada foi constituída pelos coletores, em concordância com resultados encontrados para outros ambientes (Nessimian, 1996; Rodrigues, 1997; Marques *et al.*, 1999). Os coletores foram de hábito generalista, consumindo algas, matéria orgânica animal e vegetal em decomposição, e detrito inorgânico (rico em microorganismos). A oferta de perifíton constitui um dos fatores cruciais para a colonização por coletores (Nessimian, 1996), que está diretamente relacionada à disponibilidade de substrato e de condições ambientais favoráveis a produção primária. Portanto, o inverno e primavera foram marcados pela alta produção perifítica, em função da menor profundidade, transparência da água e disponibilidade de nutrientes, favorecendo assim, os coletores – perifítivos.

A baixa riqueza de fragmentadores está relacionada a menor plasticidade, ou seja a menor capacidade de exploração de recursos alimentares, restringido-se a grupos especialistas. Trivinho-Strixino (1997) destacam a importância do coletores (hebívoros-detrítivos) na fauna fitófila e a baixa contribuição dos fragmentadores, em termos de abundância e riqueza.

O grupo funcional predador apresentou abundância reduzida quando comparado às demais categorias, mesmo porque são indivíduos de maior porte. Segundo Callisto & Barbosa (2001), predadores são caracterizados por alta riqueza e densidade reduzida. Entretanto, isso não diminui sua importância dentro das teias alimentares, pois, segundo

Peckarsky (1984), são verdadeiros reguladores de densidade de presas dentro do ambiente.

Através dessa pesquisa, pode-se inferir algumas considerações sobre a estrutura trófica da entomofauna aquática associada à *E. azurea* da Lagoa Fechada: 1) a maior abundância de coletores (perifitívoros-detritívoros) pode estar relacionada a arquitetura da planta, pois essa possui ampla rizosfera que possibilita o acúmulo de detritos e, ainda, constitui maior área superficial para o desenvolvimento de algas perifíticas e metafíticas; 2) o hábito generalista é fator determinante para o sucesso desses insetos no ambiente, constatado pela alta abundância de coletores (especialmente os Chironomidae); 3) a variação na composição da dieta é condicionada, principalmente, pela disponibilidade de recursos alimentares; 4) a presença e dominância de coletores indicam o predomínio de uma cadeia detritívora relacionada a *E. azurea*, podendo constituir um indício de enriquecimento trófico da lagoa Fechada.

Torna-se importante destacar que a falta de metodologia adequada para análise da dieta de insetos aquáticos e a dificuldade na identificação taxonômica das espécies e dos itens alimentares constituem-se em obstáculos difíceis de serem transpostos para a realização desses estudos. Sendo as técnicas, em sua maioria, derivadas de outros grupos de animais, por exemplo de peixes, nem sempre se ajustam para a comunidade de insetos aquáticos. A categorização funcional também constitui uma barreira, pois na classificação proposta por Cummins (1973) muitas espécies não são enquadradas. Callisto & Esteves (1998) ressaltam a necessidade de uma classificação de categorias funcionais para a região tropical. Entretanto, para tal, fazem-se necessários mais estudos sobre a biologia e ecologia das espécies de insetos aquáticos tropicais.

REFERÊNCIAS

- BERG, M. B., 1997, Larval food and feeding behaviour, pp. 137-168. *In*: P. D. Armitage; P. S. Cranston & L. C. V. Pinder (eds.). *The Chironomidae: Biology and Ecology of Non-Biting Midges*, Chapman & Hall, London.
- BOWEN, S. H., 1984, Evidence of a detritus food chain based on consumption of organic precipitates. *Bulletin of Marine Science*, **35**(3):440-448.
- CALLISTO, M., SERPA-FILHO, A., OLIVEIRA, S. J. & ESTEVES, F. A., 1996, Chironomids on leaves of *Typha domingensis* in a lagoon of Rio de Janeiro state (Brazil). *Stud. Neotrop. Fauna & Environm.*, **31**:51-53.
- CALLISTO, M. & ESTEVES, F. A., 1998, Categorização funcional dos macroinvertebrados bentônicos em quatro ecossistemas lóticos sob influência das atividades de uma mineração de bauxita na Amazônia Central (Brasil), pp. 101-112. *In*: J. L. Nessimian, A. L. Carvalho (eds.), *Ecologia de Insetos Aquáticos*. Serie: Oecologia Brasiliensis, v. 5.
- CALLISTO, M., MORENO, P. & BARBOSA, F. A., 2001, Habitat diversity and benthic functional trophic groups at serra do Cipó, Southeast Brazil. *Rev. Brasil. Biol.*, **61**(2):259-266.
- CAPITULO, A. R., 1992, Los Odonata de la Republica Argentina (Insecta). *Fauna de água Dulce de la Republica Argentina*, **34**: 1-91.
- CUMMINS, K. W., 1973, Trophic relations of aquatic insects. *Annual Rev. of Entomol.*, **18**:183-206.
- CUMMINS, K. W. & KLUG, M. J., 1979, Feeding ecology of stream invertebrates. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, **10**:147-172.
- CUMMINS, K. W. & MERRITT, R. W., 2001, Application of invertebrate funcional groups to wetland ecosystem function and biomonitoring, pp. 85-111. *In*: R. B. Rader, D. P., Batzer & S. A. Wissinger (eds). *Bioassessmente and Management of North American Freshwater Wetlands*, John Wiley & Sons, Inc., New York, D. C.
- CYR, H. & DOWNING, J. A., 1988, Empirical relationships of Phytomacrofaunal abundance to plant biomass and macrophyte bed characteristics. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **45**:976-984.
- DA SILVA, E. R. A., 1997, Alimentação de ninfas de *Callibaetis guttatus* Navás, 1915 (Ephemeroptera, Baetidae) em um brejo temporário do litoral do Estado do Rio de Janeiro. *Rev. bras. Ent.*, **41**(1):53-55.
- ESTEVES, K. E. & GALETTI Jr., P. M., 1995, Food partitioning among some characids of a small Brazilian floodplain lake from the Paraná River Basin. *Environ. Biol. of Fishes*, **42**:375-389.
- FUEM/PELD, 2001, *A planície alagável do alto Rio Paraná: Estrutura e Processos ambientais*. Disponível: www.nupelia.uem.br/peld/relat2000 (acessado em 07 de outubro de 2002).

- GLOYD, L. K. & WRIGHT, M., 1959, Odonata. pp. 917-940. *In*: W. T. EDMONSON. *Freshwater biology*. 2^a ed. John Wiley & Sons. New York, D.C.
- GREGORY, S., 1983, Plant-herbivore interactions in stream systems, pp. 157-189. *In*: J. R. BARNES & G. W. MINSHALL (eds.). *Stream Ecology: Application and testing of general ecological theory*. Plenum Press, New York, D. C.
- HUTCHINSON, G. E., 1975, *Treatise on limnology*. Wiley-Interscience, New York, vol. 3: Limnology botanic.
- KONDO, S. & HAMASHIMA, S., 1992, Habitat preferences of four chironomid species associated with aquatic macrophytes in an irrigation reservoir. *Netherlands Journal of Aquatic Ecology*, 26(2-4):371-377.
- KURASHOV, E., TELESH, I. V., PANOV, V. E., USENKO, N. V. & RYCHKOVA, M. A., 1996, Invertebrate communities associated with macrophytes in Lake Ladoga: effects of environmental factors. *Hydrobiologia*, 322:49-55.
- LIMA, N., TAKEDA, A. M. & HAYASHIUCHI, M., 1998, Fauna fitófila de *Pistia stratiotes* (Araceae) da planície de inundação do alto rio Paraná (MS). *Anais do VIII Seminário Regional de Ecologia*, 8:1259-1269.
- LOPRETTO, E. C. & TELL, G., 1995, Ecosistemas de aguas continentales. *Metodologia para su estudio*. La Plata, Republica Argentina. SUR: v. 2, 895p.
- LOUNIBOS, L. P., ESCHER, R. L., DEWALD, L. B., NISHIMURA, N. & LARSON, V. L., 1990, Odonata associated with water Lettuce (*Pistia stratiotes* L.) in south Florida. *Odonatologica*, 19(4): 359-366.
- MARQUES, M. G. S. M., FERREIRA, R. L. & BARBOSA, F. A. R., 1999, A comunidade de macroinvertebrados aquáticos e características limnológicas lagoas Carioca e da Barra, Parque Estadual do Rio Doce, MG. *Rev. Brasil. Biol.*, 59(2):203-210.
- MELO, S. M., TAKEDA, A. M. & MONKOLSKI, A., 2002, Seasonal dynamics of *Callibaetis willineri* (Ephemeroptera, Baetidae) associated with *Eichhornia azurea* (Pontedericeae) in Guaraná Lake of the Upper Paraná River, Brazil. *Hydrobiologia*, 470:57-62.
- MERRITT, R. W., CUMMINS, K. W. & BURTON, T. M., 1984, The role of aquatic insects in the processing and cycling of nutrients. pp. 134-163. *In*: V. H. RESH & D. M. ROSENBERG (eds.). *The Ecology of aquatic insects*. Praeger. New York, D. C.
- MERRITT, R. W. & CUMMINS, K. W., 1996, *An introduction to the aquatic insects of North America*. 3^a ed. Kendall/Hunt Publishing Company. Dubuque/Iowa, 862p.
- MERRITT, R. W., WALLACE, J. R. HIGGINS, M. J., ALEXANDER, M. K., BERG, M. B., MORGAN, W. T., CUMMINS, K. W. & VANDERNEEDEN, C., 1996, Procedures for the functional analysis of invertebrate communities of the Kissimmee River-floodplain ecosystem. *Florida Scientist*, 59(4):216-274.
- MERRITT, R. W., CUMMINS, K. W., BERG, M. B., NOVAK, J. A., HIGGINS, M. J., WESSELL, K. J. & LESSARD, J. L., 2002, Development and application of a macroinvertebrate functional-group approach in the bioassessment of remnant river oxbows in southwest Florida. *J. N. Am. Benthol. Soc.*, 21(2):290-310.
- MIHUC, T. B., 1997, The functional trophic role of lotic primary consumers: generalist versus specialist strategies. *Freshwater Biology*, 37:455-462.
- MOTTA, R. L., 1996, Trama alimentar das comunidades animais em um curso de Água Corrente (Ribeirão do Atalho, Itatinga – SP). Dissertação do Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Zoologia. Botucatu, 154p.
- NEIFF, J. J. & POI DE NEIFF, A., 1978, Estudios sucesionales en los camalotales chaquenos y su fauna asociada. I. Etapa seral *Pistia stratiotes* – *Eichhornia crassipes*. *Physis*, 38(95):29-39.

- NESSIMIAN, J. L., 1997, Categorização funcional trófica de macroinvertebrados em um brejo no litoral do Estado do Rio de Janeiro. *Rev. Brasil. Biol.*, 57(1):135-145.
- NESSIMIAN, J. L. & DE LIMA, I. H. A. G., 1997, Colonização de três espécies de macrófitas por macroinvertebrados aquáticos em um brejo do litoral do Estado do Rio de Janeiro. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 9:149-163.
- NESSIMIAN, J. L. & SANSEVERINO, A. M., 1998, Trophic functional characterization of chironomidae larvae (Diptera: Chironomidae) in a first order stream at the mountain region of Rio de Janeiro State, Brazil. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 26:2115-2119.
- NESSIMIAN, J. L., SANSEVERINO, A. M. & OLIVEIRA, A. L. H., 1999, Relações tróficas de larvas de Chironomidae (Diptera) e sua importância na rede alimentar em um brejo no litoral do Estado do Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Entomologia*, 43(1/2):47-53.
- NEWMAN, R. M., 1991, Herbivory and detritivory on freshwater macrophytes by invertebrates: a review. *J. N. Am. Benthol. Soc.*, 10(2):89-114.
- OKEYO, D. O., 1985, Herbivory in freshwater fishes: A review. *The Israel Journal of Aquaculture*, 41(3):9-97.
- OLIVEIRA, L. G. & FROEHLICH, C. G., 1997, Diversity and community structure of aquatic insects (Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera) in a mountain stream in southeastern Brazil. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 9:139-148.
- OLIVEIRA, L. G., BISPO, P. C., CRISCI, V. L. & SOUSA, K. G., 1999, Distribuições de categorias funcionais alimentares de larvas de Trichoptera (Insecta) em uma região serrana do Brasil Central. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 11(2):173-183.
- PECKARSKY, P., 1984, Predator-prey interactions among aquatic insects. pp. 196-254. *In*: V. H. RESH & D. M. ROSENBERG (eds.). *The ecology of aquatic insects*. Praeger. New York.
- PÉREZ, G. R., 1988, Guia para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia. Fondo Fen Colombia, Colciencias, Universidad de Antioquia. Editorial Presencia Ltda. Bogotá, 217p.
- POI DE NEIFF, A. S. & ZOZAYA, I. Y. B., 1991, Colonización por invertebrados de macrófitas emergentes durante sul descomposición en el rio Paraná. *Rev. Hydrobiol. Trop.*, 24:209-216.
- POI DE NEIFF, A., 1990, Categorización funcional de los invertebrados en rios de Llanura del Chaco Oriental (Argentina). *Rev. Brasil. Biol.*, 50(4):875-882.
- RODRIGUES, M. H. S., 1997, *Estado da fauna de Chironomidae (Diptera) do sedimento na represa do Beija-Flor, na estação Ecológica de Jataí, Luiz Antônio, SP*. Universidade Federal de São Carlos, Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, São Carlos, 229p.
- SOUZA-FRANCO, G. M. & TAKEDA, A. M., 2000, Invertebrates associated with *Paspalum repens* (Poaceae) at the mouth of Caracu stream (1991-1992), affluent of the Paraná River, Porto Rico-PR – Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 43(3):317-325.
- SOUZA-FRANCO, G. M. & TAKEDA, A. M., 2002, Larvae of Odonata associated with *Eichhornia azurea*, in three channels in the flood plain of the upper Paraná river, Brazil. *Acta Ambiental Catarinense*, 1(1):87-98.
- SOUZA-FRANCO, G. M., TAKEDA, A. M., 2002, Spatio-temporal variation of Odonata larvae associated with macrophytes in two flood plain lakes from the upper Paraná River, Brazil. *Acta Scientiarum*, 24(2):345-351.
- STATSOFT INC., 1996, Tulsa: Statistica 3v.
- STRIPARI, N. D. L. & HENRY, R., 2002, The invertebrate colonization during decomposição of *Eichhornia azurea* Kunth in a lateral lake in the mouth zone of Paranapanema river into Jurumirim reservoir (São Paulo, Brazil). *Braz. J. Biol.*, 62(4):293-310.

- TAKEDA, A. M., SOUZA-FRANCO, G. M., MELO, S. M. & MONKOLSKI, A., 2002, Invertebrados associados às macrófitas aquáticas da planície de inundação do alto rio Paraná (Brasil). *In*: S. M. THOMAS. *Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas*. Maringá: EDUEM.
- TRIVINHO-STRIXINO, S. & STRIXINO, G., 1995, *Larvas de Chironomidae (Diptera) do Estado de São Paulo. Guia de Identificação e Diagnose dos Gêneros*. Universidade Federal de São Carlos/Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, São Carlos, 229p.
- TRIVINHO-STRIXINO, S., CORREIA, L. C. & SONODA, K., 2000, Phytophilous Chironomidae (Diptera) and other macroinvertebrates in the ox-bow Infernão Lake (Jataí Ecological Station, Luiz Antônio, SP, Brazil). *Rev. Brasil. Biol.*, **60**(3):527-535.
- TRIVINHO-STRIXINO, S., GESSNER, F. A. & CORREIA, L., 1997, Macroinvertebrados associados a macrófitas aquáticas das lagoas marginais da estação Ecológica de Jataí (Luiz Antônio – SP). *Anais do VIII Seminário Regional de Ecologia*, **8**:53-60.
- WARD, J. V., 1992, *Aquatic Insect Ecology: Biology and Habitat*. John Wiley & Sons, Inc. New York, D.C. 438p.
- WIGGINS, G. B., 2000, *Larvae of the North American Caddisfly genera (Trichoptera)*. 2^a ed. University of Toronto Press. Toronto, 457p.