



ARTIGO

A variação nictemeral das variáveis físicas e químicas da água influencia a abundância dos macroinvertebrados aquáticos?

João Ânderson Fulan^{1*}, Rosemary C. S. Davanzo¹ e Raoul Henry¹

Submetido em: 09 de fevereiro de 2009

Recebido após revisão em: 01 de abril de 2009

Aceito em: 02 de abril de 2009

Disponível em: <http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/view/1159>

RESUMO: (A variação nictemeral das variáveis físicas e químicas da água influencia a abundância dos macroinvertebrados aquáticos?). O objetivo deste trabalho foi investigar uma possível variação na abundância de macroinvertebrados em função da variação de parâmetros físicos e químicos da água em um período de 24 horas em duas estações distintas: seca e chuvosa em uma lagoa com baixa conectividade com o Rio Paranapanema, estado de SP, Brasil. O oxigênio dissolvido (OD), pH, condutividade elétrica, temperatura de superfície da água (TSA) e profundidade foram medidos em intervalos de 6 horas e os organismos coletados em bancos de *Salvinia auriculata*, em julho de 2006 e abril de 2007. A Análise de Correspondência Canônica (ACC) realizada entre as variáveis ambientais, abundância dos macroinvertebrados e período de amostragem revelou que Ceratopogonidae, Chironomidae, Coleoptera, Culicidae, Odonata e Oligochaeta foram os grupos com maior abundância na estação seca, enquanto que Ephemeroptera, Gastropoda, Hemiptera, Hydracarina, Nematoda, Ostracoda e pupa de Diptera foram mais abundantes no período chuvoso. A ACC mostrou na estação seca uma correlação positiva entre a abundância de Ceratopogonidae, Chironomidae, Coleoptera, Culicidae, Odonata e Orthoptera e oxigênio e negativa com a temperatura de superfície da água e profundidade. Concluímos que houve uma variação positiva na abundância de Chironomidae, Ceratopogonidae, Coleoptera, Culicidae, Odonata e Orthoptera e OD e negativa com a TSA e profundidade durante o período de 24 horas na estação seca.

Palavras-chave: invertebrados bentônicos, *Salvinia auriculata*, variáveis físicas e químicas da água, variação nictemeral.

ABSTRACT: (Can the physical and chemical characteristics of water affect the abundance of macroinvertebrates in an aquatic environment?). The aim of this work was to assess if variation in the abundance of macroinvertebrates is influenced by the physical and chemical characteristics of water during a nycthemeral cycle in the dry and wet seasons. This study took place in a lake with low connectivity to the Paranapanema River, São Paulo, Brazil. Dissolved oxygen, pH, conductivity, temperature of surface water, and depth were measured at 6 hour intervals, and the macroinvertebrates were sampled in stands of *Salvinia auriculata*, in July 2006 and April 2007. The Canonical Correlation Analysis (CCA) was used to analyze abiotic factors, abundance of the macroinvertebrates, and sampling period. Ceratopogonidae, Chironomidae, Coleoptera, Culicidae, Odonata, and Oligochaeta were the most abundant taxa in the dry season, while Ephemeroptera, Gastropoda, Hemiptera, Hydracarina, Nematoda, Ostracoda, and pupae of Diptera were the most abundant taxa in the wet season. The CCA showed that in the dry season there was a positive correlation between the abundance of Ceratopogonidae, Chironomidae, Coleoptera, Culicidae, Odonata, and Orthoptera and dissolved oxygen and a negative correlation with surface water temperature and depth. We concluded that there was a positive variation in the abundance of Chironomidae, Ceratopogonidae, Coleoptera, Culicidae, Odonata, and Orthoptera and oxygen dissolved and, a negative variation with surface water temperature and depth in the dry season during the nycthemeral cycle.

Key words: Benthic invertebrates, *Salvinia auriculata*, physical and chemical variables, nycthemeral variation.

INTRODUÇÃO

Alterações físicas e químicas da água podem ser observadas, em um período de 24 horas, em lagos tropicais devido à sua baixa sazonalidade (Esteves *et al* 1988). Uma destas alterações é a disponibilidade de oxigênio na água. No Lago Paranoá, DF, Brasil, foi registrado uma alta variação na concentração de oxigênio dissolvido durante 24 horas, sendo que as maiores concentrações foram registradas durante o dia e, a menor (zero), no período noturno (Alves *et al.* 1988). Um estudo de 24 horas realizado na Lagoa Iodada, RJ, também mostrou uma redução de 70% na disponibilidade de oxigênio no período noturno, em comparação ao período com maior incidência de luz (Esteves *et al* 1988). Além do oxigênio, a temperatura de superfície da água também sofreu uma alteração significativa em 24 horas, sendo que no período noturno houve um resfriamento (Esteves *et al* 1988). Tanto a concentração de oxigênio quanto a temperatura

de superfície da água possuem um efeito direto sobre a abundância dos macroinvertebrados.

A concentração de oxigênio dissolvido na água afeta o comportamento, o metabolismo e a sobrevivência de larvas de Odonata (Corbet 1999). Por outro lado, outros macroinvertebrados como Chironomidae e Oligochaeta são extremamente resistentes em locais com baixa oxigenação (Barbour *et al.* 1996, Boyle & Fraleigh 2003).

A temperatura também possui um efeito significativo sobre os macroinvertebrados. As abundâncias de Oligochaeta, Odonata e Chironomidae foram negativamente correlacionadas com o aumento da temperatura da água em estudos realizados por Iliopoulou-Georgudaki *et al.* (2003), Davanzo & Henry (2006) e Fulan & Henry (2006).

Baixas precipitações também podem favorecer o aumento da abundância de insetos aquáticos (Minter & Kenneth 1996). Alguns estudos demonstraram que

1. Departamento de Zoologia, Instituto de Biociências, UNESP. Caixa postal 510, CEP 18618-000, Botucatu, SP, Brasil.

* Autor para contato. E-mail: joaofulan@ig.com.br

a precipitação pode causar um efeito indireto sobre os macroinvertebrados. Bogut *et al.* (2007) mostrou que a flutuação no regime hidrológico reduziu o crescimento de macrófitas e alterou toda a composição de espécies e a abundância dos macroinvertebrados.

Assim, procurou-se com este estudo, verificar se há uma possível variação na abundância e composição de macroinvertebrados associados a uma macrófita aquática (*Salvinia auriculata*), durante um perfil diário de 24 horas, em duas estações do ano (seca e chuvosa).

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo

A Lagoa dos Cavalos localiza-se na zona de desembocadura do Rio Paranapanema, estado de São Paulo (Fig. 1) e não apresenta conexão superficial com o Rio Paranapanema, exceto em períodos de pulsos de inundação extraordinários, como os que ocorreram nos anos de 1997 e 2004 (Panarelli *et al.* 2008). Apesar da efêmera conectividade como o Rio Paranapanema, um fluxo subterrâneo é observado no sentido lateral (rio-lagoa e lagoa-rio), na dependência da variabilidade anual dos níveis hidrométricos do curso de água e do ambiente lêntico (Carmo 2007). O Rio Paranapanema geralmente apresenta uma maior velocidade de correnteza em outubro e janeiro e

pode apresentar uma amplitude de variação de 2,4 a 3,0 m no seu ciclo hidrológico (Casanova & Henry 2004, Henry 2005).

Parâmetros físicos e químicos da água

Em cada estação de amostragem, foi medida a temperatura (°C) de superfície da água, com o auxílio de um termistor (Toho Dentan ET-3). Foram também coletadas amostras de água da superfície, com galões plásticos numerados para determinação do pH e da condutividade. O pH da superfície foi medido com um pHmetro Micronal B-380, portátil, com eletrodo combinado. A condutividade ($\mu\text{S}/\text{cm}$) foi determinada utilizando-se um condutivímetro (HACH, modelo 2511) e posteriormente corrigida a uma temperatura de 25°C (Golterman *et al.* 1978). Frascos de vidro de cor âmbar, com volume definido, foram utilizados para amostras de oxigênio. A determinação da concentração de oxigênio foi feita em laboratório, utilizando o método de Winkler, descrito por Golterman *et al.* (1978).

Amostragem dos macroinvertebrados

Três bancos de *Salvinia auriculata* Aublet foram amostrados durante 24 horas (0:00h, 6:00h, 12:00h e 18:00h), em julho de 2006 (estação seca) e abril de 2007 (estação chuvosa), na Lagoa dos Cavalos. Foi utilizado um puçá de formato circular (área de 0,07 m²) e rede de 0,25 mm de malha, para a coleta dos macroinvertebrados. Em laboratório, a fauna foi removida com movimentos circulares da macrófita em baldes contendo formol 8%, 4% e água, consecutivamente. O conteúdo dos baldes foi filtrado em peneira de 0,25 mm de malha e a fauna retida conservada em álcool 70%, até posterior triagem, separação e contagem em esteriomicroscópio Zeiss Stemi SV6. Os macroinvertebrados foram contados e identificados com bibliografia específica (Brinkhurst & Marchese 1991, Lopretto & Tell 1995, Costa *et al.* 2004, Costa *et al.* 2006). Os exemplares de macroinvertebrados estão mantidos no Departamento de Zoologia do Instituto de Biociências, UNESP, Campus de Botucatu, estado de São Paulo.

Análise estatística

Um teste *t* (Statistica 6.0) foi realizado para se verificar a significância dos valores obtidos com as variáveis físicas e químicas e as estações seca e chuvosa.

A análise de correspondência canônica (ACC) foi realizada usando o programa Canoco (Ter Braak & Smilauer 2002) com os dados abióticos, biológicos e períodos de amostragem (estações seca e chuvosa). Para testar o nível de significância dos dois primeiros eixos canônicos, utilizou-se o teste de Monte Carlo (499 permutações; $p < 0,05$), o qual determina a probabilidade dos dados terem sido distribuídos ao acaso.

RESULTADOS

As maiores médias de oxigênio dissolvido, condutivi-

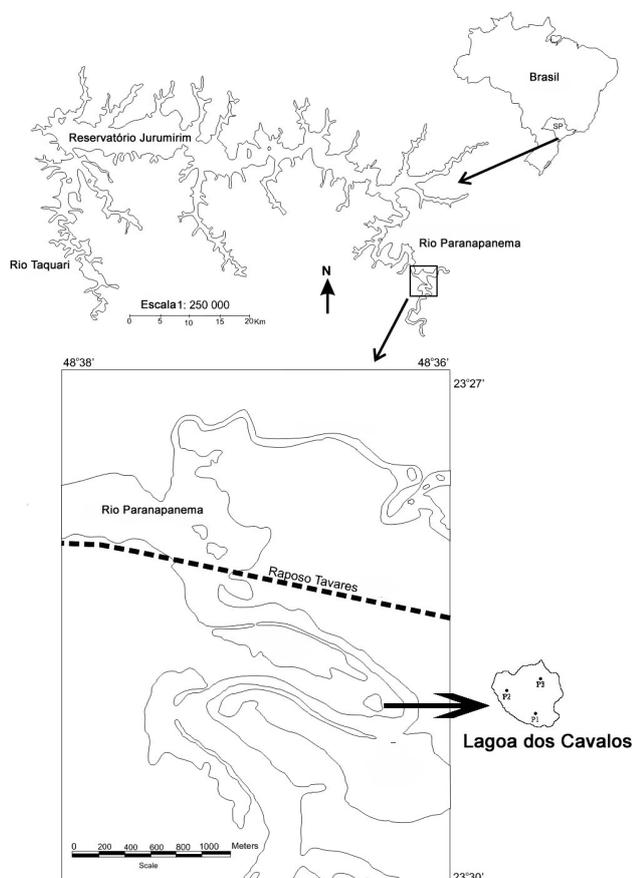


Figura 1. Lagoa dos Cavalos (negrito) na zona de desembocadura do Rio Paranapanema, Represa de Jurumirim (São Paulo, Brasil) e locais de amostragem (P1, P2 e P3) dos macroinvertebrados.

Tabela 1. Média dos fatores abióticos medidos na superfície da água junto ao banco de macrófitas nas estações seca e chuvosa na Lagoa dos Cavalos. Abreviaturas: OD, oxigênio dissolvido; Cond, condutividade; T, temperatura; Prof, profundidade.

	Período	OD (mg. L ⁻¹)	pH	Cond (μS.cm ⁻¹)	T (°C)	Prof (m)
Seca	0:00h	3,2	6,4	47,6	16,7	1,6
	6:00h	1,7	6,4	54,8	16,0	1,6
	12:00h	3,7	6,4	68,4	21,2	1,3
	18:00h	3,6	6,5	46,7	19,1	1,2
Chuvosa	0:00h	0,0	5,5	104,1	23,0	1,8
	6:00h	0,0	5,7	109,8	22,1	1,6
	12:00h	0,0	6,0	102,0	23,3	1,7
	18:00h	0,2	6,0	102,5	23,1	1,8

dade e temperatura foram registradas às 12:00 horas, na estação seca. Na estação chuvosa, foram detectados um período anóxico (exceto às 18:00 h) e as maiores médias de temperatura (Tab. 1).

Foram amostrados 4632 macroinvertebrados, na estação seca, e 4339, na chuvosa, distribuídos em 16 e 15 taxa, respectivamente. Às 12:00 h, Ceratopogonidae, Chironomidae, Coleoptera, Culicidae, Nematoda, Odonata, Pupa de Diptera e Trichoptera exibiram suas maiores médias de abundâncias na estação seca. Chironomidae, Culicidae, Ephemeroptera, Hemiptera, Nematoda e Trichoptera foram os grupos mais abundantes às 12:00h, na estação chuvosa. Indivíduos de Orthoptera não foram coletados neste período (Tab. 2).

A ACC realizada com 16 taxa de macroinvertebrados e cinco variáveis ambientais revelou, através do teste de Monte Carlo, que o primeiro eixos e todos os eixos canônicos juntos ($F = 8.875, P < 0.05$; $F = 5.670, P < 0,05$, respectivamente) foram significativos e representaram relações existentes entre as variáveis ambientais e biológicas (Fig. 2). Os eixos 1 e 2 explicaram juntos 88,1% da variância dos dados. O eixo 1 (Eixo 1 = 0.817) explicou 82% da variação, sendo correlacionado com oxigênio dissolvido (OD, $r = 0.96$), pH (pH, $r = 0.90$), condutividade (Cond, $r = -0.95$), temperatura de superfície da água (T, $r = -0.75$) e profundidade (Prof., $r = -0.77$).

Ceratopogonidae (Cer, $r = 0.95$), Chironomidae (Chi, $r = 0.91$), Coleoptera (Col, $r = 0.84$), Culicidae (Cul, $r = 0.68$), Odonata (Odo, $r = 0.85$), Orthoptera (Ort, $r = 0.97$) mostraram correlação positiva com o oxigênio e

com o pH e negativa com a condutividade, temperatura de superfície da água e profundidade. Ephemeroptera (Eph, $r = -0.75$), Gastropoda (Gas, $r = -0.99$), Nematoda (Nem, $r = -0.63$), Ostracoda (Ost, $r = -0.97$) mostraram correlação negativa com o oxigênio e com o pH e positiva com a condutividade, temperatura de superfície da água e profundidade.

A estação seca mostrou correlação positiva com o eixo 1: 0:00h (0:00h, $r = 0.98$), 6:00h (6:00h, $r = 0.53$), 12:00h (12:00h, $r = 0.91$) e 18:00h (18:00h, $r = 0.97$), enquanto a estação chuvosa exibiu também com o eixo 1 uma correlação negativa: 0:00h (0:00h, $r = -0.98$), 6:00h (6:00h, $r = -0.97$), 12:00h (12:00h, $r = -0.97$) e 18:00h (18:00h, $r = -0.92$).

O test-t ($p < 0,05$) mostrou que houve diferenças significativas entre o oxigênio dissolvido, pH, condutividade, temperatura de superfície da água e profundidade entre as estações seca e chuvosa.

DISCUSSÃO

A concentração de oxigênio dissolvido é uma das variáveis ambientais que mais atuam sobre a abundância e diversidade dos macroinvertebrados (Int Panis *et al.* 1996, Rossaro *et al.* 2007). Entretanto, a disponibilidade de oxigênio apresenta alterações significativas ao longo do dia e também ao longo do ano. Durante a maior incidência de luz, a concentração de oxigênio é maior, principalmente na zona eufótica, devido às comunidades produtoras e, no período noturno, há uma redução na

Tabela 2. Abundância média (ind.m⁻²) dos macroinvertebrados amostrados junto ao banco de macrófitas nas estações seca e chuvosa na Lagoa dos Cavalos. Abreviaturas: Ceratopogonidae (Cer), Chaoboridae (Cha), Chironomidae (Chi), Coleoptera (Col), Culicidae (Cul), Ephemeroptera (Eph), Gastropoda (Gas), Hemiptera (Hem), Hydracarina (Hyd), Nematoda (Nem), Odonata (Odo), Oligochaeta (Oli), Orthoptera (Ort), Ostracoda (Ost), Pupa de Diptera (Pdi) e Trichoptera (Tri).

	Período	Cer	Cha	Chi	Col	Cul	Eph	Gas	Hem	Hyd	Nem	Odo	Oli	Ort	Ost	Pdi	Tri
Seca	0:00h	6481	81	4152	600	2162	257	5	86	90	5	457	2376	14	124	105	19
	6:00h	2786	5	2452	357	1652	267	5	57	24	0	333	1467	10	76	48	24
	12:00h	14914	71	4390	700	2362	257	0	52	76	29	467	2076	5	86	133	71
	18:00h	6981	0	2529	376	1562	119	14	38	24	19	357	1738	14	29	67	43
Chuvosa	0:00h	129	52	81	43	300	1348	1205	57	119	52	29	1114	0	3976	57	19
	6:00h	114	29	43	10	171	1038	600	52	43	29	38	667	0	22876	271	19
	12:00h	0	29	100	29	414	2024	105	90	119	86	4	443	0	16986	105	24
	18:00h	33	29	14	38	267	1324	505	33	52	67	5	300	0	4052	105	19

disponibilidade de oxigênio, devido à respiração das comunidades aquáticas (Hunding 1973).

O aumento na concentração de oxigênio dissolvido durante o período de maior luminosidade foi registrado em lagos tropicais (Esteves *et al.* 1988). O oxigênio foi um dos fatores abióticos mais importantes na distribuição de macroinvertebrados, como larvas de Chironomidae e Odonata (Sagova-Mareckova *et al.* 2002, Davanso & Henry 2006, Fulan & Henry 2006). Neste trabalho, as análises (ACC) mostraram que Chironomidae e Odonata e outros macroinvertebrados, como Ceratopogonidae, Coleoptera, Culicidae e Orthoptera, exibiram uma correlação positiva com a disponibilidade de oxigênio nos quatro períodos estudados (0:00 h, 6:00 h, 12:00 h e 18:00 h), na estação seca. Isto significa que a abundância de Chironomidae, Ceratopogonidae, Coleoptera, Culicidae, Odonata e Orthoptera foram similares às variações na concentração de oxigênio, em 24 horas. Além disso, o período em que registramos a maior concentração de oxigênio (12:00h), na estação seca, foi o que exibiu as maiores abundâncias de Chironomidae, Ceratopogonidae, Coleoptera e Odonata.

O oxigênio e outros fatores ambientais, como temperatura de superfície da água, também podem mostrar variações significativas ao longo do ano. Um estudo realizado em uma lagoa situada na zona de desembocadura da Represa de Jurumirim, SP, mostrou que julho foi um

dos meses com a maior concentração de oxigênio e uma das menores temperaturas de superfície da água (Fulan & Henry 2006). Já o mês de abril, segundo os autores, apresentou baixa quantidade de oxigênio e temperaturas mais amenas. Neste trabalho, o teste t mostrou que os meses de julho de 2006 e abril de 2007 foram significativamente diferentes quanto à concentração de oxigênio e temperatura de superfície da água, dentre outros fatores. Portanto, é provável que, sazonalmente, o oxigênio e a temperatura também interfiram sobre a abundância dos macroinvertebrados, já que foram registrados uma menor abundância total de macroinvertebrados, em abril de 2007, em relação a julho de 2006. A variância diária, por sua vez, corrobora os resultados obtidos tanto para o oxigênio quanto para a temperatura de superfície da água, mostrando que estudos nictemerais devem estar integrados aos sazonais.

AACC exibiu uma correlação negativa entre Chironomidae, Ceratopogonidae, Coleoptera, Culicidae, Odonata e Orthoptera e temperatura de superfície da água na estação seca, em todos os períodos. Uma correlação positiva entre temperatura e abundância de macroinvertebrados foi observada em um lago na Califórnia, Estados Unidos (Nelson & Thullen 2008). Entretanto, em lagos tropicais, a temperatura mostrou um efeito negativo sobre a abundância de macroinvertebrados, como Chironomidae e Odonata (Davanso & Henry 2006, Fulan & Henry 2006), assim como observado neste trabalho. Um dos efeitos negativos da temperatura sobre os insetos aquáticos é com relação ao crescimento e desenvolvimentos de suas larvas (Markarian 1980). De acordo com a ACC, a profundidade no período chuvoso mostrou uma correlação negativa com as abundâncias de Chironomidae, Ceratopogonidae, Coleoptera, Culicidae, Odonata e Orthoptera. Uma relação negativa entre a profundidade e abundância de macroinvertebrados já havia sido registrada para macroinvertebrados bentônicos, em lagos temperados (Verneaux *et al.* 2004, Rossaro *et al.* 2007). Quando comparamos as abundâncias totais nas estações seca e chuvosa, verificamos que na chuvosa (maior profundidade) a abundância foi menor. Portanto, o aumento da profundidade no período de maior precipitação, entre outros fatores, parece exercer um efeito negativo sobre as abundâncias dos macroinvertebrados.

É neste contexto que concluímos que houve uma variação na abundância de macroinvertebrados e fatores ambientais no período de 24 horas. Oxigênio (positivamente) e temperatura (negativamente) foram os fatores ambientais mais importantes na variância da abundância de Chironomidae, Ceratopogonidae, Coleoptera, Culicidae, Odonata e Orthoptera, na estação seca. A profundidade exerceu, neste trabalho, um efeito negativo sobre os macroinvertebrados amostrados junto à macrófita, na Lagoa dos Cavalos.

REFERÊNCIAS

ALVES, V.R.E., CAVALCANTI, C.G.B. & MATTOS, S.P. 1988. Análise

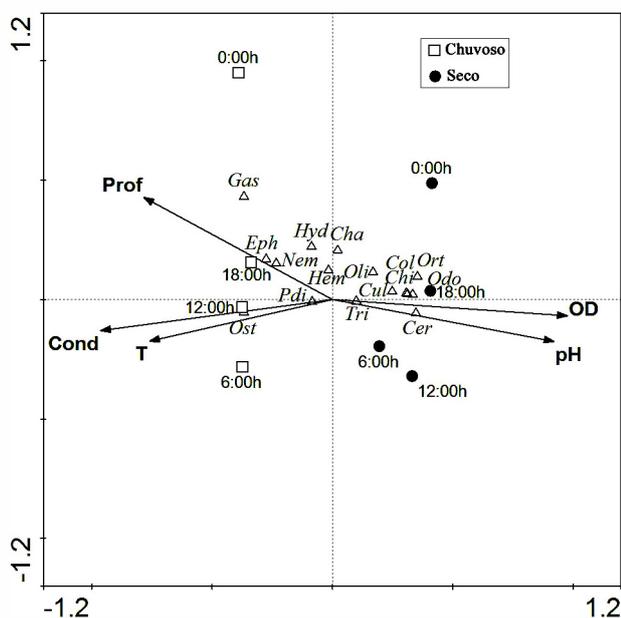


Figura 2. Ordenação pela ACC (eixos 1 e 2) das unidades amostrais em função das variáveis abióticas e bióticas (abundância dos macroinvertebrados) na Lagoa dos Cavalos, nas estações seca e chuvosa. Abreviaturas: oxigênio dissolvido (OD), condutividade (Cond), temperatura de superfície da água (T), profundidade (Prof), Ceratopogonidae (Cer), Chaoboridae (Cha), Chironomidae (Chi), Coleoptera (Col), Culicidae (Cul), Ephemeroptera (Eph), Gastropoda (Gas), Hemiptera (Hem), Hydracarina (Hyd), Nematoda (Nem), Odonata (Odo), Oligochaeta (Oli), Orthoptera (Ort), Ostracoda (Ost), Pupa de Diptera (Pdi) e Trichoptera (Tri).

- comparativa de parâmetros físicos, químicos e biológicos em um período de 24 horas no Lago Paranoá-D.F.-Brasil. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 2: 199-218.
- BARBOUR, M.T., GERRITSEN, J., GRIFFITH, G.E., FRYDENBORG, R., MCCARRON, E., WHITE, J.S. & BASTIAN, L. 1996. A framework for biological criteria for Florida streams using benthic macroinvertebrates. *Journal of the North American Benthological Society*, 15: 185-211.
- BOGUT, I., VIDA KOVIC, J., PALIJAN, G. & CERBA, D. 2007. Benthic macroinvertebrates associated with four species of macrophytes. *Biologia*, 62(5): 600-606.
- BOYLE, T.P. & FRALEIGH JR., H.D. 2003. Natural and anthropogenic factors affecting the structure of the structure of the benthic macroinvertebrate community in an effluent-dominated reach of the Santa Cruz River, AZ. *Ecological Indicators*, 3: 93-117.
- BRINKHURST, R. O. & MARCHESE, M. R. 1991. *Guia para la identificación de oligoquetos acuáticos continentales de sud y centroamerica*. Colección Cimas, 6. Santo Tomé : Asociación de Ciencias Naturales del Litoral. 207 p.
- CARMO, C. F. 2007. *Influência do Aquífero Freático na dinâmica de nutrientes (nitrogênio e fósforo) em lagoas com diferentes características hidrodinâmicas*. 277p. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental). Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 2007.
- CASANOVA, S.M.C. & HENRY, R. 2004. Longitudinal distribution of Copepoda populations in the transition zone of Paranapanema River and Jurumirim Reservoir (São Paulo, Brazil) and interchange with two lateral lakes. *Brazilian Journal of Biology*, 64(1): 11-26.
- CORBET, P.S. 1999. *Dragonflies: Behavior and Ecology*. New York : Cornell University Press. 829 p.
- COSTA, J. M.; SOUZA, L. O. I.; LOURENÇO, A. N. & OLDRINI, B. B. 2004. Chave para identificação das famílias e gêneros das larvas conhecidas de Odonata do Brasil: comentários e registros bibliográficos. *Publicações Avulsas do Museu Nacional*, 99: 3-42.
- COSTA, C.; IDE, S. & SIMONKA, C. E. 2006. *Insetos Imaturos*. Ribeirão Preto : Holos. 249 p.
- DAVANSO, R.C.S. & HENRY, R. 2006. A biodiversidade bentônica em lagoa marginal ao rio Paranapanema na zona de sua desembocadura, na represa de Jurumirim. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, 28(4): 347-357.
- ESTEVES, F. A., BOZELLI, R. L., CAMARGO, A. F. M., ROLAND, F. & THOMAZ, S. M. 1988. Variação diária (24h) de temperatura, oxigênio dissolvido, pH e alcalinidade em duas lagoas costeiras do Estado do Rio de Janeiro e suas implicações no metabolismo destes ecossistemas. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 2: 99-127.
- FULAN, J. A. & HENRY, R. 2006. The Odonata (Insecta) assemblage on Eichhornia azurea (Sw.) Kunth (Pontederiaceae) stands in Camargo Lake, a lateral lake on the Paranapanema River (state of São Paulo, Brazil), after an extreme inundation episode. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 18(4): 99-127.
- GOLTERMAN, K. L., CLYMO, R. S. & OHMSTAD, M. A. M. 1978. *Methods for physical and chemical analysis of freshwaters*. Oxford: Scientific Publications. 213 p.
- HENRY, R. 2005. The connectivity of the Paranapanema River with two lateral lakes in its mouth zone into the Jurumirim Reservoir. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 17(1): 57-69.
- HUNDING, C. 1973. Diel Variation in Oxygen Production and Uptake in a Microbenthic Littoral Community of a Nutrient-Poor Lake. *Oikos*, 24(3): 352-360
- ILIOPOULOU-GEORGUDAKI, J., KANTZARIS, V., KATHARIOS, P., KASPIRIS, P., GEORGIADIS, T & MONTESANTOU, B. 2003. An application of different bioindicators for assessing water quality: a case study in the rivers Alfeios and Pineios (Peloponnisos, Greece). *Ecological Indicators*, 2: 345-360
- INT PANIS, L., GODDEERIS, B. & VERHEYEN, R.F. 1996. On the spatial distribution and respiratory environment of benthic macroinvertebrates in ponds. *Hydrobiologia*, 319(2): 131-136.
- LOPRETTO, E. C. & TELL, G. 1995. *Ecosistemas de aguas continentales*. Hemisferio Sur: La Plata. 1401 p.
- MARKARIAN, R. K. 1980. A study of the relationship between aquatic insect growth and water temperature in a small stream. *Hydrobiologia*, 75(1): 81-95.
- MINTER, J. W. Jr. & KENNETH, J. T. 1996. Odonata. In: MERRITT, R. W. & CUMMINS, K. W. (Eds.). *An introduction to the aquatic insects of North America*. Dubuque: Kendall/Hunth. 47 p.
- PANARELLI, E. A., CASANOVA, S. M. C. & HENRY, R. 2008. The role of estings eggs in the recovery of zooplankton in a marginal lake of the Paranapanema River (São Paulo, Brazil), after a long drought period. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 20(1): 73-88.
- ROSSARO, B., MARZIALI, L., CARDOSO, A.C., SOLIMINI, A., FREE, G. & GIACCHINI, R. 2007. A biotic index using benthic macroinvertebrates for Italian lakes. *Ecological Indicators*, 7: 412-429
- SAGOVA-MARECKOVA, M. & KVET, J. 2002. Impact of oxygen released by the roots of aquatic macrophytes on composition and distribution of benthic macroinvertebrates in a mesocosm experiment. *Hydrobiologia*, 155(4): 567-584.
- TER BRAAK, C. J. F. & SMILAUER, P. 2002. *CANOCO reference manual and CanoDraw for Windows user's guide: software for canonical community ordination (version 4.5)*. New York : Microcomputer Power. 500 p.
- VERNEAUX, V., VERNEAUX, J. SCHMITT, A., LOVY, C. & LAMBERT, J. C. 2004. The Lake Biotic Index (LBI): an applied method for assessing the biological quality of lakes using macrobenthos; the Lake Châlain (French Jura) as an example. *Annales de Limnologie-International Journal of Limnology*, 40: 1-9.