

Éder André Gubiani¹
Geuza Cantanhêde da Silva²
Carlos Eduardo Gonçalves Aggio³

**VARIÁVEIS FÍSICAS E QUÍMICAS DA ÁGUA
SOB A ABUNDÂNCIA DAS ASSEMBLÉIAS
FITO E ZOOPLANTÔNICAS EM UM LAGO
ARTIFICIAL RASO**

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar as mudanças temporais na abundância das assembléias de fito e zooplâncton, influenciadas pelas variáveis físicas e químicas da água em um ambiente artificial raso, Lago Municipal Diva Paim Barth, Toledo, Paraná. As amostragens foram realizadas mensalmente, de julho a dezembro de 1999, em três pontos de coleta na superfície do lago. As variáveis analisadas foram alcalinidade, turbidez, pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, fósforo total, orgânico e inorgânico, amônia, transparência e temperatura da água. A abundância das assembléias foi avaliada por meio da densidade. Diferenças temporais significativas nas densidades foram observadas. Por meio de uma análise de gradientes diretos, (análise de correspondência canônica; CCA) foi possível concluir que, a distribuição e abundância das assembléias planctônicas são influenciadas pela turbidez, alcalinidade, temperatura, concentração de amônia e transparência da água. Assim, as variações sazonais nas características físicas e químicas da água influenciam expressivamente a abundância das assembléias fito e zooplantônicas de sistemas artificiais rasos.

PALAVRAS-CHAVE: fitoplâncton, zooplâncton, variáveis abióticas.

SUMMARY: This research evaluated the influence of physics and chemistries variables of the water under temporal variation in abundance of phyto and zooplankton assemblages in an artificial shallow environment, the Diva Paim

Data de recebimento: 16/02/07. Data de aceite para publicação: 30/08/07.

1 Engenheiro de Pesca, Prof. Colaborador, Centro de Engenharias e Ciências Exatas, GERPEL; GETECH, Campus de Toledo, UNIOESTE, Toledo, PR. (0xx45) 3379-7079. e-mail: egubiani@yahoo.com.br

2 Bióloga, Doutoranda, Nupélia, Campus de Maringá, UEM, Maringá, PR, (0xx44) 3261-4637; e-mail: geuzac@yahoo.com.br

3 Biólogo/MSc., Prof. Assistente, Centro de Ciências Biológicas, Campus de Cornélio Procópio, UENP, Cornélio Procópio, PR. e-mail: aggioc@hotmail.com

Barth Municipal Lake, Toledo, Paraná. In three sites, samplings were taken monthly between July and December 1999. Variables analyzed included alkalinity, turbidity, pH, electrical conductivity, dissolved oxygen, total phosphorous (organic and inorganic), ammonia, water transparency and temperature. Assemblage's abundance was evaluated as density. Significant temporal differences in the density of planktonic assemblages were observed during the period. A canonical correspondence analysis (CCA) showed that the distribution and abundance of phyto/zooplankton are influenced by turbidity, alkalinity, temperature, ammonia concentration and water transparency. Therefore, we can conclude that seasonal variations in physical and chemical characteristics of the water significantly affect the abundance of phyto/zooplankton assemblages in artificial shallow systems.

KEYWORDS: phytoplankton, zooplankton, abiotic variables.

1. INTRODUÇÃO

A qualidade das águas em muitas regiões do mundo revela o descaso com que foram tratadas as descargas industriais, urbanas e da agricultura nas atividades humanas, assim como a má utilização e o planejamento inadequado do recurso. O manejo impróprio dos corpos da água geralmente acelera o processo da eutrofização, ou melhor, o enriquecimento de um corpo da água por nutrientes orgânicos e minerais, levando à proliferação da comunidade biológica e à diminuição da qualidade da água utilizada para diversos fins (MATSUZAKI et al., 2004).

Estudos sobre a estrutura e dinâmica do plâncton têm despertado o interesse de pesquisadores de ecossistemas aquáticos pelo fato desses organismos responderem prontamente às mudanças que ocorrem no ambiente, funcionando assim como indicadores ecológicos e auxiliando no entendimento das interações existentes entre os processos físicos num extremo e as respostas biológicas no outro (ESTEVEZ, 1988).

A comunidade planctônica responde não somente a amplitude de variação, mas também a frequência das forças físicas periódicas que agem sobre o ambiente. Os organismos atuam como sensores refinados das propriedades ambientais e refletem melhor que qualquer artefato tecnológico a dinâmica do ecossistema (MARGALEF, 1983). LEWIS Jr. (1979) enfatiza que o estudo das comunidades ecológicas deveria ser sempre uma composição de propriedades sistêmicas (estrutura e energética da comunidade) e de propriedades populacionais (padrões de ciclos biológicos e estratégias adaptativas), baseado num completo entendimento das características físicas e químicas do ambiente. Desse modo, estudos do fito e zooplâncton enquanto

entidades associadas são importantes, pois possibilitam identificar as interfaces existentes entre esses grupos de organismos, bem como a atuação da comunidade ao nível do ecossistema.

Os ecossistemas artificiais urbanos foram desenvolvidos com a finalidade de proporcionar ao homem melhores condições de vida. Entretanto, nos ecossistemas fechados, algumas comunidades podem desenvolver altas densidades populacionais, inibindo, até mesmo, o crescimento de outros organismos (ROUND, 1983). Dentre os trabalhos efetuados nos ambientes artificiais urbanos que citam as assembléias fito e zooplanctônicas destacam-se Hino & Tundisi (1977), Tundisi & Hino (1981), Freitas (1983), Peixoto & Huszar (1983), Pinto-coelho & Giani (1985), Giani & Pinto-coelho (1986), Elmoor-loureiro (1988; 1990), Reid (1990), Rodrigues (1991), Necchi-jr & Bicudo (1992), Bicudo (1996), Nogueira (1996), Nogueira & Leandro-rodrigues (1999), Starling (2000).

O lago Municipal Diva Paim Barth está localizado na zona central do município de Toledo, Paraná. Foi construído em 1989 com o propósito de servir como área de lazer e recreação à população local (PONTILI, 1997). Esse lago é um ambiente artificial raso, com várias circulações diárias das massas da água, sendo considerado um lago holomítico-polimítico (GUBIANI & AGGIO, 2003b). Estudos ecológicos realizados no Lago Municipal de Toledo são escassos podendo ser citados os de Dalagustinho (1998) que estudou a alimentação natural da espécie introduzida, *Oreochromis niloticus* (tilápia) e algumas variáveis limnológicas relacionadas, Gubiani & Aggio (2003a) e Gubiani et al. (2005) que estudaram a composição específica, riqueza e densidade das assembléias zoo e fitoplanctônicas, respectivamente, além de, Gubiani & Aggio (2003b) que fizeram a caracterização limnológica desse ambiente.

Assim, o presente trabalho teve por objetivo avaliar as mudanças temporais na abundância das assembléias fito e zooplanctônicas influenciadas pelas variáveis físicas e químicas da água, por meio da flutuação sazonal da densidade dos organismos planctônicos do Lago Municipal Diva Paim Barth, Toledo, Paraná.

2. MATERIAL E MÉTODOS

a) Área de estudo

O Lago Municipal Diva Paim Barth está localizado na área central de Toledo, sendo fruto de um projeto de arborização numa área total de

215.000 m² que foi subdividido em horto florestal, centro de criatividade, lago e sistema viário. Anteriormente, essa área era constituída de uma região pantanosa que limitava a expansão da cidade na direção oeste e provocava problemas com a proliferação de insetos e outros aspectos negativos do ponto de vista do desenvolvimento urbano. Por interferência do poder público, o local foi transformado em uma área com espaço para cultura e lazer (PONTILI, 1997).

O lago possui profundidade média aproximada de 1,80 m e máxima de 2,50 m e uma área estimada de 45.000 m². As amostragens foram realizadas mensalmente de julho a dezembro de 1999, na superfície da coluna da água em três locais de coleta, entrada de água (A), intermediário (B) e saída de água (C) (Figura 1).

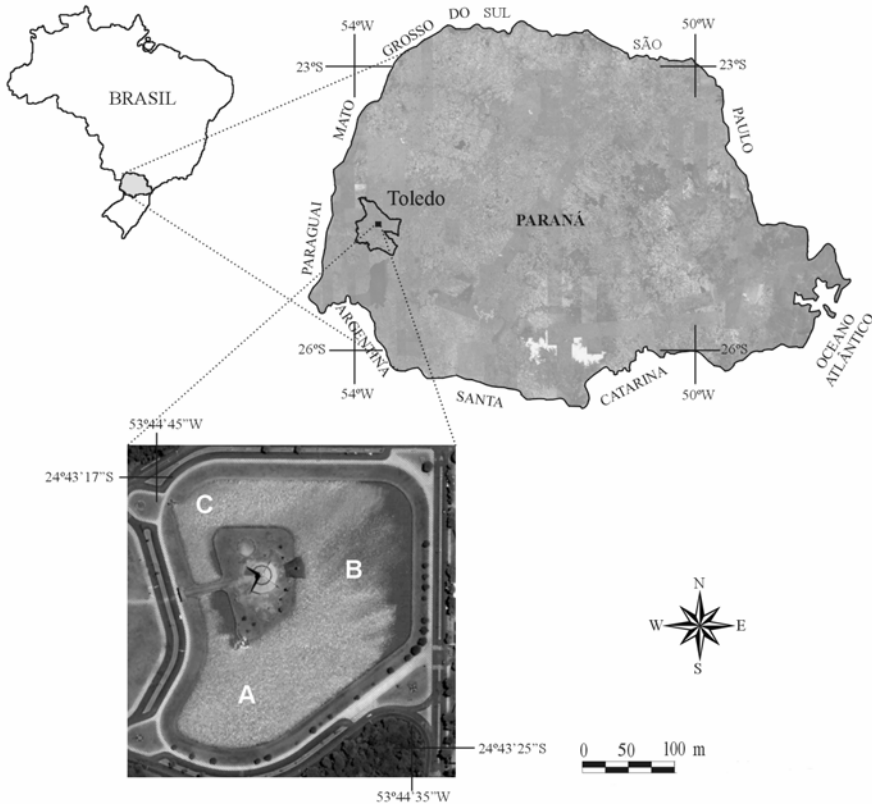


Figura 1 - Localização dos pontos de amostragem no Lago Municipal Diva Paim Barth, Toledo, Paraná. (A) entrada de água; (B) intermediário; e (C) saída de água

b) Amostragem das variáveis físicas e químicas da água

Algumas variáveis físicas e químicas da água foram determinadas em campo como, temperatura da água, transparência (m; disco de Secchi), pH, condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1}$), alcalinidade ($\mu\text{Eq/l}$), como recomendado por CARMOUZE (1994) e turbidez (expressa em NTU, unidade nefelométrica). Por outro lado, foram determinadas, em laboratório, as concentrações de oxigênio dissolvido (mg L^{-1} método de Winkler, modificado por GOLTERMAN *et al.* (1978); nitrogênio amoniacal ($\mu\text{g L}^{-1}$) determinado segundo KOROLEFF (1976) e fósforo (total, orgânico e inorgânico dissolvido) ($\mu\text{g L}^{-1}$) determinado segundo MACKERETH *et al.* (1978). Dados de precipitação foram cedidos pelo Instituto Ambiental do Paraná (IAP), base meteorológica de Toledo (PR).

c) Amostragem das assembléias fito e zooplânctônicas

As amostras de fito e zooplâncton foram obtidas por meio da filtragem de 100 L de água com redes de plâncton de 20 e 70 μm de abertura de malha, respectivamente. Em seguida, as amostras foram reduzidas ao volume aproximado de 300 mL e preservadas em solução Transeau (água; álcool comercial; formol – 6:3:1) (fitoplâncton) e formol 4% (zooplâncton).

d) Análise dos dados

As análises quantitativas do fitoplâncton, rotíferos e náuplios foram realizadas por meio de câmara de sedimentação de Sedgwick-Rafter, em microscópio óptico com aumento de 40x, através da triagem de 1 ml da amostra. A contagem de cladóceros e copépodos adultos foi realizada por meio da análise total da amostra em lupa (aumento de 5x) com auxílio de uma câmara de sedimentação acrílica do tipo Bogorov. A densidade final foi expressa em indivíduos m^{-3} . Informações sobre a composição fitoplanctônica estão disponíveis em Gubiani *et al.* (2005) e sobre a composição zooplanctônica em Gubiani & Aggio (2003a).

A série de dados bióticos e abióticos foi submetida a uma análise de correspondência canônica (CCA), a qual é uma técnica de análise de gradientes diretos (TER BRAAK, 1986) para determinar a importância relativa dos fatores ambientais individuais como preditores da variação temporal na densidade das assembléias planctônicas do Lago Municipal Diva Paim Barth, Toledo, Paraná.

A fim de verificar se existiram diferenças temporais significativas entre as médias das densidades das assembléias planctônicas foi aplicada uma análise de variância (ANOVA one-way) (os pressupostos de normalidade e homocedasticidade foram testados pelos testes de Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente), sendo os meses de amostragem o fator independente. Quando a ANOVA foi significativa ($p < 0,05$), foi aplicado o teste de Tukey para verificar quais meses diferiram.

A CCA foi calculada utilizando o software PC-ord 4.0 (MAcCUNE & MEFFORD, 1999). As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do software Statistica™ 7.0 (STATSOFT, Inc. 2005).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O início das amostragens (julho e agosto) foi caracterizado por um período seco. No mês de agosto não ocorreram precipitações (Figura 2), proporcionando ao sistema uma fase inicial de maior estabilidade das assembléias planctônicas. Entretanto, no mês de setembro ocorreram fortes chuvas, as quais alteraram acentuadamente as características físicas e químicas da água, como demonstrado por Gubiani & Aggio (2003b). Esses autores observaram diferenças temporais significativas para todas as variáveis físicas e químicas da água amostradas para esse mesmo lago e período. Um outro pico de precipitação foi verificado em dezembro (Figura 2), porém seus efeitos subsequentes não puderam ser observados.

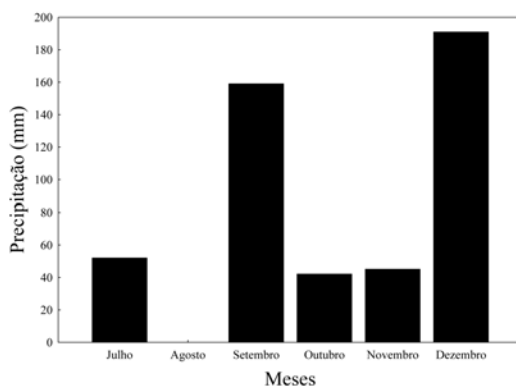


Figura 2 Precipitação mensal observada na região do Lago Municipal Diva Paim Barth, Toledo (PR) durante o período de julho a dezembro de 1999.

Vários autores têm destacado a importância da precipitação como uma das funções de força reguladora das dinâmicas planctônicas, entre eles NOGUEIRA & MATSUMURA-TUNDISI (1996) estudando as interações planctônicas de um sistema artificial raso (represa do Monjolinho – São Carlos, SP). Para esse sistema, as fortes precipitações parecem ter sido responsáveis pelas mudanças na composição e na biomassa de espécies e pelo predomínio de organismos oportunistas. ARCIFA et al. (1992; 1998) estudando o Lago Monte Alegre, Ribeirão Preto, SP, notaram que a precipitação na estação quente-chuvosa poderia, teoricamente, através da maior perda de organismos, ocasionar a diminuição nas densidades zooplanctônicas. Mas, ao contrário, as densidades fito e zooplanctônicas aumentaram no verão, não tendo sido verificado o efeito de “throughflow”.

Na Figura 3 esta apresenta da flutuação mensal da densidade das classes fitoplanctônicas. Observou-se maior variação entre as Cyanophyceae (de 1.030.190 indivíduos m^{-3} em julho para 4.450.330 indivíduos m^{-3} em novembro), sendo que essa classe foi ainda a mais abundante em quase todos os meses amostrados. Apenas em julho houve maior abundância de Chlorophyceae (4.702.920 indivíduos m^{-3}).

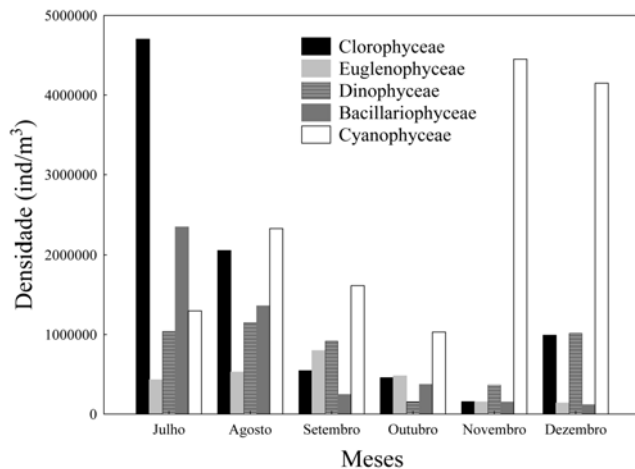


Figura 3 Flutuação mensal da densidade das classes fitoplanctônicas para o Lago Municipal Diva Paim Barth, Toledo (PR) durante o período de julho a dezembro de 1999.

O resultado da análise de variância para a densidade das classes fitoplanctônicas durante os meses amostrados está demonstrado na

Tabela I. Todas as classes apresentaram diferenças temporais significativas.

Tabela 1 Resultados da análise de variância (ANOVA one-way) para a assembléia fitoplanctônica do Lago Municipal Diva Paim Barth, Toledo (PR), durante o período de julho a dezembro de 1999

	Meses	
	F	P
Chlorophyceae	102,62*	0,00000
Euglenophyceae	3,67*	0,03010
Dinophyceae	2,78*	0,03500
Bacillariophyceae	21,85*	0,00000
Cyanophyceae	5,1*	0,00170

O teste de Tukey demonstrou que nos meses de julho e agosto a densidade das clorofíceas e das bacilariofíceas foi diferente dos demais, porém a densidade das clorofíceas em novembro também diferiu de dezembro. A densidade das euglenofíceas apresentou diferença no mês de setembro em relação a novembro e dezembro. As dinofíceas tiveram suas densidades diferenciadas nos meses de outubro e novembro e para as cianofíceas o mês de novembro mostrou-se diferente dos demais, enquanto que dezembro não apresentou diferenças somente em relação a agosto.

Com respeito aos padrões de sazonalidade do fitoplâncton em regiões tropicais, Espíndola et al. (1996a) concluem que não apenas luz e temperatura, que são fatores mais constantes ao longo do ano, são as variáveis ambientais reguladoras de maior relevância. Outras variáveis, tais como precipitação, vento e flutuação no nível da água, as quais desenvolvem padrões de variações na disponibilidade de nutrientes e luz, refletem nos ciclos de populações fitoplanctônicas. Espíndola et al. (1996b), estudando uma lagoa no pantanal matogrossense, verificaram que a densidade de fitoplâncton se relacionou com o padrão sazonal de flutuação do nível da água, o que também pode ter influenciado na distribuição da densidade fitoplanctônica no Lago Municipal Diva Paim Barth. Nos meses mais quentes (novembro e dezembro), quando foram observadas as maiores precipitações houve um aumento considerável na densidade de indivíduos, principalmente de cianofíceas (Figura 3).

Pérez et al. (1999) citam que a redução na biomassa do fitoplâncton coincide com a queda de temperatura e redução da zona eufótica, conseqüentemente, temperaturas mais altas e aumento na luminosidade seriam responsáveis por aumentar a densidade fitoplanctônica. Esteves (1988) concluiu que clorofíceas, cianofíceas e, menos acentuadamente, dinoflagelados, têm maior crescimento em tais condições. Em nosso estudo, Chlorophyceae, Bacillariophyceae e Euglenophyceae, entretanto, apresentaram diminuição em densidade nos meses mais quentes do período estudado. Segundo esse mesmo autor, em lagos tropicais, a variação temporal da comunidade fitoplanctônica também pode ser controlada por fatores bióticos como herbivoria e parasitismo. Porém, para lagos e represas tropicais rasos, ambientes geralmente sujeitos a muita turbulência, torna-se difícil o reconhecimento dos fatores mais importantes na determinação das variações temporais.

A Figura 4 apresenta a flutuação mensal da densidade dos grupos zooplanctônicos. Os rotíferos apresentaram uma tendência de aumento em sua abundância com o aumento das precipitações, chegando a 994.500 indivíduos m^{-3} em agosto. Os cladóceros favorecidos pelo período de mistura ocasionado pelas precipitações em setembro e pela alta disponibilidade de fitoplâncton, principal alimento desse grupo, tiveram sua maior abundância em novembro, totalizando 963.500 indivíduos m^{-3} . Já os copépodos apresentaram maior abundância em dezembro com 134.500 indivíduos m^{-3} (Figura 4).

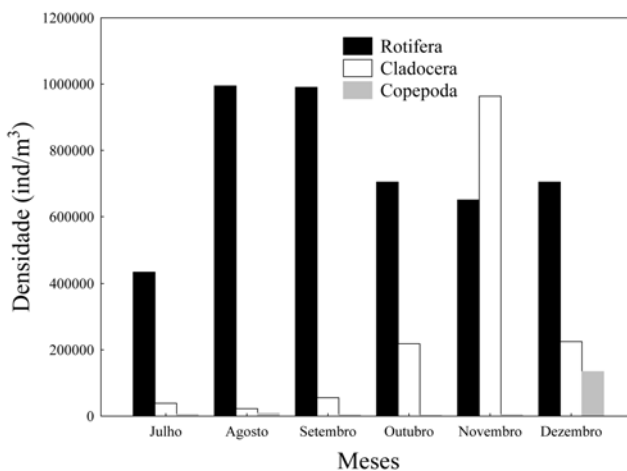


Figura 4 Flutuação mensal da densidade dos grupos zooplanctônicos para o Lago Municipal Diva Paim Barth, Toledo (PR) durante o período de julho a dezembro de 1999.

O resultado da análise de variância para a densidade dos grupos zooplanctônicos durante os meses amostrados está demonstrado na Tabela 2. Cladóceros e copépodos apresentaram diferenças temporais significativas.

O teste de Tukey demonstrou que a densidade de cladóceros no mês de novembro foi diferente dos demais meses e para a densidade de copépodos o mês de dezembro foi diferente dos demais.

Tabela 2 Resultados da análise de variância (ANOVA one-way) para a assembléia zooplanctônica do Lago Municipal Diva Paim Barth, Toledo (PR), durante o período de julho a dezembro de 1999

	Meses	
	F	P
Rotifera	2,53	0,08750
Cladocera	11,15*	0,00006
Copepoda	83,99*	0,00000

A composição zooplanctônica de um lago artificial difere da composição de lagos naturais fundamentalmente na abundância relativa dos principais grupos componentes. Em lagos artificiais há uma predominância considerável de rotíferos, devido à origem lântica desses ambientes, os quais propiciam um local mais favorável ao desenvolvimento desse grupo, sendo encontrados em maior abundância do que outros grupos do zooplâncton (MATSUMURA-TUNDISI, 1999). É importante destacar que o Lago Municipal Diva Paim Barth se enquadra nas características citadas, sendo um ambiente artificial raso muito influenciado pelas precipitações locais e ventos, os quais promovem a circulação da coluna da água e entrada de nutrientes para o sistema, favorecendo assim a maior abundância do grupo dos rotíferos nesse ambiente.

Já para o zooplâncton, Melão (1999), estudando a Lagoa Dourada (Brotas, SP), verificou que a maior densidade desses organismos foi obtida no verão, provavelmente, relacionadas com as chuvas e o conseqüente aumento da produção primária do sistema, bem como a um maior aporte de material em suspensão, parte de origem orgânica, que favorece o desenvolvimento de bactérias de grande importância como fonte alimentar alternativa para as populações zooplanctônicas. Isso parece corroborar os resultados encontrados neste estudo para o Lago Municipal de Toledo.

A análise de correspondência canônica (CCA; espécie *vs* ambiente) mostrou que o eixo 1 (autovalor = 0,465) explicou de forma significativa (teste de Monte Carlo; $p = 0,04$) a maior parte da variabilidade dos dados (32,2%) (Tab. III), por isso esse eixo foi o único retido para interpretação. O coeficiente de Pearson indicou uma alta correlação significativa ($p = 0,01$) entre a matriz de abundância das espécies e as variáveis ambientais ($r = 0,92$).

Tabela 3 Resultados da análise de gradientes diretos, análise de correspondência canônica CCA e estatística para os dois primeiros eixos canônicos para o Lago Municipal Diva Paim Barth, Toledo (PR), durante o período de julho a dezembro de 1999

DESCRITORES	EIXO 1	EIXO 2
Autovalores	0,465	0,161
% da variância explicada	32,2	11,2
Correlação (Pearson), Espécie <i>vs</i> ambiente.	0,920	0,856

Estudando o Lago Municipal Diva Paim Barth, Gubiani & Aggio (2003b) encontraram diferenças temporais significativas para todas as variáveis físicas e químicas da água amostradas no mesmo período do presente estudo. Nossos resultados indicam que as variáveis ambientais mais importantes como preditoras da distribuição temporal da densidade das assembléias fito e zooplanctônicas foram transparência, concentração de amônia, turbidez, alcalinidade e temperatura (Tabela 4). Segundo Matsumura-Tundisi et al. (1975), vários fatores influenciam na agregação das comunidades planctônicas, entre os principais estão às propriedades físicas do ambiente aquático, como estrutura térmica da coluna da água e sistema de correntes e, ainda, importantes fatores biológicos, como presença de outras espécies e competição intra e interespecífica.

Na Figura 5 (A e B) parece haver uma nítida sucessão estacional nas assembléias planctônicas. As espécies pertencentes à classe das clorofíceas tais como, *Spirogyra* spp., *Micrasterias* spp., *Pediastrum* spp., *Coelastrum* spp., *Scenedesmus* spp. e *Staurastrum* spp. (Fig. 5A), bem como os organismos zooplanctônicos de menor tamanho, como rotíferos (*Filinia* spp., *Lecane* spp., *Cephalodella* spp.) e as formas jovens de microcrustáceos (náuplios e copepoditos) (Figura 5B), foram fortemente associados com altas concentrações de amônia e uma maior transparência da água. Por outro lado, as espécies de microcrustáceos de maior porte, como *Bosmina* spp., os indivíduos da ordem *Calanoida* e

Diaphanosoma spp. e as algas cianofíceas *Merismopedia* spp. e *Microcystis* spp. apresentaram uma maior relação com o aumento da turbidez, temperatura e alcalinidade (Figura 5A; B), constatadas nos meses de altas precipitações.

TABELA 4 Correlações “Inter-set” das variáveis físicas e químicas da água com os eixos das espécies para o Lago Municipal Diva Paim Barth, Toledo (PR), durante o período de julho a dezembro de 1999

VARIÁVEIS	EIXO 1	EIXO 2
Alcalinidade ($\mu\text{Eq/l}$)	-0,586	-0,150
Turbidez (NTU)	-0,790	-0,161
pH	-0,123	-0,247
Condutividade ($\mu\text{S/cm}$)	0,130	0,340
Oxig. Dissol. (mg/l)	0,312	0,051
Transparência (m)	0,387	0,648
Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	-0,718	-0,268
Amônia ($\mu\text{g/l}$)	0,376	-0,449
Fósforo Orgânico ($\mu\text{g/l}$)	-0,199	-0,282
Fósforo Inorgânico ($\mu\text{g/l}$)	-0,301	0,217
Fósforo Total ($\mu\text{g/l}$)	-0,285	-0,248

A mudança temporal da composição, abundância e estrutura das assembléias planctônicas, demonstrada na Figura 5C, revela uma nítida separação estacional entre os meses frios (inverno) e os meses quentes (verão), destacando-se uma variação seqüencial de julho para dezembro. Nos meses frios, quando a instabilidade climática é menor, ocorre uma maior produção fitoplanctônica, especialmente de clorofíceas, favorecidas pela menor turbidez e maior transparência da água. Possivelmente, nesses meses também ocorra menor taxa de predação, pois como visto acima indivíduos de microcrustáceos maiores, principais predadores fitoplanctônicos, ocorreram somente a partir de outubro.

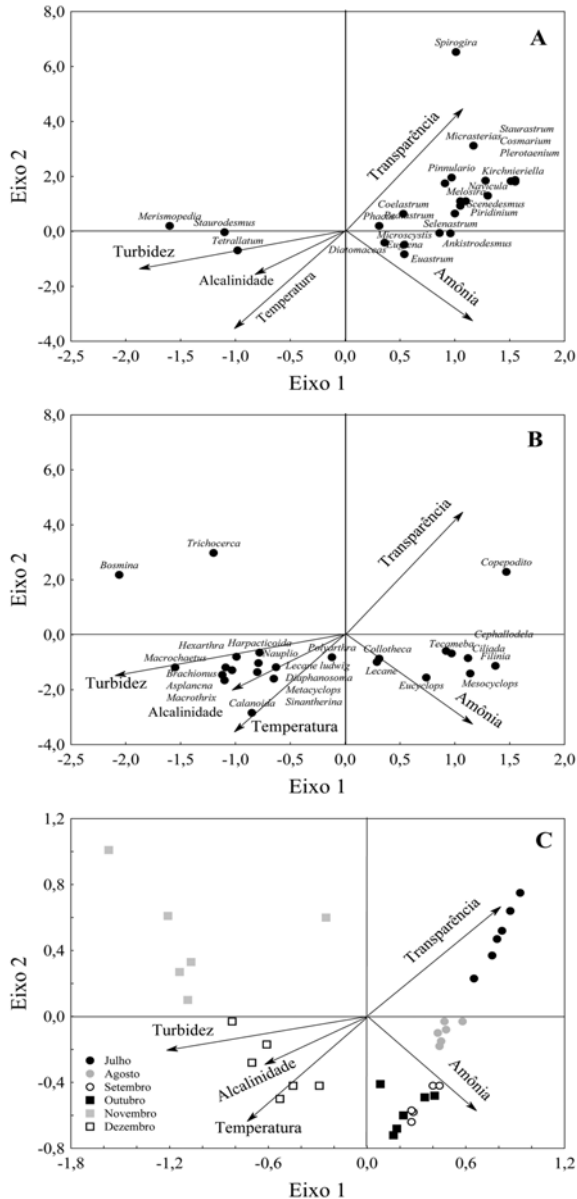


Figura 5 Análise de correspondência canônica para o Lago Municipal Diva Paim Barth, Toledo, Paraná, demonstrando a influência das variáveis físicas e químicas da água sob as assembléias fito (A) e zooplanctônicas (B) e a alteração das variáveis de julho a dezembro de 1999 (C).

As populações planctônicas interagem de várias formas entre si e essas interações por espaço e por alimento influenciam umas as outras por meio de competição, relação predador-presa, coexistência, mutualismo entre outros fatores. Vários autores têm observado que em regiões temperadas muitas seqüências sucessionais do fitoplâncton são resultantes da competição interespecífica ao longo de um gradiente de recursos nutricionais (REYNOLDS, 1976; 1984; SOMMER, 1984). Esquemas similares também são verificados para lagos tropicais e subtropicais que apresentam um período definido de mistura (RICHERSON et al., 1986; POLLINGER, 1986). Pode-se dizer que a flutuação do fitoplâncton do Lago Municipal Diva Paim Barth parece se enquadrar nos esquemas sucessionais propostos na literatura, como os de Reynolds (1976) e Richerson et al. (1986). A maioria desses esquemas prevê que o ciclo sucessional do fitoplâncton se inicie com as diatomáceas, dominando no período de mistura e de maior disponibilidade de nutrientes, sendo seguidas pelas clorofíceas, cianofíceas e finalmente pelos dinoflagelados. Desse modo, mesmo não tendo sido amostrado um ciclo anual, nota-se que houve uma sucessão das clorofíceas nos meses frios e secos, seguidas pelas cianofíceas nos meses quentes e chuvosos.

Segundo Talling (1986), padrões anuais de sazonalidade do fitoplâncton em ecossistemas lacustres da África são usualmente governados por fatores hidrológicos, “input” e “output” da água, ou por fatores hidrográficos, estrutura da coluna da água e circulação. Sistemas lacustres brasileiros parecem apresentar esse mesmo padrão sazonal relacionados à flutuação no nível da água (ESPÍNDOLA et al., 1996a; NOGUEIRA & MATSUMURA-TUNDISI, 1996).

A assembléia zooplanctônica do Lago Municipal de Toledo apresenta uma mesma tendência de sucessão temporal. Nos meses de julho, agosto e setembro há um predomínio de rotíferos, seguidos por cladóceros em outubro e novembro e, finalmente, copépodos em dezembro. De acordo com Gubiani & Aggio (2003a) os rotíferos são o grupo zooplanctônico mais importante, em termos de abundância, no Lago Municipal Diva Paim Barth. Inúmeros outros autores têm demonstrado a predominância dos rotíferos no zooplâncton de ambientes aquáticos de regiões tropicais e subtropicais (ARCIFA, 1984; ARCIFA et al., 1992; MATSUMURA-TUNDISI et al., 1989; ROCHA et al., 1995; NOGUEIRA & MATSUMURA-TUNDISI, 1996; LANSAC-TÔHA et al., 1997; SAMPAIO & LÓPEZ, 2000; NEVES et al. 2003). A dominância dos rotíferos provavelmente está associada ao ciclo biológico de menor duração desses organismos, que atingem a maturidade mais cedo e apresentam

taxas de reposição mais rápidas que a dos microcrustáceos (NOGUEIRA & MATSUMURA-TUNDISI, 1996).

No mês de setembro, como mencionado acima, ocorreram fortes precipitações, as quais diminuíram as concentrações de amônia e pelo escoamento superficial, aumentaram a concentração de fósforo no lago (por entrada de material alóctone) (GUBIANI & AGGIO, 2003b), esse último é um nutriente de extrema importância para o desenvolvimento fitoplanctônico (ESTEVES, 1988; THOMAZ et al. 1992). Desse modo, juntamente com a elevação da temperatura houve um aumento da produção de cianofíceas (*Microcystis* spp. e *Merismopedia* spp.), o que possivelmente pode explicar o subsequente aumento significativo nas populações de cladóceros, organismos filtradores que tem no fitoplâncton seu principal alimento. Porém, segundo Eskinazi-Sant'anna et al. (2002), os cladóceros em condições tróficas ótimas, ou seja, com alta produção de alimento são seletivos alimentando-se preferencialmente de clorofíceas e evitando cianofíceas, especialmente *Microcystis* spp., as quais apresentam uma bainha mucilaginosa que não é digerida pelas enzimas do trato digestório desses microcrustáceos. Desse modo, a diminuição na densidade das classes clorofíceas, bacilariofíceas e euglenofíceas observada nos meses finais de amostragem podem estar relacionadas à pressão de predação exercida pelos cladóceros sobre essas classes.

O ambiente do Lago Municipal Diva Paim Barth mostrou-se seletivo em relação aos microcrustáceos, sobretudo para os copépodos. O principal fator que deve ter influenciado tal situação é que os copépodos e cladóceros, por serem organismos zooplanctônicos de maior tamanho talvez sejam mais susceptíveis a predação por peixes que se orientam visualmente e segundo Dalagustinho (1998), não há um controle da quantidade de peixes existente no Lago. Dessa forma, os peixes devem exercer uma alta pressão de predação sobre a assembléia zooplanctônica.

Em populações de copépodos um padrão bem comum encontrado por muitos autores, em diferentes habitats de água doce e que corroboram com os deste estudo, é a predominância de formas jovens, como náuplios e copepoditos (PAGGI & JOSÉ DE PAGGI, 1990; VASQUEZ & REY, 1992; NUNES et al., 1996; SAMPAIO & LÓPEZ, 2000; NEVES et al., 2003). As altas densidades de formas imaturas são o resultado de uma reprodução contínua desses organismos, em regiões tropicais, com superposição de várias coortes (EDMONDSON, 1959).

Além da instabilidade hidrodinâmica (causada pelas fortes precipitações) do Lago Municipal Diva Paim Barth, outro fator que pode

limitar a diversidade de espécies planctônicas é a baixa diversidade de habitats que ocorre nesse ambiente, como ausência de macrófitas e de uma região litorânea bem desenvolvida que poderiam funcionar como zona de reprodução e refúgio para esses organismos aquáticos. Por se tratar de um sistema artificial com objetivos paisagísticos a aplicação de medidas extremas de manejo que pudessem contornar essa situação é dificultada.

4. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Instituto Ambiental do Paraná (IAP), à Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Toledo (SEMA) e ao Grupo de Pesquisas em Recursos Pesqueiros e Limnologia (GERPEL) pelo apoio logístico dispensado nas amostragens. E às pessoas de Iria Matielo (*in memoriam*) e André Paulo Johann pelo apoio nas coletas e análises laboratoriais.

5. REFERÊNCIAS

- ARCIFA, M.S. Zooplankton composition of ten reservoirs in Southern Brazil. **Hydrobiologia**, Dordrecht, v. 113, n. 1, p. 137-145, 1984.
- ARCIFA, M.S.; GOMES, E.A.T.; MESCHIATTI, A.J. Composition and fluctuations of the zooplankton of a tropical Brazilian reservoir. **Archiv für Hydrobiologie**, Stuttgart, v. 123, n. 4, p. 479-495, 1992.
- ARCIFA, M.S.; SILVA, L.H.S.; SILVA, M.H.L. The planktonic community in a tropical Brazilian reservoir: composition, fluctuations and interactions. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 58, n. 2, p. 241-254, 1998.
- BICUDO, D.C. Algas epífitas do Lago das Ninféas, São Paulo, Brasil, 4: Chlorophyceae, Oedogoniophyceae e Zygnemaphyceae. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 56, n. 2, p. 345-382, 1996.
- CARMOUZE, J.P. **O metabolismo dos ambientes aquáticos**. São Paulo: Fapesp, 1994. 254 p.
- DALAGUSTINHO, M. **Análise qualitativa das comunidades fitoplantônicas e zooplantônicas, da dieta de tilápias (*Oreochromis niloticus*) e de algumas variáveis limnológicas no lago Municipal de Toledo – PR**. 1998. 42 f. Monografia (Curso Técnico em Piscicultura) – Colégio Estadual Presidente Castelo Branco, Toledo.

- EDMONDSON, W.T. **Freshwater biology**. 2nd ed. New York: John Wiley & Sons, 1959. 1248 p.
- ELMOOR-LOUREIRO, L.M.A. O gênero *Bosmina* (Cladocera) na região do Distrito Federal. **Acta Limnologica Brasiliensia**, Botucatu, v. 11, p. 501-512, 1988.
- ELMOOR-LOUREIRO, L.M.A. *Diaphanosoma birgei* e *Diaphanosoma brachyurum*: possível necessidade de revisão das identificações no Brasil. **Acta Limnologica Brasiliensia**, Botucatu, v. 111, p. 757-767, 1990.
- ESKINAZI-SANT'ANNA, E.M.; MAIA-BARBOSA, P.M.; BARBOSA, F.A.R. Dieta natural de *Daphnia laevis* no reservatório eutrófico da Pampulha (Belo Horizonte, Minas Gerais). **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 62, n. 3, p. 445-452, 2002.
- ESPÍNDOLA, E.G.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; MORENO, I.D. Estrutura da comunidade fitoplanctônica da lagoa Albuquerque (Pantanal Matogrossense), Mato Grosso do Sul, Brasil. **Acta Limnologica Brasiliensia**, Botucatu, v. 8, p. 13-27, 1996a.
- ESPÍNDOLA, E. G. MATSUMURA-TUNDISI, T.; MORENO, I.H. Efeitos da dinâmica hidrológica do sistema Pantanal Matogrossense, sobre a estrutura da comunidade de zooplâncton da lagoa Albuquerque. **Acta Limnologica Brasiliensia**, Botucatu, v. 8, p. 37-57, 1996b.
- ESTEVES, F. A. **Fundamentos de limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência-FINEP, 1988. 575 p., il.
- FREITAS, J.S. **Variação sazonal e distribuição vertical de microcrustáceos planctônicos no Lago Paranoá**. 1983. 110 f. Dissertação (Mestrado em ecologia), Universidade de Brasília, Brasília.
- GIANI, A.; PINTO-COELHO, R.M. Contribuição ao conhecimento das algas fitoplanctônicas do reservatório do Paranoá, Brasília, Brasil: Chlorophyta, Euglenophyta, Pirrophyta e Schizophyta. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 9, n. 1, p. 45-62, 1986.
- GOLTERMAN, H. L.; CLYMO, R. S.; OHNSTAD, M. A. M. **Methods for Physical and Chemical Analysis of Fresh Waters**. 2nd ed. Oxford: IBP, 1978. 213 p., ill.
- GUBIANI, E.A.; AGGIO, C.E.G. Composição específica, densidade e riqueza zooplanctônica do Lago Municipal Diva Paim Barth – Toledo/PR – Brasil. **Revista Varia Scientia**, Cascavel, v. 3, n. 6, p. 137-148, 2003a.
- GUBIANI, E.A.; AGGIO, C.E.G. Caracterização limnológica do Lago

Municipal Diva Paim Barth – Toledo/PR – Brasil. **Revista Varia Scientia**, Cascavel, v. 3, n. 6, p. 123-135, 2003b.

GUBIANI, E.A.; SILVA, G.C.; AGGIO, C.E.G. Composição específica e densidade fitoplanctônica do Lago Municipal Diva Paim Barth – Toledo/PR. **Cadernos da Biodiversidade**, Curitiba, v. 5, n. 1, p. 60-67, 2005.

HINO, R.; TUNDISI, J.G. **Atlas de algas da Represa do Broa**. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, 1977, v. 2, p. 1-143.

KOROLEFF, F. Determination of Nutrients. In: GRASSHOFF, K.; ALMGREEN, T. **Methods of seawater analysis**. New York: Weinheim, Verlag Chemie, 1976. p. 117-181.

LANSAC-TÔHA, F.A.; BONECKER, C.C.; VELHO, L.F.M.; LIMA, A.F. Composição, distribuição e abundância da comunidade zooplânctônica. In: VAZZOLER, A.E.A. de M.; AGOSTINHO, A.A.; HAHN, N.S. **A planície de inundação do alto rio Paraná**: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos. Maringá: EDUEM, 1997. cap II.2, p. 117-155.

LEWIS Jr., W.M. **Zooplankton community analysis studies on a tropical system**. New York: Springer-Verlag, 1979. 163 p., ill.

MaCCUNE, B.; MEFFORD, M.J. Multivariate analysis of ecological data, version 4, MjM Software Design. Glenden Beach, Oregon, 1999.

MACKERETH, F.J.H.; HERON, J.; TALLING J.F. **Water analysis**: some methods for limnologists. London: Freshwater Biology Associations Sciences Publications, 1978. 120 p., il.

MARGALEF, R. **Limnologia**. Barcelona: Ediciones Omega, 1983. 1010 p., il.

MATSUMURA-TUNDISI, T. Diversidade de zooplâncton em represas do Brasil. In: HENRY, R. **Ecologia de reservatórios**: estrutura, função e aspectos sociais. Botucatu: Fapesp, Fundibio, 1999. cap. 2, p. 39-54.

MATSUMURA-TUNDISI, T.; TUNDISI, J.; MATHEUS, C.E. Plankton studies in a lacustrine environment II. Spatial distribution of the zooplankton. Separata de Revista, **Ciência & Cultura**, São Paulo, v. 27, n. 3, p. 269-271, 1975.

MATSUMURA-TUNDISI, T.; RIETZLER, A.C.; TUNDISI, J.G. Biomass (dry weight and carbon content) of plankton crustacea from Broa Reservoir (São Carlos, SP – Brasil) and its fluctuation across one year. **Hydrobiologia**, Dordrecht, v. 179, n. 3, p. 229-236, 1989.

MATSUZAKI, M.; MUCCI, J.L.N.; ROCHA, A.A. Comunidade fitoplanctônica de um pesqueiro na cidade de São Paulo. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 38, n. 5, p. 679-686, 2004.

MELÃO, M.G.G. A produtividade secundária do zooplâncton: métodos, implicações e um estudo na Lagoa Dourada. In: HENRY, R. **Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais**. Botucatu: Fapesp, Fundibio, 1999. cap. 6, p. 149-184.

NECCHI-JR, O.; BICUDO, D.C. Criptógamos do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP. Algas, 3: **Rhodophyceae. Hoehnea**, São Paulo, v. 19, n. 1/2, p. 89-92, 1992.

NEVES, I.F.; ROCHA, O.; ROCHE, K.F.; PINTO, A.A. Zooplankton community structure of two marginal lakes of the River Cuiabá (Mato Grosso, Brazil) with analysis of rotifera and cladocera diversity. **Brazilian Journal of Biology**, Rio de Janeiro, v. 63, n. 2, p. 329-343, 2003.

NOGUEIRA, I.S. Botryococcaceae, Radiococcaceae e Oocystaceae (Chlorellales, Chlorophyta) do Município do Rio de Janeiro e arredores, RJ, Brasil. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 56, n. 4, p. 677-696, 1996.

NOGUEIRA, I. de S.; LEANDRO-RODRIGUES, N.C. Algas planctônicas de um lago artificial do Jardim Botânico Chico Mendes, Goiânia, Goiás: florística e algumas considerações ecológicas. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 59, n. 3, p. 377-395, 1999.

NOGUEIRA, M.G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. Limnologia de um sistema artificial raso (Represa do Monjolinho – São Carlos, SP). Dinâmica das populações planctônicas. **Acta Limnologica Brasiliensia**, Botucatu, v. 8, p. 149-168, 1996.

NUNES, M.A.; LANSAC-TÔHA, F.A.; BONECKER, C.C.; ROBERTO, M.C.; RODRIGUES, L. Composition and abundance of the zooplankton in two lakes of the Horto Florestal Dr. Luiz Teixeira Mendes, Maringá, Paraná. **Acta Limnologica Brasiliensia**, Botucatu, v. 8, p. 207-219, 1996.

PAGGI, J.C.; JOSÉ DE PAGGI, S. Zooplankton from lotic and lentic environments of the middle River Paraná. **Acta Limnologica Brasiliensia**, Botucatu, v. 3, p. 685-719, 1990.

PEIXOTO, J.A.; HUSZAR, V.L.M. Algumas espécies de algas da Quinta da Boa Vista, Rio de Janeiro. **Boletim de Botânica do Museu Nacional** (Nova Série). Rio de Janeiro, v. 67, p. 1-8, 1983.

PÉREZ, M.C.; BONILLA, S.; MARTÍNEZ, G. Comunidade do fitoplâncton em um reservatório polimítico, bacia do Rio de la Plata, Uruguai. **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, v. 59, n. 4, p. 535-541, 1999.

PINTO-COELHO, R.M.; GIANI, A. Variações sazonais do fitoplâncton e fatores físico-químicos da água no reservatório do Paranoá, Brasília,

DF. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 37, n. 12, p. 2000-2006, 1985.

POLLINGER, U. Phytoplankton periodicity in a subtropical lake (Lake Kinneret, Israel). **Hydrobiologia**, Dordrecht, v. 138, n. 1, p. 127-138, 1986.

PONTILI, R. M. **Valoração monetária de benefícios sociais do parque ecológico Diva Paim Barth – Toledo – PR**. 1997. 68 f. Monografia (Graduação em Ciências Econômicas) – Unioeste, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo.

REID, J.W. Redescription and new records of *Trichodiptomus coronatus* (G.O. Sars) (Copepoda; Calanoida; Diaptomidae) from Brazil. **Proceedings of the Biological Society of Washington, DC**, Washington, DC, v. 103, n. 1, p. 140-150, 1990.

REYNOLDS, C.S. The ecology of phytoplankton in Shropshire and Cheshire meres. 44 Annual Report. **Freshwater Biological Association**. p. 36-45, 1976.

REYNOLDS, C.S. **The ecology of freshwater phytoplankton**. Cambridge: Cambridge University Press, 1984. 384 p., ill.

RICHERSON, P.J.; NEALE, P.J.; WAYNE, W.; RENÉ, A.T.; WARWICK, V. Patterns of temporal variation in Lake Titicaca. A high altitude tropical lake. I. Background, physical and chemical processes, and primary production. **Hydrobiologia**, Dordrecht, v. 138, n. 1, p. 205-220, 1986.

ROCHA, O.; SENDACZ, S.; MATSUMURA-TUNDISI, T. Composition, biomass and productivity of zooplankton in natural lakes and reservoirs of Brazil. In: TUNDISI, J.G.; BICUDO, C.E.M.; MATSUMURA-TUNDISI, T. **Limnology in Brazil**. São Paulo: Brazilian Academy of Sciences and Brazilian Limnological Society, 1995. p. 151-165.

RODRIGUES, L. Naviculaceae (Bacillariophyceae) nas lagoas do Horto Florestal Dr. Luiz Teixeira Mendes, município de Maringá, Paraná, Brasil. **Revista UNIMAR**, Maringá, v. 13, n. 2, p. 273-298, 1991.

ROUND, F.E. **Biologia das algas**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1983. 263 p.

SAMPAIO, E.V.; LÓPEZ, C.M. Zooplankton community composition and some limnological aspects of an oxbow lake of the Paraopeba River, São Francisco River Basin, Minas Gerais, Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 43, n. 3, p. 285-293, 2000.

SOMMER, U. The paradox of the plankton: fluctuations of phosphorus availability maintain diversity of phytoplankton in flow-through cultures. **Limnology and Oceanography**, Waco, v. 29, n. 3, p. 633-636, 1984.

STARLING, F.L. do R.M. Comparative study of the zooplankton composition of six lacustrine ecosystems in Central Brazil during the dry season. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 60, n. 1, p. 101-111, 2000.

STATSOFT, Inc. **Statistica** (data analysis software system), version 7.1. www.statsoft.com, 2005.

TALLING, J.F. The seasonality of phytoplankton in African lakes. **Hydrobiologia**, Dordrecht, v. 138, n. 1, p. 139-160, 1986.

TER BRAAK, C.J.F. Canonical Correspondence Analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. **Ecology**, Washington D.C., v. 67, n. 5, p. 1167-1179, 1986.

THOMAZ, S.M.; LANSAC-TÔHA, F.A.; ROBERTO, M.C.; ESTEVES, F.A.; LIMA, A.F. Seasonal variation of some limnological factors of lagoa do Guaraná, a várzea lake of the high rio Paraná, State of Mato Grosso do Sul, Brazil. **Revue D'Hydrobiologie Tropicale**, Paris, v. 25, p. 269-276, 1992.

TUNDISI, J.G.; HINO, R. List of species and growth seasons of phytoplankton from Lobo (Broa) reservoir. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 41, n. 1, p. 63-68, 1981.

VASQUEZ, E.; REY, J. Composition, abundance and biomass of zooplankton in Orinoco floodplain lakes, Venezuela. **Annales de Limnologie**, Toulouse, v. 28, n. 1, p. 3-11, 1992.

V A R I A
S C I E N T I A

Versão eletrônica disponível na internet:

www.unioeste.br/saber