

## ESTRUTURA DAS ASSEMBLÉIAS DE CLADÓCEROS EM RESERVATÓRIOS NOS ESTADOS DE SÃO PAULO E PARANÁ: GRADIENTES ESPACIAIS E GRAU DE TROFIA

Francini Vila dos Santos<sup>1\*</sup>, Fábio Amadeo Lansac-Toha<sup>2</sup> & Claudia Costa Bonecker<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Rua Monsenhor Ivo Zanlorenzi, 925 ap 503-B, Campina do Siqueira, Curitiba Paraná.

<sup>2</sup> Universidade Estadual de Maringá – UEM, Nupélia, Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais, Av. Colombo, Nº 5790, Bloco H-90, Maringá, PR, Brazil, CEP: 87020-900.

E-mails: francinivila@yahoo.com.br, fabio@nupelia.uem.br, bonecker@nupelia.uem.br

### RESUMO

Este trabalho objetivou avaliar as variações espaciais e temporais da riqueza de espécies, diversidade  $\beta$  e abundância de cladóceros em reservatórios do sul e sudeste do Brasil. Pressupondo que a riqueza de espécies e a abundância dos cladóceros fossem maiores na região de transição, e em especial nos reservatórios eutróficos, e a diversidade  $\beta$  e dominância de espécies fossem menores nesta região e nestes reservatórios. As assembléias de cladóceros foram amostradas, trimestralmente, à sub-superfície, na zona de mistura e na camada mais profunda da coluna da água, em três regiões (fluvial, transição e lacustre) de seis reservatórios com diferentes graus de trofia (oligo a eutrófico), nos períodos de chuva e estiagem de 2002. Os maiores valores de riqueza de espécies foram registrados em um reservatório oligotrófico e em outro eutrófico bem como uma grande variação desse atributo neste último. Por outro lado, a menor riqueza específica média foi observada no outro reservatório oligotrófico, bem como uma grande variação do número de espécies. Os maiores valores médios de diversidade  $\beta$  foram nas regiões de transição de um reservatório mesotrófico e outro oligotrófico, entretanto a maior variabilidade tenha sido observada na região fluvial do reservatório eutrófico. Em relação à abundância dos cladóceros os maiores valores encontraram-se nos reservatórios eutróficos. Por outro lado, o menor número de organismos foi constatado nos reservatórios oligotróficos desta forma a variação da abundância em relação ao grau de trofia dos reservatórios foi significativa. Os resultados não corroboram totalmente com a hipótese testada. No entanto, sugere-se que a hidrodinâmica dos reservatórios, ressaltada pelas diferenças da velocidade de corrente e a vazão, em função do manejo deste ambiente, foram fatores preponderante na diversidade de espécies de cladóceros (riqueza específica e alteração da composição de espécies). A abundância desses microcrustáceos também foi influenciada pela hidrodinâmica, bem como a quantidade de alimento disponível (biomassa fitoplanctônica) e a trofia de cada reservatório.

**Palavras-chave:** Cladóceros; reservatórios; riqueza; diversidade  $\beta$ ; abundância.

### ABSTRACT

**CLADOCERAN ASSEMBLAGE STRUCTURE IN RESERVOIRS IN SOUTHERN AND SOUTHEASTERN BRAZIL.** This study evaluated spatial and temporal variations of cladocerans' richness of species,  $\beta$  diversity and abundance in reservoirs in the southern and southeastern Brazil. It assumed that the richness of species and abundance of cladocerans were at their highest levels in the transitional regions, especially in the eutrophic reservoirs, while the  $\beta$  diversity and species dominance would be at their lowest level in this region and reservoirs. Cladoceran communities were sampled quarterly on the sub-surface, in the mixing zone and in the deepest layer of the water column, in three regions (fluvial, transition and lacustrine) of six reservoirs with different trophic levels (oligo to eutrophic) and during rainy and dry periods of 2002. The highest levels of richness of species were recorded both in an oligotrophic and a eutrophic reservoir; a great variation of this attribute was also recorded in the last one. On the other hand, the lowest average specific richness of species was observed in another oligotrophic reservoir, as well as a great variation on the

number of species. The highest average values of  $\beta$  diversity were in transitional regions of a mesotrophic reservoir and an oligotrophic reservoir. However, the largest variation was observed in the fluvial regions of a eutrophic reservoir. As for cladocerans' abundance, the highest values were found in eutrophic reservoirs while there were fewer organisms in oligotrophic reservoirs. Thus, the relationship between abundance and the reservoir's trophic levels was significant. The results do not support the hypothesis. However, it's suggested that the reservoirs' hydrodynamic highlighted by differences in the water stream's speed and flow due to the management of this environment were the predominant factors in the cladocerans specie diversity (specific richness of species and changes in the species composition). The abundance of these microcrustaceans was also influenced by the reservoirs' hydrodynamics, by the amount of available food (phytoplankton biomass) and the trophic level of each reservoir.

**Keywords:** Cladocerans; reservoirs; richness;  $\beta$  diversity; abundance.

## RESUMEN

### ENSAMBLAJES DE CLADÓCEROS EN EMBALSES DEL SUR Y SURESTE DE BRASIL.

El presente trabajo buscó evaluar los patrones de variación espacial y temporal de la riqueza de especies, diversidad y abundancia de cladóceros en embalses del sur y sureste de Brasil, asumiendo que los mayores valores de estos atributos ocurrirían en la región de transición de los embalses eutróficos durante el período lluvioso. Estos organismos fueron muestreados trimestralmente, en la sub-superficie, en la zona de mezcla y en la capa más profunda de la columna de agua, en tres regiones (fluvial, de transición y lacustre) de seis embalses con diferentes estados tróficos (oligo a eutrófico), en los períodos de lluvia y sequía de 2002. Los mayores y menores valores de riqueza de especies fueron registrados en los embalses oligotróficos. No fue posible verificar diferencias significativas de este atributo entre las regiones y los períodos hidrológicos. Para la diversidad, fueron verificados alteraciones mayores de la composición de los ensamblajes en uno de los embalses oligotróficos, y menores en uno de los embalses mesotróficos. Un único patrón de variación de esta diversidad entre las regiones tampoco fue encontrado, y temporalmente, se constató una tendencia a observar valores mayores en el período de sequía. La mayor abundancia de cladóceros fue registrada en los embalses eutróficos, y los menores valores en uno de los embalses oligotróficos. La diferencia del número de individuos entre los embalses, considerando el nivel trófico, fue significativa. En relación a las regiones muestreadas, en general, mayores abundancias fueron constatadas en las regiones lénticas (regiones de transición y lacustre), y el mayor número de individuos fue observado, significativamente, durante el período de sequía. Los resultados obtenidos en este estudio no corroboran la hipótesis levantada, teniendo en vista que no todos los atributos del ensamblaje presentaron el patrón previsto. Sin embargo, se sugiere que la hidrodinámica de los embalses, resaltada por las diferencias en la velocidad de la corriente y el caudal, en función del manejo de este ambiente, fueron factores preponderantes en la diversidad de especies de cladóceros (riqueza específica y alteración de la composición de especies). La abundancia de estos microcrustáceos también fue influenciada por esta hidrodinámica, y por la cantidad de alimento disponible (biomasa fitoplanctónica) y el nivel trófico de cada embalse.

**Palabras clave:** Cladóceros; embalses; riqueza; diversidad; abundancia.

## INTRODUÇÃO

A construção de reservatórios proporciona inúmeros benefícios econômicos e sociais, tais como reserva de água, fornecimento de energia através das hidrelétricas, irrigação, navegação e água para abastecimento público, fazendo com que esses ambientes recebam uma grande atenção no

Brasil (Tundisi 1999). No entanto essa construção provoca modificações marcantes nas bacias onde esses ambientes estão instalados, como alterações na paisagem local, aspectos econômicos, social e ambiental (Agostinho *et al.* 2007).

Essas modificações têm início com a alteração do fluxo do rio principal, tempo de retenção da água e o aporte de nutrientes, resultando em um

gradiente longitudinal com a formação de três regiões: fluvial, transição e lacustre, com diferentes taxas de sedimentação, concentração de nutrientes e alteração na produção primária (Kimmel *et al.* 1990), e por conseguinte na estruturação e dinâmica das comunidades aquáticas que persistem na bacia. Dentre essas comunidades, encontra-se a zooplânctônica, cujo estabelecimento e desenvolvimento passam a ser facilitados devido as novas condições ambientais, e em especial nas regiões de transição e lacustre, onde as alterações de fluxo são mais perceptíveis frente ao antigo fluxo contínuo e direcional do rio. De acordo com Kobayashi *et al.* (1998), a redução do fluxo de rios propicia o desenvolvimento de comunidades típicas de ambientes lênticos. Além disso, Marzolf (1990) sugeriu três modelos para a distribuição espacial da comunidade zooplânctônica em reservatórios, ao longo do gradiente rio-barragem, e em um dos modelos apontou que as regiões de transição podem apresentar os maiores valores de riqueza de espécies e abundância desta comunidade, pois esses locais tendem a apresentar uma maior disponibilidade de nutrientes, redução do fluxo de água e turbidez. Diversos estudos (Garrido & Bozelli 2000, Velho *et al.* 2005, Corgosinho & Pinto-Coelho 2006, Takahashi *et al.* 2005, Takahashi *et al.* 2009) realizados em reservatórios brasileiros têm corroborado com essa afirmativa.

Atividades realizadas no entorno dos reservatórios, como o lançamento de esgotos e ocupação desordenada do solo pela urbanização, agricultura e pecuária, também têm contribuído para a alteração da estruturação e dinâmica das comunidades planctônicas (Pinto-Coelho *et al.* 1999). Com essas atividades, geralmente, há entrada de uma grande quantidade de nutrientes, como nitrogênio e fósforo, alterando as características físicas, químicas e biológicas, ocasionado a eutrofização do ambiente (Bollmann & Andreoli 2005). A entrada de nutrientes altera a produção primária, com ocorrências de florações de algas cianofíceas, interferindo na quantidade e qualidade

de alimento disponível para os organismos consumidores da cadeia trófica, como o zooplâncton (Sampaio *et al.* 2002). Assim, avaliar a estrutura da comunidade zooplânctônica em reservatórios com diferentes graus de trofia nos permite incrementar o conhecimento sobre a relação entre a estrutura desta comunidade e o aumento da trofia em reservatórios.

Dentre os microcrustáceos presente na comunidade zooplânctônica, destacam-se os cladóceros, cuja alimentação esta baseada no fitoplâncton e detritos, o que os tornam um importante elo de transferência de energia entre os produtores primários e outros consumidores (Esteves 1998), além de responderem rapidamente aos impactos das alterações das condições físicas e químicas da água, podendo ser considerados como indicadores do estado trófico dos ambientes aquáticos (Gannon & Stemberger 1978).

Esse estudo teve como objetivo avaliar a riqueza de espécies, diversidade  $\beta$  e abundância dos cladóceros em três regiões (fluvial, transição e lacustre) de seis reservatórios, com diferentes graus de trofia, localizados em diferentes bacias hidrográficas dos Estados de São Paulo e do Paraná. Considerando essas duas abordagens (escala espacial e trofia), foi pressuposto, de acordo com os modelos de distribuição zooplânctônica em reservatórios propostos por Marzolf (1990), que a riqueza de espécies e a abundância do cladóceros fossem maiores na região transição, e em especial nos reservatórios eutróficos. Além disso, que diversidade  $\beta$  e dominância de espécies fossem menores nessa região e nesses reservatórios.

## MATERIAL E MÉTODOS

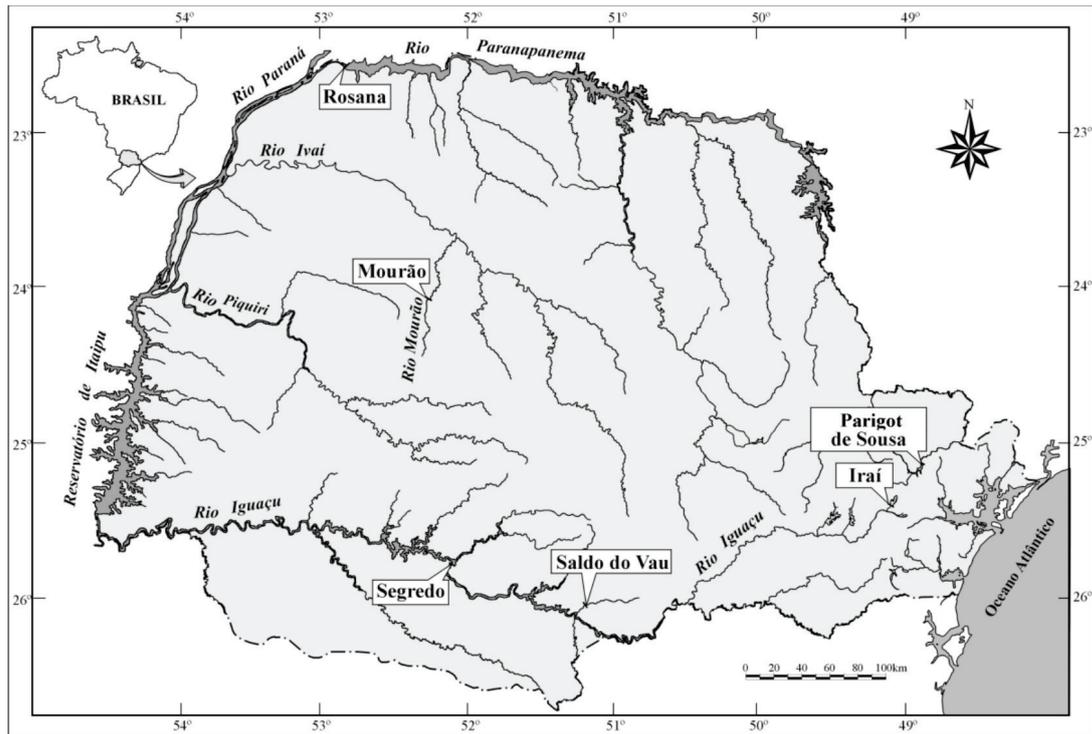
### ÁREA DE ESTUDO

Os reservatórios estudados estão localizados em diferentes bacias hidrográficas (Figura 1) e apresentam diferentes graus de trofia e usos múltiplos, como abastecimento de centros urbanos e produção de energia elétrica (Tabela 1).

**Tabela 1.** Características dos reservatórios estudados nos Estados do Paraná e São Paulo (reservatório de Irai, Parigot de Souza, Segredo, Mourão e Salto do Vau e Rosana) (Julio-Jr. et al. 2005, Pagioro et al. 2005a).

**Table 1.** Reservoirs features in Paraná and São Paulo States (Irai, Parigot de Souza, Segredo, Mourão, Salto do Vau and Rosana reservoirs) (Pagioro et al. 2005a).

Reservatório	Irai	Parigot de Souza	Rosana	Segredo	Mourão	Salto do Vau
<b>Coordenadas</b>	S-25°25'24" W-49°06'46"	S- 25°08'32" W-48°52'07"	S-22°36'24" W-52°51'50"	S-25°47'46" W-52°08'07"	S-24°06'25" W-52°19'45"	S 36°02'10" W-51°11'14"
<b>Bacia Hidrográfica</b>	Rio Iguaçú	Leste	Rio Paranapanema	Rio Iguaçú	Rio Ivaí	Rio Iguaçú
<b>Área (km<sup>2</sup>)</b>	14,4	13	220	80,4	11,2	0,4
<b>Regiões/Profundidade Média (m)</b>	Fluvial=0,5 Transição=4,5 Lacustre=7,0	Fluvial=8,4 Transição=16,3 Lacustre=35,8	Fluvial=12,0 Transição=13,0 Lacustre=24,5	Fluvial=18,5 Transição=37 Lacustre=105	Fluvial=1,5 Transição=7,5 Lacustre=8,0	Fluvial=1,2 Transição=2,4 Lacustre=3,1
<b>Nitrogênio Total (mg l<sup>-1</sup>)</b>	1.252,05 ±189,05	457,45 ± 235,53	389,13 ± 78,10	1.289,76 ±117,26	381,53 ± 82,73	327,01 ± 41,88
<b>Fósforo total (mg l<sup>-1</sup>)</b>	79,36 ± 7,30	20,22 ± 14,01	13,54 ± 6,82	26,18 ± 4,03	24,71 ±1,21	13,72 ± 1,61
<b>Clorofila <i>a</i> (mg l<sup>-1</sup>)</b>	41,61 ± 27,10	2,49 ± 2,51	0,98 ± 0,96	3,53 ± 2,71	3,68 ± 2,79	0,78 ± 1,38
<b>Grau de Trofia</b>	Eutrófico	Eutrófico	Mesotrófico	Mesotrófico	Oligotrófico	Oligotrófico
<b>Tempo de residência</b>	420 dias	40 dias	28 dias	50 dias	70 dias	1 dia
<b>Uso Principal</b>	Abastecimento	Geração de Energia	Geração de Energia	Geração de Energia	Geração de Energia	Geração de Energia



**Figura 1.** Localização dos reservatórios estudados nos estados do Paraná (reservatórios de Iraí, Parigot de Souza, Segredo, Mourão and Salto do Vau) e São Paulo (reservatório de Rosana).

**Figure 1.** Location of studied reservoirs in the Parana (Iraí, Parigot de Souza, Segredo, Mourão and Salto do Vau reservoir) and São o Paulo (Rosana reservoir) States.

### *Amostragem de campo e análise de laboratório*

As amostragens foram realizadas nas regiões fluvial, transição e lacustre dos reservatórios de Rosana (Estado de São Paulo), Parigot de Souza, Iraí, Salto do Vau, Segredo e Mourão (Estado do Paraná), nos meses junho, agosto, março e novembro de 2002.

As amostras foram obtidas na sub-superfície e na camada mais profunda da coluna da água. No caso da presença de termoclina, foi realizada mais uma coleta próxima a camada de mistura, sendo, no total, obtidas 156 amostras no total.

Os cladóceros foram coletados com o auxílio de moto-bomba (marca Sthil, modelo P835) e rede de plâncton com abertura de malha de 68 $\mu$ m, sendo filtrados 1000 litros de água por amostra, as quais foram fixadas com formaldeído a 4%, tamponada com carbonato de cálcio.

A riqueza de espécies da comunidade zooplânctônica foi realizada com auxílio de câmara de Sedgewick-Rafter, lâminas e laminulas, sob microscópio óptico (Olympus), até a estabilização da curva de riqueza de espécies com auxílio das

seguintes referências específicas: Sars (1901), Paggi (1972, 1973 a, b, 1975, 1976, 1979, 1983) Paggi & José de Paggi (1990), Rey & Vasquez (1986), Zoppi de Roa & Vasquez (1991) e Elmoor-Loureiro (1997, 2000).

Para a determinação da abundância, foram feitas sub-amostragens subsequentes com pipeta tipo Hensen-Stempel (2ml), onde foi contados o mínimo de 150 indivíduos no total das subamostragens, em câmaras de Sedgwick-Rafter, sob microscópio óptico. A abundância foi expressa em termos de indivíduos por metro cúbico (ind/m<sup>3</sup>), e posteriormente log transformada para as análises estatísticas.

### *ANÁLISE DOS DADOS*

O índice de diversidade  $\beta_2$  (Whittaker 1960) foi utilizado com objetivo de estimar a alteração da composição de espécie de cladóceros nas escalas locais (regiões fluvial, transição e lacustre) e no gradiente de trofia (oligotrófico, mesotrófico e eutrófico). Em relação à variação espacial dos reservatórios, foram avaliados somente os ambientes

que apresentaram mais de uma profundidade de amostragem na região fluvial (reservatórios de Parigot de Souza, Rosana, Segredo e Mourão), a fim de se estimar a alteração. Para essa análise, utilizou-se a equação:  $\beta_2 = [(R/\alpha_{\text{máx}}) - 1] / (N - 1)$ , onde: R é o número total de espécies encontradas em todas as amostras, N é o número total de amostras  $\alpha_{\text{máx}}$  é o valor máximo de riqueza de espécies no conjunto de N amostras analisadas (Wilson & Shmida 1984, Harrison *et al.* 1992, Blackburn & Gaston 1996).

A fim de avaliar a dominância de espécies e o número de espécies raras dentro das assembléias de cladóceros, em cada reservatório, foi elaborada uma curva de dominância de espécies (Odum & Barrett 2007), para cada um dos ambientes independente do período do ano.

As Análises de Variância (Anova 1-fator) (Sokal & Rohlf 1991) foram empregadas com intuito de avaliar as diferenças na riqueza de espécies, diversidade  $\beta$  e abundância dos cladóceros ( $p < 0,05$ ) nas escalas locais (regiões fluvial, transição e lacustre) e no gradiente de trofia (oligotrófico, mesotrófico e eutrófico). Os pressupostos de normalidade e homogeneidade da ANOVA foram previamente testados. A homogeneidade da variância foi avaliada através do teste de Levene, sendo a variância considerada homogênea quando  $p > 0,05$  (Sokal & Rohlf 1991). No caso de variância significativa dos atributos analisados, as médias foram comparadas através do Teste de Tukey, objetivando verificar quais as médias seriam significativamente diferentes entre si. Essa análise foi realizada com auxílio do pacote estatístico Statistica versão 5.0 (Statsoft Inc. 1996).

## RESULTADOS

### COMPOSIÇÃO DE ESPÉCIES

Durante o estudo realizado foram identificadas 40 espécies de cladóceros, distribuídas em 7 famílias, entre as quais estão Chydoridae (24 espécies), Daphniidae (5 espécies), Bosminidae (4 espécies), Sididae (2 espécies), Macrothricidae (2 espécies), Moinidae (2 espécies) e Ilyocryptidae (1 espécie) (Tabela 2).

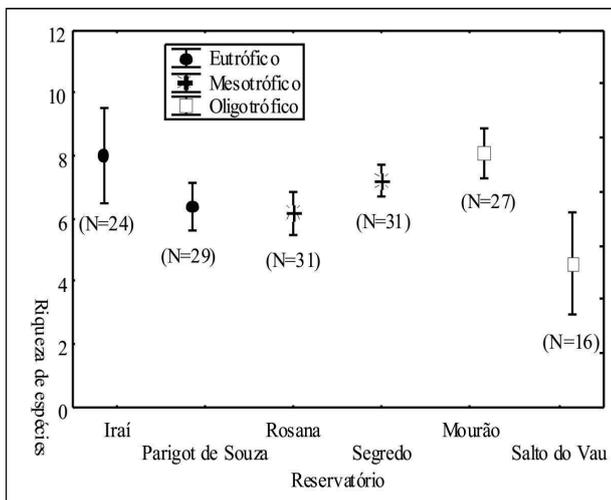
**Tabela 2.** Listagem das espécies registradas nos diferentes reservatórios; e regiões e profundidades amostradas, nos meses de março, junho, agosto, novembro de 2002.

**Table 2.** Cladoceran species registered in the different reservoirs, regions and depths in March, June, August and November of 2002.

<b>Bosminidae</b>	
<i>Bosmina hagmanni</i> Stingelin, 1904	<i>Bosmina freyi</i> (De Melo & Hebert, 1994)
<i>Bosmina tubicen</i> Brehm, 1939	<i>Bosminopsis deitersi</i> Richard, 1834
<b>Chydoridae</b>	
<i>Acroperus harpae</i> Baird, 1843	<i>Alonella dadayi</i> Birge, 1910
<i>Alona orsiani</i> (Sinev, 1998)	<i>Ephemeroporus barroisi</i> (Richard, 1894)
<i>Nicsmirnovius cf. fitzpatricki</i> (Chien, 1970)	<i>Euryalona occidentalis</i> Sars, 1901
<i>Alonapoppei</i> Richard, 1897	<i>Euryalona brasiliensis</i> Brehm & Thomsen, 1936
<i>Alona glabra</i> Guerne & Richard, 1893	<i>Leydigia ciliata</i> Gauthier, 1939
<i>Alonaguttata</i> Sars, 1862	<i>Leydigia leydigi</i> (Schoedler, 1863)
<i>Alona monacantha</i> Sars, 1901	<i>Leydigia</i> sp.
<i>Alona cf. verrucosa</i> Sars, 1901	<i>Notoalona globulosa</i> (Daday, 1898)
<i>Alona</i> sp. 1	<i>Pseudochydorus globosus</i> (Baird, 1850),
<i>Alona</i> sp. 2	<i>Kurzia latissima</i> (Kurz, 1874)
<i>Chydorus cf. eurynotus</i> Sars, 1901	<i>Graptoleberis occidentalis</i> Sars, 1901
<i>Chydorus sphaericus</i> (Muller, 1785)	<i>Pleuroxus cf. paraplesius</i> (Frey, 1993)
<b>Daphniidae</b>	
<i>Ceriodaphnia cornuta</i> Sars, 1886	<i>Daphnia laevis</i> Birge, 1978
<i>Ceriodaphnia cf. silvestrii</i>	<i>Simocephalus latirostris</i> Stingelin, 1906
<i>Daphnia gessneri</i> Herbst, 1967	
<b>Ilyocryptidae</b>	
<i>Ilyocryptus spinifer</i> Herrick, 1882	
<b>Macrothricidae</b>	
<i>Macrothrix laticornis</i> (Jurine, 1820)	<i>Macrothrix squamosa</i> (Sars, 1901)
<b>Moinidae</b>	
<i>Moina minuta</i> Hansen, 1899	<i>Moina reticulata</i> (Daday, 1905)
<b>Sididae</b>	
<i>Diaphanosoma birgei</i> Korineck, 1981	<i>Diaphanosoma spinulosum</i> Herbst, 1967

## RIQUEZA DE ESPÉCIES

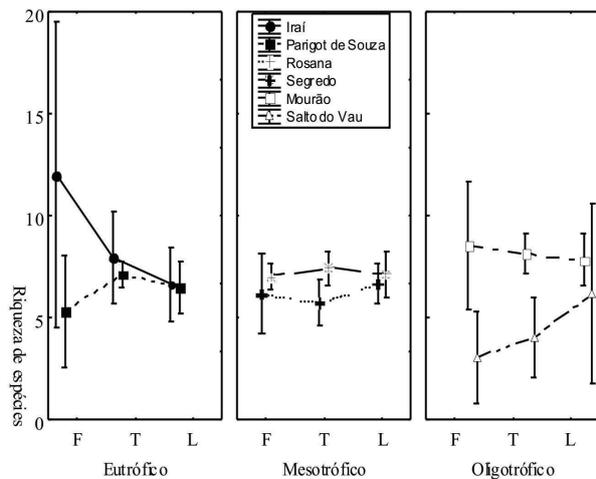
Em todo estudo, foram registradas de 1 a 18 espécies por amostra, e o maior número médio de espécies foram constatados em um dos reservatórios eutróficos (reservatório de Iraí), bem como uma expressiva variabilidade, e em um dos reservatórios oligotróficos (reservatório de Mourão); por outro lado, a menor riqueza específica média foi observada no outro reservatório oligotrófico (reservatório Salto do Vau), onde também foi registrada a maior variabilidade deste atributo das assembléias. Nos reservatórios mesotróficos foram encontrados valores médios do número de espécies semelhantes (Figura 2). Embora numericamente tenha sido observadas diferenças entre a riqueza de espécies entre os reservatórios/grau de trofia, a variação deste atributo não foi testada nessa escala espacial devido a homogeneidade de variância dos resultados. Este fato também foi válido para avaliar se a média do número de espécies diferia significativamente entre os reservatórios, considerando o menor esforço amostral do reservatório Salto do Vau; no entanto, os dados não foram heterogêneos.



**Figura 2.** Riqueza média da assembléia de cladóceros registrado nos reservatórios eutróficos (reservatórios de Iraí e Parigot de Souza), mesotróficos (reservatórios de Rosana e Segredo) e oligotróficos (reservatórios de Mourão e Salto do Vau), ao longo dos meses de estudo (março, junho, agosto e novembro de 2002) (símbolo= média, barra= erro padrão, N=número de amostras).

**Figure 2.** Mean species richness of the cladoceran assemblage registered the eutrophic (Iraí and Parigot de Souza reservoirs), mesotrophic (Rosana and Segredo reservoirs) and oligotrophic (Mourão and Salto do Vau reservoirs) reservoirs, during the study period (March, June, August and November 2002) (symbol= mean, bar= standard error).

Ao longo da escala espacial dentro de cada ambiente, os maiores valores médios deste atributo das assembléias foi constatado na região fluvial de um dos reservatórios eutróficos (reservatório do Iraí), bem como a maior variação; e os menores valores, nas regiões fluvial e transição de um dos reservatórios oligotróficos (reservatório Salto do Vau) (Figura 3). Não foram encontradas diferenças significativas na variação da riqueza de espécies entre as regiões dos reservatórios, independente do grau de trofia.



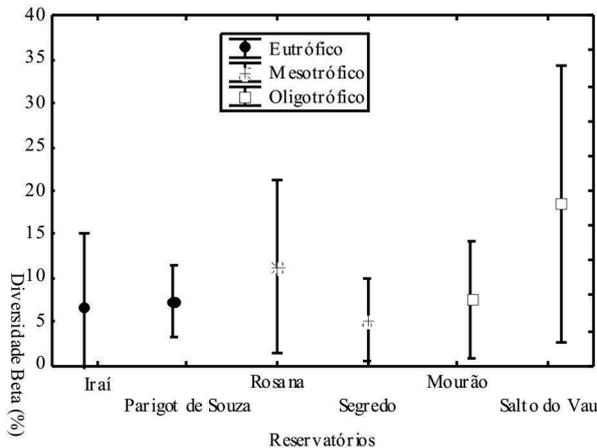
**Figura 3.** Riqueza média da assembléia de cladóceros registrada nas diferentes regiões (fluvial, transição e lacustre) dos reservatórios eutróficos (reservatórios de Iraí e Parigot de Souza), mesotróficos (reservatórios de Rosana e Segredo) e oligotróficos (reservatórios de Mourão e Salto do Vau), ao longo do período estudado (março, junho, agosto e novembro de 2002) (símbolo= média, barra= erro padrão).

**Figure 3.** Mean species richness of the cladoceran assemblages in the different regions (fluvial, transition and lacustrine) of eutrophic (Iraí and Parigot de Souza reservoirs), mesotrophic (Rosana and Segredo reservoirs) and oligotrophic (Mourão and Salto do Vau reservoirs) reservoirs, during the study period (March, June, August and November 2002) (symbol= mean, bar= standard error).

## ALTERAÇÃO DA COMPOSIÇÃO DE ESPÉCIES

Os maiores valores médios de diversidade  $\beta$  foram encontrados em um dos reservatórios oligotróficos (reservatório de Salto do Vau) e em outro mesotrófico (reservatório de Rosana), bem como a maior variação deste atributo da assembléia (Figura 4), e essa variação indica que as assembléias foram mais distintas nestes reservatórios. Por outro lado, os menores valores médios desta diversidade foram encontrados nos reservatórios eutróficos (reservatórios de Iraí e Parigot de Souza) e no outro mesotrófico (reservatório de Segredo). Esses resultados também

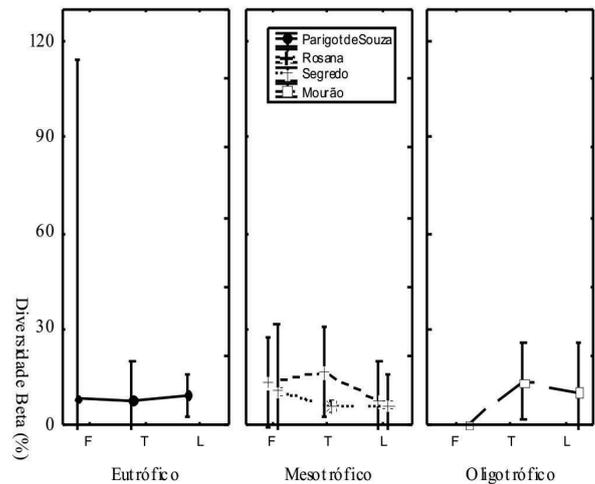
diferiram significativamente conforme o teste (Figura 4), e sugerem que as assembléias foram mais similares nestes reservatórios. Embora tenham sido registradas diferenças entre a alteração composição das assembléias nos reservatórios, estas não foram significativas.



**Figura 4.** Diversidade  $\beta$  média (%) da assembléia de cladóceros registrada nos reservatórios eutróficos (reservatórios de Iraí e Parigot de Souza), mesotróficos (reservatórios de Rosana e Segredo) e oligotróficos (reservatórios de Mourão e Salto do Vau), ao longo do período estudado (março, junho, agosto e novembro de 2002) (símbolo= média, barra= erro padrão).

**Figure 4.** Mean  $\beta$  diversity (%) of the cladoceran assemblage in the eutrophic (Iraí and Parigot de Souza reservoirs), mesotrophic (Rosana and Segredo reservoirs) and oligotrophic (Mourão and Salto do Vau reservoirs) reservoirs, during the study period (March, June, August and November 2002) (symbol= mean, bar= standard error).

A variação local da diversidade  $\beta$  foi estimada para as assembléias em um reservatório eutrófico, dois mesotróficos e um oligotrófico, devido ao número de amostras por região, permitindo estimar a alteração da composição das assembléias. Os maiores valores médios deste atributo foram nas regiões de transição de um reservatório mesotrófico (reservatório de Rosana) e outro oligotrófico (reservatório de Mourão); entretanto a maior variabilidade tenha sido observada na região fluvial do reservatório eutrófico (reservatório Parigot de Souza) (Figura 5). Esses resultados sugerem que a composição das assembléias foi distinta entre as regiões de transição em alguns reservatórios e, em especial, na região fluvial do reservatório eutrófico. Não foi constatada diferença significativa na alteração da composição da comunidade entre as regiões de amostragem, independente do reservatório/grau de trofia.

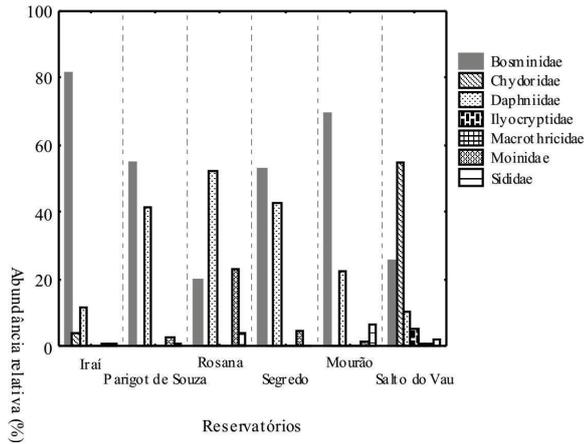


**Figura 5.** Diversidade  $\beta$  média da assembléia de cladóceros estimada nas diferentes regiões (fluvial, transição e lacustre) dos reservatórios eutrófico (reservatório Parigot de Souza), mesotróficos (reservatórios de Rosana e Segredo) e oligotrófico (reservatório de Mourão), ao longo do período estudado (março, junho, agosto e novembro de 2002) (símbolo= média, barra= erro padrão).

**Figure 5.** Mean  $\beta$  diversity of the cladoceran assemblages in the different regions (fluvial, transition and lacustrine) of eutrophic (Parigot de Souza reservoir), mesotrophic (Rosana and Segredo reservoirs) and oligotrophic (Mourão reservoir) reservoirs, during the study period (March, June, August and November 2002) (symbol= mean, bar= standard error).

## ABUNDÂNCIA DOS ORGANISMOS

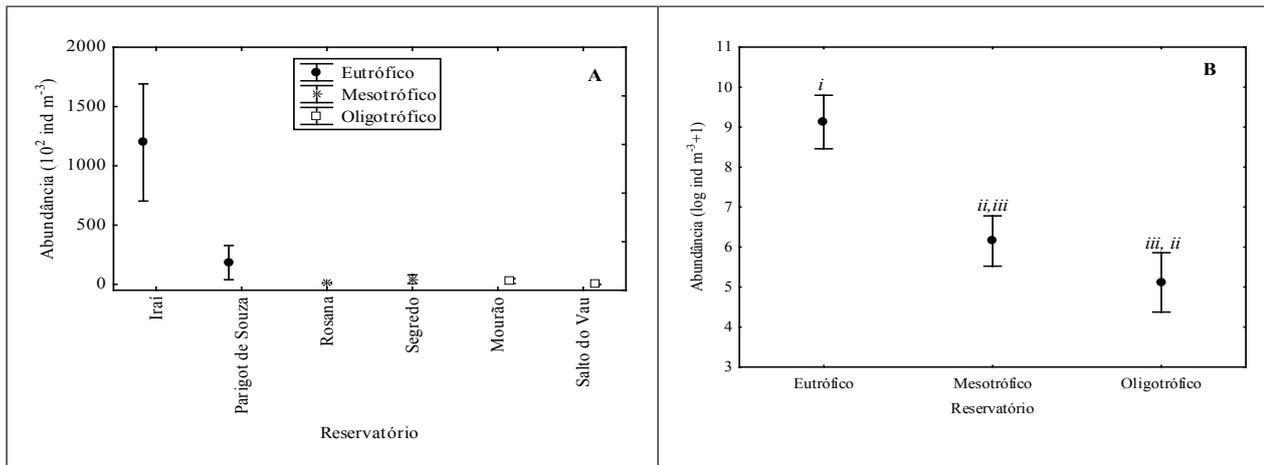
As famílias de cladóceros predominaram numericamente de maneira distinta nos reservatórios. Bosminidae foi a que mais se destacou nos reservatórios, apresentando elevada abundância relativa nos reservatórios eutróficos (82% no reservatório de Iraí e 55% no reservatório de Parigot de Souza), e em um reservatório oligotrófico (70% no reservatório de Mourão). Essa família foi numericamente expressiva ainda em um reservatório mesotrófico (52% no reservatório de Segredo), juntamente com Daphniidae (43%); no entanto, os dafnídeos foram mais abundantes em outro reservatório mesotrófico (52% no reservatório de Rosana). Chyroridae foi a família mais importante em um reservatório oligotrófico (55% no reservatório de Salto do Vau). Neste reservatório foi constatada a contribuição numérica de todas as famílias (Figura 6). A significância da variação da abundância relativa das famílias entre os reservatórios/grau de trofia não foi testada devido à homogeneidade dos resultados.



**Figura 6.** Abundância relativa (%) das famílias de cladóceros registrados nos reservatórios eutróficos (reservatórios de Iraí e Parigot de Souza), mesotróficos (reservatórios de Rosana e Segredo) e oligotróficos (reservatórios de Mourão e Salto do Vau), ao longo do período estudado (março, junho, agosto e novembro de 2002).

**Figure 6.** Relative abundance of the cladoceran families in the eutrophic (Iraí and Parigot de Souza reservoirs), mesotrophic (Rosana and Segredo reservoirs) and oligotrophic (Mourão and Salto do Vau reservoirs) reservoirs, during the study period (March, June, August and November 2002).

A abundância das assembléias de cladóceros, por amostra, variou de 5 ind m<sup>-3</sup> a 360.687 ind m<sup>-3</sup>. Os maiores valores médios do número de indivíduos foram observados nos reservatórios eutróficos (reservatórios de Iraí, 118 a 360.687 ind m<sup>-3</sup> e Parigot de Souza, 5 a 181.332 ind m<sup>-3</sup>). Nos demais reservatórios, as assembléias apresentaram abundâncias médias similares (reservatórios de Segredo, 46 a 41.736 ind m<sup>-3</sup>; Mourão, 30 a 24.824 ind m<sup>-3</sup> e Salto do Vau, 2 a 42 ind m<sup>-3</sup>), embora uma menor abundância média fosse registrada em um dos reservatórios mesotróficos (reservatório de Rosana, 12 a 6.514 ind m<sup>-3</sup>) (Figura 7A). As abundâncias registradas nos reservatórios eutróficos foram significativamente diferentes daquelas verificadas nos reservatórios mesotróficos e oligotróficos ( $F_{(2,153)} = 35,316$ ;  $p=0,0001$ ) (Figura 7B).

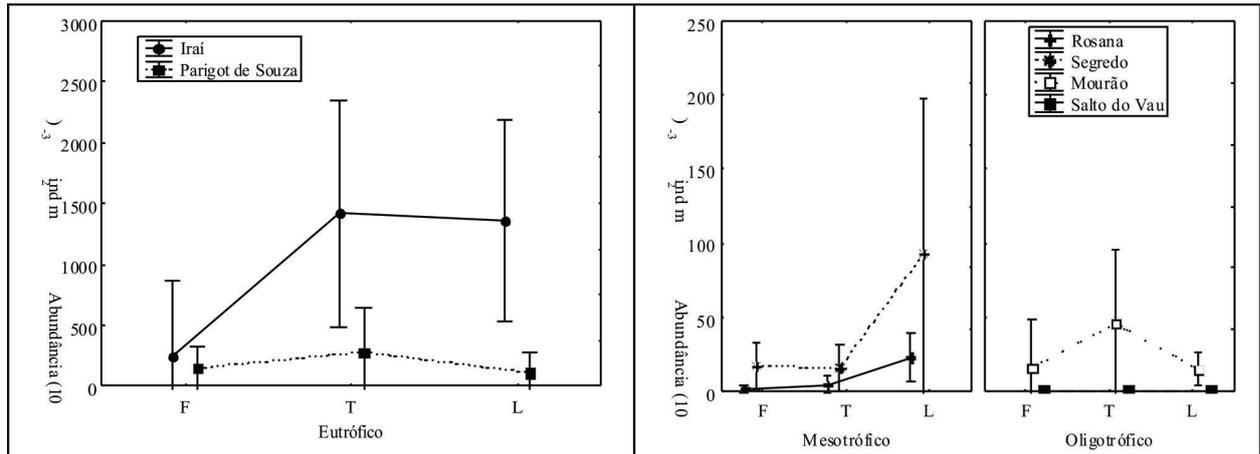


**Figura 7.** Abundância média dos cladóceros registrada nos reservatórios eutróficos (reservatórios de Iraí e Parigot de Souza), mesotróficos (reservatórios de Rosana e Segredo) e oligotróficos (reservatórios de Mourão e Salto do Vau), ao longo do período estudado (março, junho, agosto e novembro de 2002) (símbolo= média, barra= erro padrão) (A) e a variação significativa da abundância entre os graus de trofia, conforme as análises de variância e o teste de Tukey (símbolo= média, barra= desvio padrão) (B).

**Figure 7.** Mean cladoceran assemblage abundance registered in the eutrophic (Iraí and Parigot de Souza reservoirs), mesotrophic (Rosana and Segredo reservoirs) and oligotrophic (Mourão and Salto do Vau reservoirs) reservoirs, during the study period (March, June, August and November 2002) (symbol= mean, bar= standard error) (A) and the significant variance of the abundance among the trophic degree, according to the variance analyzes and Tukey test (symbol= mean, bar= standard deviation) (B).

Em relação à escala local estudada, foram verificadas maiores abundâncias médias na região de transição, principalmente nos reservatórios eutróficos (reservatórios de Iraí e Parigot de Souza), e os menores valores médios, na região fluvial, e em especial nos reservatórios oligotróficos (reservatórios

de Mourão e Salto do Vau). Uma maior variação deste atributo da assembléia foi constada nas regiões de transição e lacustre (Figura 8). Não foram encontradas diferenças significativas na variação da abundância dos cladóceros entre as regiões, independente do reservatório/grau de trofia.



**Figura 8.** Abundância média do cladóceros registrada nas diferentes regiões (fluvial, transição e lacustre) dos reservatórios eutrófico (reservatório Parigot de Souza), mesotróficos (reservatórios de Rosana e Segredo) e oligotrófico (reservatório de Mourão), ao longo do período estudado (março, junho, agosto e novembro de 2002) (símbolo= média, barra= erro padrão).

**Figure 8.** Mean abundance of the cladoceran assemblages in the different regions (fluvial, transition and lacustrine) of eutrophic (Parigot de Souza reservoir), mesotrophic (Rosana and Segredo reservoirs) and oligotrophic (Mourão reservoir) reservoirs, during the study period (March, June, August and November 2002) (symbol= mean, bar= standard error).

### DOMINÂNCIA DE ESPÉCIES

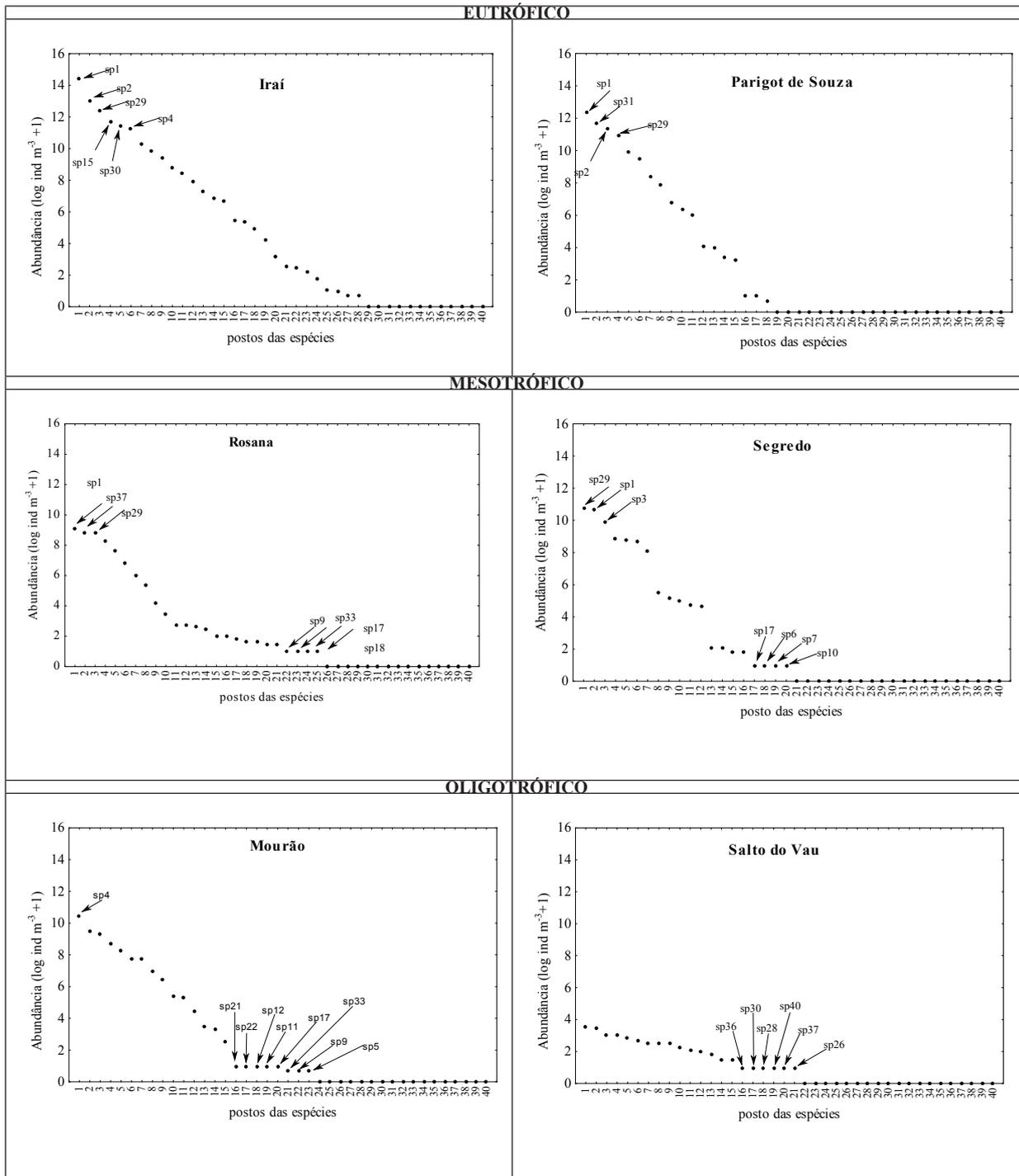
Em geral, um maior número de espécies dominantes e um reduzido número de espécies raras foram constatados nos reservatórios eutróficos (reservatório de Irai e Parigot de Souza), e em um dos reservatórios mesotrófico (reservatório de Segredo). Por outro lado, no outro reservatório mesotrófico (reservatório de Rosana) e nos reservatórios oligotróficos (reservatórios de Mourão e Salto do Vau) foi registrado um grande número de espécies raras (Figura 9).

Em relação às espécies dominantes também foram verificados padrões diferentes entre os reservatórios/ grau de trofia. *Bosmina hagamanni* (sp1), *Bosmina longirostris* (sp2), *Ceriodaphnia cornuta* (sp29) dominaram nos reservatórios eutróficos, além de *Chydorus eurynotus* (sp15), *Ceriodaphnia cf silvestri* (sp30) e *Bosminopsis deitersi* (sp4) (reservatório do Irai) (abundância > 93.978 ind m<sup>-3</sup>) e *Daphnia gessneri* (sp31) (reservatório Parigot de Souza) (abundância > 56.653 ind m<sup>-3</sup>) (Figura 9).

*Bosminopsis deitersi* (sp4) foi, ainda, espécie dominante em um dos reservatórios oligotróficos (reservatório de Mourão) (34.360 ind m<sup>-3</sup>), enquanto que *Leydigia* sp. (sp21), *Leydigia ciliata* (sp22), *Alona cf verrucosa* (sp12), *Alona monocantha* (sp11), *Disparalona daday* (sp 17), *Simocephalus laticornis* (sp 33), *Alona glabra* (sp9), *Acroperus*

*harpa* (sp5) formaram o conjunto de espécies raras deste reservatório (abundância < 2 ind m<sup>-3</sup>). No outro reservatório oligotrófico (reservatório do Salto do Vau), não foi possível constatar a dominância de espécies dentro da assembléia de cladóceros; entretanto, foi observado um expressivo número de espécies raras (abundância < 2 ind m<sup>-3</sup>), tais como *Macothrix spinosa* (sp36), *Ceriodaphnia cf silvestri* (sp30), *Pleuroxus paraplesioides* (sp28), *Diaphanosoma spinulosum* (sp40), *Moina minuta* (sp37) e *Kurzia latissima* (sp26) (Figura 9).

*Bosmina hagamanni* (sp1), *Moina minuta* (sp37) e *Ceriodaphnia cornuta* (sp29) foram as espécies dominantes (abundância > 6.946 ind m<sup>-3</sup>) em um dos reservatórios mesotróficos (reservatório de Rosana); enquanto que *Alona glabra* (sp9), *Simocephalus laticornis* (sp33) e *Disparalona daday* (sp17), assim como verificado em um dos reservatórios oligotróficos (reservatório de Mourão) e *Ephemeropeporus barroisi* (sp18) foram consideradas como espécies raras (abundância < 2 ind m<sup>-3</sup>). *Ceriodaphnia cornuta* (sp29), *Bosmina hagamanni* (sp1) e *Bosmina longirostris* (sp3) foram as espécies dominantes (abundância > 20.365 ind m<sup>-3</sup>) no outro reservatório mesotrófico (reservatório de Segredo). Por outro lado, *Disparalona daday* (sp17), *Alona afinis* (sp 6), *Alona eximia* (sp7) e *Alona gutatta* (sp10) formaram o grupo de espécies raras (abundância < 2 ind m<sup>-3</sup>) neste reservatório (Figura 9).



**Figura 9.** Curva do componente de dominância da abundância das espécies registradas nos reservatórios eutrófico (reservatório Parigot de Souza), mesotróficos (reservatórios de Rosana e Segredo) e oligotrófico (reservatório de Mourão), ao longo do período estudado (março, junho, agosto e novembro de 2002).

**Figure 9.** Curve dominance component of species abundance recorded in the different regions (fluvial, transition and lacustrine) of eutrophic (Parigot de Souza reservoir), mesotrophic (Rosana and Segredo reservoirs) and oligotrophic (Mourão reservoir) reservoirs, during the study period (March, June, August and November 2002).

## DISCUSSÃO

Os maiores valores de riqueza encontrados em um dos reservatórios eutróficos e em um dos oligotróficos,

bem como o menor número de espécies no outro oligotrófico estiveram relacionados, primeiramente, com a dinâmica do reservatório, ao invés do grau de trofia. O reservatório trófico apresenta pequena

profundidade e elevadíssimo tempo de residência da água, favorecendo o estabelecimento de comunidades zooplancônicas, devido à prevalência de características lênticas no ambiente. Além disso, esse reservatório apresenta uma elevada concentração de nutrientes, que, juntamente com as características anteriores, certamente propicia uma maior produção primária, refletida em uma maior biomassa fitoplanctônica (Train *et al.* 2005), disponibilizando, assim, uma maior quantidade de alimento para os cladóceros.

No reservatório oligotrófico, o tempo de residência da água também é alto, além disso, foi constatada a grande contribuição de espécies planctônicas (12 espécies) e não planctônicas (11 espécies) no compartimento pelágico. O pequeno tamanho desse reservatório, possivelmente, propiciou um maior intercâmbio de fauna entre os compartimentos litorâneo, pelágico e bentônico do reservatório. A presença de espécies não planctônicas no compartimento pelágico de ambientes aquáticos, influenciando expressivamente a riqueza dos cladóceros, é uma característica comum em reservatórios (Panarelli *et al.* 2003, Velho *et al.* 2005).

Por outro lado, os menores valores encontrados no outro reservatório oligotrófico estiveram relacionados ao reduzido tempo de residência da água e, por conseguinte, a elevada velocidade de corrente constante. Segundo Marzolf (1990), em ambiente com elevado fluxo de corrente, o transporte dos organismos tende a ser maior do que a taxa reprodutiva, o que dificulta o desenvolvimento de grandes populações. Essas características também favoreceram a predominância de espécies não planctônicas (14 espécies) em relação às planctônicas (8 espécies). Segundo Lansac-Tôha *et al.* 1999, valores elevados de correnteza, favorecem a entrada de espécies não planctônicas que vivem na vegetação litorânea para o compartimento pelágico, contribuindo para a riqueza zooplancônica.

As diferenças dessa hidrodinâmica também foram constatadas dentro de cada reservatório, sendo essas diferenças determinantes para os maiores e menores valores de riqueza específica registrados na região fluvial de um reservatório eutrófico e outro oligotrófico, respectivamente. No reservatório eutrófico, o maior número de espécies foi devido à contribuição de espécies presentes em outros

compartimentos do reservatório, como planícies e lagoas marginais. Esse intercâmbio de fauna entre compartimentos já foi discutido anteriormente, mas a presença de vegetação alagada, nesta região, também pode permitir uma maior disponibilidade de habitats a serem colonizados, contribuindo para o aumento da riqueza de espécies no plâncton (Betsil & Van Den Avyle 1994, Nogueira 1996, Güntzel 2000). Por outro lado, os menores valores do número de espécies nas regiões fluvial e transição do reservatório de menor tempo de residência estiveram relacionados, mais uma vez, a elevada e constante velocidade de corrente.

A maior abundância de cladóceros registrado em um dos reservatórios eutróficos esteve relacionada com o maior grau de trofia deste ambiente, sugerindo a importância da disponibilidade de alimento. Neste reservatório foi constatada também uma grande variedade e quantidade de alimento, como bactérias, flagelados, ciliados e fitoplâncton (Pagioro *et al.* 2005b, Train *et al.* 2005). A relação direta entre a abundância destes microcrustáceos e o incremento do grau de trofia dos ambientes aquáticos é um fator comumente registrado em outros reservatórios (Watson *et al.* 1997). Outro fator que pode ter influenciado os altos valores de abundância dos cladóceros nesse reservatório foi o elevado tempo de residência da água (420 dias), que permite a estabilização da população dos cladóceros, devido as características lênticas, em grande parte do ambiente, e, por conseguinte, também uma maior disponibilidade de alimento (Tundisi & Calijuri 1990, Rocha *et al.* 1999). Ressalta-se que a análise de variância e o teste de Tukey evidenciaram diferenças na abundância dos cladóceros em relação ao grau de trofia dos reservatórios, com a formação de dois grupos: reservatórios eutróficos e reservatórios oligotróficos mais os mesotróficos.

Em geral, as maiores abundâncias foram registradas nas regiões lacustres e de transição dos reservatórios eutróficos, com menor velocidade de corrente, com características lênticas, que propiciam o maior desenvolvimento das populações planctônicas (Takahashi *et al.* 2005, Velho *et al.* 2005). Nas regiões de transição e lacustre, foram constatadas também uma maior disponibilidade de recursos alimentares, principalmente em um dos reservatórios eutróficos, com maior tempo de residência da água (Train *et al.*

2005). Kimmel *et al.* (1990) ressaltam que a maior produção fitoplanctônica é encontrada na região de transição dos reservatórios devido à redução da velocidade de corrente e uma expressiva concentração de nutrientes. Esse mesmo padrão foi observado em outros trabalhos realizados sobre o zooplâncton em reservatórios brasileiros (reservatórios de Segredo e Corumbá), onde os autores destacaram os mesmos fatores (Lopes *et al.* 1997, Takahashi *et al.* 2005).

Elevadas e reduzidas diferenças da composição de espécies (diversidade  $\beta$ ) também estiveram relacionadas à hidrodinâmica dos reservatórios. As maiores alterações das assembléias foram constatadas na região de transição do reservatório com menor tempo de residência da água, oligotrófico, e em outro reservatório, também, com reduzido tempo de residência, mesotrófico. Por outro lado, as menores alterações da composição foram encontradas em um dos reservatórios eutróficos, com maior tempo de residência da água, e em outro eutrófico e mesotrófico, com valores intermediários do tempo de residência da água. Isto indica que a composição específica dos cladóceros se altera menos quando o grau de trofia dos reservatórios é maior, pois em ambientes eutrofizados existe uma maior amplitude de recursos, o que permite maior especialização de nichos evitando a competição zooplanctônica. Ao contrário, quando a trofia diminui, a hidrodinâmica do ambiente pareceu ser mais importante para a composição do grupo. Assim, a maior disponibilidade do alimento disponível mantém composições similares, provavelmente devido a uma menor competição (Matsumura & Tundisi *et al.* 1990).

Considerando a abundância das famílias e a dominância de espécies nos reservatórios, as famílias Bosminidae e Daphniidae foram as mais representativas na maioria dos reservatórios estudados, assim como em outros estudos realizados por Sampaio *et al.* 2002, Lansac-Tôha *et al.* 2005, Ghindini *et al.* 2009, pois essas são comumente dominantes em ambientes lênticos. A família Bosminidae foi a mais representativa na maioria dos ambientes. Esse resultado, provavelmente, está relacionado com a característica planctônica dessa família, além da capacidade de várias espécies dessa família em se alimentar de uma grande variedade de alimento. Essa família foi ainda considerada importante em dois

reservatórios abordados nesse estudo em períodos anteriores, sendo estes os reservatórios de Segredo (Lopes *et al.* 1997) e Iraí (Serafim-Jr. *et al.* 2003).

As espécies tipicamente planctônicas são numericamente predominantes na maioria dos reservatórios tropicais, como *Bosmina hagamani*, *Bosmina longirostris*, *Bosminopsis deitersi*, *Ceriodaphnia cornuta*, *Daphnia gessneri*, e *Moina minuta* (Lopes *et al.* 1997, Espíndola *et al.* 2000, Melão & Rocha 2000, Nogueira 2001, Sampaio *et al.* 2002, Serafim-Jr. 2002, Serafim-Jr. *et al.* 2003, Takahashi *et al.* 2005).

Pôde-se ressaltar que os bosminídeos predominaram numericamente nos dois reservatórios eutrofizados, em um dos reservatórios mesotróficos e em um dos reservatórios oligotróficos, onde os itens alimentares foram os mais diversos, destacando-se desde bactérias até cianofíceas filamentosas (Pagioro *et al.* 2005a, Train *et al.* 2005). A abundância de partículas alimentares de pequeno tamanho, como as bactérias em reservatórios eutróficos, representam um importante recurso alimentar para espécies zooplanctônicas de menor tamanho, sendo essa uma das razões para o desenvolvimento desses organismos em condições adversas como em ambientes eutrofizados (Monakov 2003).

As espécies *Bosmina hagamani* e *B. longirostris* tiveram as suas maiores abundâncias registradas nos reservatórios eutróficos. Apesar de ter ocorrido florações de cianobactérias tóxicas, como *Microcystis aeruginosa* e *Cylindrospermopsis raciborskii*, em um dos reservatórios eutróficos, essas não impediram altos valores de riquezas de fitoplâncton (Train *et al.* 2005), aumentando a disponibilidade e a qualidade de alimento para os cladóceros. Ainda de acordo com Ferrão-Filho & Azevedo (2003) e Ferrão-Filho *et al.* (2000), nem sempre a presença das cianobactérias é negativa sobre o zooplâncton, pois a toxicidade dependerá do tamanho das colônias de cianobactérias presentes e do tamanho do zooplâncton. Ainda, Serafim-Júnior *et al.* 2005, atribuiu à dominância de Cyanophyceae, como sendo o fator responsável pelas elevadas abundâncias do zooplâncton no reservatório de Iraí. Outros estudos demonstraram que a presença desses cladóceros são frequentemente registrados em ambientes em avançado processo de eutrofização, como os reservatórios do Funil (RJ) (Branco *et al.*

2002), Barra Bonita (SP) (Matsumura-Tundisi 1999), Iraí (PR) (Serafim-Jr. *et al.* 2003).

A espécie *Bosminopsis deitersi* foi numericamente importante em um dos reservatórios oligotróficos, e estudos realizados por Wisniewski *et al.* (2000) e Sampaio *et al.* (2002) em diferentes reservatórios ressaltam a ocorrência dessa espécie com o baixo grau de trofia dos ambientes.

A espécie *Moina minuta*, foi a mais representativa em um reservatório mesotrófico, pois essa tem como característica sobreviver em ambientes com características de oligo a mesotrófico, que apresentam déficit de oxigênio, alta temperatura e baixa transparência da água (Branco *et al.* 2007). Outro fator que possivelmente influenciou a alta frequência desse organismo foi a alimentação. Nesse reservatório mesotrófico, onde *Moina minuta* foi representativa, observou alta abundância de algas da Classe Cryptophyceae (Train *et al.* 2005), demonstrando uma relação positiva entre essa espécie de cladócero e as algas dessa classe. De acordo com Ferrão-Filho *et al.* 2003, existe uma preferência alimentar de indivíduos da família Moinidae por fitoplâncton de pequeno porte. Diversos estudos em reservatórios têm demonstrado que essa espécie possui ampla distribuição espacial, inclusive em reservatório com características mesotróficas (Serafim-Jr. 2002, Nogueira 2001, Lopes *et al.* 1997).

O predomínio numérico de Daphniidae, em um dos reservatórios mesotróficos pode estar relacionado com a reduzida concentração de material em suspensão (Pagioro *et al.* 2005a), sendo que alguns estudos mostraram a redução da abundância de dafnídeos com o aumento da turbidez. Segundo Wolfinbarger (1999), altos valores de material em suspensão afetam negativamente a população de Daphniidae, devido a uma variedade de mecanismos, incluindo a alteração na eficiência de assimilação e nas taxas de filtração. A espécie mais representativa dentro da família Daphniidae foi a *Ceriodaphnia cornuta*, sendo que essa dominância pode estar relacionada à sua ampla adaptação, tanto fisiológica quanto morfológica, podendo viver em ambientes de condições que variam entre oligotrofia e hipertrofia (Sampaio *et al.* 2002).

A única espécie não planctônica e tipicamente litorânea que dominou a assembléia dos cladóceros foi *Chydorus eurynotus*, principalmente em um dos reservatórios eutróficos. Representantes da família Chydoridae são tipicamente litorâneas e a sua presença na zona liminética é acidental, a espécie *C. eurynotus* é encontradas com certa abundância em reservatórios brasileiros como no reservatório de Jurumirim (Estado de São Paulo) e no reservatório de Iraí (Ghidini *et al.* 2009).

Podemos destacar que o grau de trofia e consequentemente a qualidade e a quantidade de alimentos foi fator determinante para a dominância das espécies nos reservatórios estudados. De acordo com Matsumura-Tundisi & Tundisi (2005), existe uma relação direta entre a predominância de algumas espécies de cladóceros e a composição e a abundância do fitoplâncton. A capacidade de ingestão de distintos tipos de algas tem relação direta com o tamanho e formato do aparato bucal das diferentes espécies de microcrustáceos (Lampert 1987) e com a forma, tamanho, composição bioquímica, palatabilidade e presença de bainha mucilagínosa das algas (Ferrão-Filho *et al.* 2000).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos nesse estudo não corroboram totalmente a hipótese levantada, ou seja, que os maiores valores de riqueza, diversidade  $\beta$  e abundância seriam observadas na região transição dos reservatórios eutróficos, tendo em vista que nem todos esses atributos da assembléia apresentaram esse padrão. Entretanto, sugere-se que a hidrodinâmica dos reservatórios, regidas pelas diferenças da velocidade de corrente e a vazão, em função do manejo deste ambiente, foi um fator preponderante na diversidade de espécies de cladóceros (riqueza específica e alteração da composição de espécies). Em relação à abundância os maiores valores encontraram-se na região de transição dos reservatórios eutróficos, corroborando parcialmente a hipótese proposta, sendo essa também influenciada pela hidrodinâmica. Para a dominância de espécies, a qualidade e a quantidade de recursos alimentares, determinadas pelo grau de trofia dos reservatórios estudados, foram fatores que influenciaram esse atributo.

**AGRADECIMENTOS:** Ao Dr. Luiz Felipe Machado Velho pelas sugestões; ao Pronex/CNPq pelo desenvolvimento do projeto; ao Núcleo de Pesquisa em Limnologia, Ictiologia e Aquicultura e ao Programa de Pós-Graduação em Ambientes Aquáticos Continentais por todo apoio logístico; a CAPES e ao CNPq pelas bolsas estudo.

## REFERÊNCIAS

- AGOSTINHO, A.A.; GOMES, L.C. & PELICICE, F.M. 2007. *Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil*. Maringá, PR. Eduem, 501 p.
- BETSIL, R.K. & VAN DEN AVYLE, M.L. 1994. Spatial heterogeneity of reservoir zooplankton: a matter of timing? *Hydrobiologia*, 109: 251-263.
- BOLLMANN, H. A. & ANDREOLI, O.R. 2005. Água no sistema urbana. Pp.83-119. In: C.V Andreoli & C. Carneiro (eds.). *Gestão Integrada de Mananciais de Abastecimento Eutrofizados*. Capital, Curitiba, PR. 500 p.
- BRANCO, W.C.C.; ROCHA, M.I.A; PINTO, F.S.P; GÔMARA, G.A. & DE FILIPPO, R. 2002. Limnological features of Funil Reservoir (RJ, Brazil) and indicator properties of rotifers and cladocerans of zooplankton community. *Lakes & Reservoir and Management*, 7: 87-92.
- BRANCO, C.W.C.; KOZLOWSKY-SUZUKI, B. & ESTEVES, F.A. 2007. Environmental changes and zooplankton temporal and spatial variation in a disturbed brazilian coastal lagoon. *Brazilian Journal of Biology*, 67(2): 251-262.
- CORGOSINHO, P.H.C. & PINTO-COELHO, R.M. 2006. Zooplankton biomass, abundance and allometric patterns along an eutrophic gradient at Furnas Reservoir (Minas Gerais, Brazil). *Acta Limnologica Brasiliensia*, 182: 213-224.
- ELMOOR-LOUREIRO, M.A.L. 1997. *Manual de identificação de cladóceros límnicos do Brasil*. Universa, Brasília, DF. 156pp.
- ELMOOR-LOUREIRO, M.A.L. 2000. Ocorrência de *Scapholeberis armata freyi* Dumont e Pensaert (Crustacea, Anomopoda, Daphniidae) no Estado de São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 17: 301-302.
- ESPÍNDOLA, E.L.G.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; RIETZELER, A.C & TUNDISI, J.G. 2000. Spatial heterogeneity of the Tucuruí Reservoir (State of Pará, Amazonia, Brazil) and the distribution of zooplanktonic species. *Revista Brasileira de Biologia*, 60: 179-194.
- ESTEVES, F. 1998. *Fundamentos de Limnologia*. Interciência, Rio de Janeiro, RJ. 602p.
- FERRÃO-FILHO A.S.; AZEVEDO S.M.F.O. & DEMOTT W.R. 2000. Effects of toxic and non-toxic cyanobacteria on the life history of tropical and temperate cladocerans. *Freshwater Biology*, 43: 1-19.
- FERRÃO-FILHO, A.S. & AZEVEDO, S.M.F.O. 2003. Effects of unicellular and colonial forms of toxic *Microcystis aeruginosa* from laboratory cultures and natural populations on tropical cladocerans. *Aquatic Ecology*, 37: 23-35.
- GANNON, J.E. & STEMBERGER, R.S. 1978. Zooplankton (especially crustaceans and rotifers) as indicators of water quality. *Transactions of the American Microscopical Society*, 97: 16-35.
- GARRIDO, A.V. & BOZELLI, R.L. 2000. The study of zooplankton during the filling of the Serra da Mesa Reservoir, Tocantins River (GO, Brazil). *Verhandlungen Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie*, 27: 2875-2878.
- GHINDINI, A.R.; SERAFIM-JR., M.; PERBICHE-NEVES, G. & DE BRITO, L. 2009. Distribution of planktonic cladocerans (Crustacea: Branchiopoda) of a shallow eutrophic reservoir (Paraná State, Brazil) *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 4: 294-305.
- GÜNTZEL, A. 2000. Variações espaço-temporais da comunidade zooplanctônica nos reservatórios do médio e baixo Tietê/Paraná, SP. *Tese de Doutorado*. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, São Paulo. 445p.
- HARRISON, S.; ROSS, S.J. & LAETON, J.H. 1992. Beta diversity on geographic gradients in Britain. *Journal of Animal Ecology*, 61: 151-158.
- JÚLIO JÚNIOR, H.F.; THOMAZ, S.M.; AGOSTINHO, A.A. & LATINI, J.D. 2005. Distribuição e caracterização dos reservatórios. Pp 1-16. In: L. Rodrigues; S.M. Thomaz, A.A. Agostinho & L.C. Gomes (eds.). *Biocenoses em reservatórios: padrões espaciais e temporais*. RIMA, São Carlos, SP. 321p.
- KIMMEL, B.L.; LINDE, O.T. & PAULSON, L.J. 1990. Reservoir primary production Pp.133-193. In: K.W. Thornton, B.L. Kimmel & F.E. Payne (eds.). *Reservoir Limnology: Ecological perspectives*. John Wiley & Sons, New York. 246p.
- KOBAYASHI, T.; SHIEL, R.; GIBBS, P. & DIXON, P. 1998. Freshwater zooplankton in the Hawkesbury-Nepean River: comparison of community structure with other rivers. *Hydrobiologia*, 377(1):133-145.
- LAMPERT, W. 1987. Laboratory studies on zooplankton-cyanobacteria interactions. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 21: 438-490.

- LANSAC-TÔHA, F.A.; VELHO, L.F.M. & BONECKER, C.C. 1999. Pp 347-374. Estrutura da comunidade zooplanctônica antes e após a formação do reservatório de Corumbá-GO. In: R. Henry (ed.). Ecologia de Reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais. FAPESP, Botucatu, São Paulo. 799p.
- LANSAC-TÔHA, F.A.; BONECKER, C.C. & VELHO, L.F.M. 2005. Estrutura da comunidade zooplanctônica em reservatórios. Pp. 115-127. In: L. Rodrigues, S.M. Thomaz, A.A. Agostinho & L.C. Gomes (eds.). Biocenoses em reservatórios: padrões espaciais e temporais. RIMA, São Carlos, SP. 321p.
- LOPES, R.M.; LANSAC-TÔHA, F.A.; DO VALE, R. & SERAFIM-JR., M. 1997. Comunidade zooplanctônica do reservatório de Segredo. Pp.39-60. In: A.A. Agostinho & L.C. Gomes (eds.). Reservatório de Segredo bases ecológicas para o manejo. Maringá, PR. EDUEM. 387p.
- MATSUMURA-TUNDISI, T.; NEUMANN-LEITÃO, S.; AGUENA, L.S. & MIYAHARA, J. 1990 Eutrofização da represa de Barra Bonita: Estrutura e organização da comunidade de Rotifera. *Revista Brasileira de Biologia*, V. 50 nº. 4, pp. 923-935.
- MATSUMURA-TUNDISI, T. 1999. Diversidade de zooplâncton em represas do Brasil. Pp. 39-54. In: R. Henry (ed.). Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais. FAPESP, São Paulo. 799p.
- MATSUMURA-TUNDISI, T. & TUNDISI, J.G. 2005. Plankton richness in a eutrophic reservoir (Barra Bonita Reservoir, SP, Brazil). *Hydrobiologia*, 542: 367-378.
- MARZOLF, R.G. 1990. Reservoir as environments for zooplankton. Pp. 195-208. In: K.W. Thornton, L.B. Kimmel & F.E. Payne (eds.). Reservoir Limnology: Ecological Perspectives. J. Wiley & Sons, New York. 246p.
- MELÃO, M.G.G. & ROCHA, O. 2000. Productivity of zooplankton in a tropical oligotrophic reservoir over short period of time. *Verhandlung Internationale Vereinigung für theoretisch und angewandte Limnologie*, 27: 2879-2887.
- MONAKOV, A.V. 2003. *Feeding of Freshwater Invertebrates*. Kenobi Productions Ghent, Belgium 373 p.
- NOGUEIRA, M.G. 2001. Zooplankton composition, dominance and abundance as indicator of environmental compartmentalization in Jurumirim Reservoir (Paranapanema River), São Paulo, Brazil. *Hydrobiologia*, 455: 1-18.
- ODUM, E.P. & BARRETT, G.W. 2007. *Fundamentos de Ecologia*. São Paulo: Thomson Learning. 612p.
- PAGGI, J.C., 1972. Nota sistemática acerca de algunos Cladoceros del genero Chydorus Leach, de la Republica Argentina. *Physis, Buenos Aires*, 82: 223-236.
- PAGGI, J.C. 1973a. Contribución al conocimiento de la fauna de cladóceros dulceacuicolas argentinos. *Physis, Buenos Aires* B32: 103-114.
- PAGGI, J.C. 1973b. Acerca de algunas especies de la familia Moinidae (Crustacea, Cladocera) de la República Argentina. *Physis, Buenos Aires*, B32: 269-277.
- PAGGI, J.C. 1975. Sobre os Cladoceros Chydoridae nuevos para la fauna Argentina. *Physis, Buenos Aires*, 34: 139-150.
- PAGGI, J.C. 1976. Cladoceros Macrothricidae nuevos para la fauna Argentina. *Physis, Buenos Aires*, 35: 103-112.
- PAGGI, J.C., 1979. Revisión de las especies argentinas del genero Bosmina Baird agrupadas en el subgenero Neobosmina Lieder (Crustacea, Cladocera). *Acta Zoologica Lilloana*, 35: 137-162.
- PAGGI, J.C., 1983. Aportes al conocimiento de la fauna Argentina de cladoceros. IV Ephemeroporus tridentatus (Bergamin 1929) (Chydoridae, Chydorinae). *Revista de la Asociacion de Ciencias Naturales del Litoral*, 14: 63-77.
- PAGGI, J.C. & JOSÉ DE PAGGI, S. 1990. Zooplâncton de ambientes lóticos e lênticos do rio Paraná Médio. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 3: 685-719.
- PAGIORO, T.A.; ROBERTO, M.C.; THOMAZ, S.M.; PIERINI, S.A. & TAKAM. 2005a. Variáveis limnológicas abióticas zonação longitudinal em reservatórios. Pp 39-56. In: L. Rodrigues, S.M. Thomaz, A.A. Agostinho & L.C. Gomes (eds.). Biocenoses em reservatórios: padrões espaciais e temporais. RIMA, São Carlos, SP. 321p.
- PAGIORO, T.A.; VELHO, L.F.M.; LANSAC-TÔHA, F.A.; PEREIRA, D.G. & NAKAMURA, A.K.S. 2005b. Influência do grau de trofia sobre os padrões de abundância de bactéria e protozoários planctônicos em reservatório do estado do Paraná. Pp.47-56. In: L. Rodrigues, S.M. Thomaz, A.A. Agostinho & L.C. Gomes (eds.). Biocenoses em reservatórios: padrões espaciais e temporais. RIMA, São Carlos, SP. 321p.
- PANARELLI, E.; CASANAHOVA, A.M.C.; NOGUEIRA, M.G.; MITSUKA, P.M. & HENRY, R. 2003. A comunidade zooplanctônica ao longo de gradientes longitudinais no Rio Paranapanema/ Represa de Jurumirim (São Paulo). Pp. 129-160. In: R. Henry (ed.). Ecótonos nas interfaces dos ecossistemas aquáticos. São Carlos: RiMa, SP. 799p.

- PINTO-COELHO, R.M.; COELHO, M.M.; ESPÍRITO SANTO, M.M. & CORNELISSEN, T.G. 1999. Efeitos da eutrofização na estrutura da comunidade planctônica na Lagoa da Pampulha, Belo Horizonte, MG. Pp. 553-572. *In: R. Henry. (ed.). Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais.* Fapesp, São Paulo. 799p.
- REY, J. & VASQUEZ, E. 1986. Cladocères de quelques corps d'eau du bassin moyen de l'Orénoque (Vénézuéla). *Annales de Limnologie* 22: 137-168.
- ROCHA, O. ; MTSUMURA-TUNDISI, T.; ESPÍNDOLA, E.L.G.; ROCHE, K.F. & RIETZLER, A.C. 1999. Ecological Theory Applied to Reservoir Zooplankton. Pp.457-476. *In: J.G. Tundisi & M. Straskraba (eds.). Theoretical reservoir ecology and its applications.* Backhuys Publishers, Leiden. 586p.
- SARS, G. O. 1901. Contributions to the knowledge of the freshwater entomostraca of South America. *Archiv for Mathematik og Naturvidenskab*, 23: 1-102.
- SAMPAIO, E.; ROCHA, O.; MATSUMURA-TUNDISI, T. & TUNDISI, J.G. 2002. Composition and Abundance of Zooplankton in the limnetic zone of seven reservoir of the Parapanema River, Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 62: 525-545.
- SERAFIM-JR., M. 2002. Efeitos do represamento em um trecho do médio rio Iguaçu sobre a estrutura e dinâmica da comunidade zooplancônica. *Tese de Doutorado*, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Paraná, PR. 51 p.
- SERAFIM-JR., M.; NEVES, G.P.; DE BRITO, L. & GHIDINI, A. 2003. Composição da comunidade zooplancônica de um reservatório eutrofizado do Altíssimo Rio Iguaçu, região metropolitana de Curitiba, Paraná, Brasil. Pp.27- 29 *In: IV Seminário do Projeto Interdisciplinar de pesquisa em eutrofização de águas de abastecimento público na bacia do Altíssimo Iguaçu, Curitiba - PR.*
- SOKAL, R.R. & HOLF, F.J. 1991. *Biometry the principles an practice of statistics in biological research.* W.H. Freeman and Company, New York. 887p.
- STATSOFT. 1996. *Statistica*, Version 5.0. Statsoft Company.
- TAKAHASHI, E.M.; LANSAC-TÔHA, F.A.; VELHO, L.F.M. & BONECKER, C.C. 2005. Longitudinal distribution of cladocerans (Crustacea) in a Brazilian tropical reservoir. *Acta Limnologica Brasiliensia* 17:257-265.
- TAKAHASHI, E.M.; LANSAC-TÔHA, F.A.; DIAS, J.D. & BONECKER, C.C. 2009. Spatial variations in the zooplankton community from the Corumbá Reservoir, Goiás State, in distinct hydrological periods. *Acta Scientiarum Biological Sciences*, 31: 227-234.
- TRAIN, S.; RODRIGUES, L.C; BORGES, P.A.; PIVATO, B.M. & JATI, S. 2005. Padrões espaciais e temporais de variação da biomassa fitoplanctônica em três reservatórios da bacia do Rio Paraná. Pp. 73-85. *In: L. Rodrigues, A.A. Agostinho, L.C. Gomes & S.M. Thomaz (eds.). Produtividade em Reservatório e Bioindicadores.* RiMa, São Carlos, SP. Produtividade em Reservatório e Bioindicadores. 321p.
- TUNDISI, J.G. & CALIJURI, M.C. 1990. Comparative limnology of Lobo (Broa) and Barra Bonita Reservoirs-São Paulo State: Functioning mechanisms and basis for management. *Revista Brasileira de Biologia*, 50: 893-913.
- TUNDISI, J.G. 1999. *A Limnologia no século XXI: perspectivas e desafios.* São Carlos: Instituto Internacional de Ecologia. 24p.
- VELHO, L.F.M.; LANSAC-TÔHA, F.A. & BONECKER, C.C.. 2005 Distribuição longitudinal da comunidade zooplancônica em reservatórios Pp. 129-136. *In: L. Rodrigues, S.M. Thomaz, A.A. Agostinho & L.C. Gomes (eds.). Biocenoses em reservatórios: padrões espaciais e temporais.* RIMA, São Carlos, SP. 321p.
- WATSON, S.B.; MacCAULEY, F. & DOWNING, J.A. 1997. Patterns in phytoplankton taxonomic composition across temperate lakes of different nutrients status. *Limnology and Oceanography*, vol. 42, nº. 3, p. 487-495.
- WHITTAKER, R.M. 1960. Vegetation of the Siskiyou Mountains, Oregon and California. *Ecological Monographs*, 30: 279- 338.
- WILSON, M.V. & SHMIDA, A. 1984. Measuring Beta diversity with presence-absence data. *Journal of Ecology*, 72: 1055-1064.
- WISNIEWSKI, M.J.; ROCHA, O.; RIETZLER, A.C. & ESPÍNDOLA, E.L.G. 2000. Diversidade do zooplâncton nas lagoas marginais do rio Mogi-Guaçu II. Cladocera (Crustácea Brachiopoda). Pp. 559-586. *In J.E. Santos & J.S.R. Pires (eds.). Estação Ecológica da Jataí, RiMa, São Carlos, SP, vol 2.*
- WOLFINBARGER, W.C. 1999. Influences of biotic and abiotic factors on seasonal succession of zooplankton in Hugo Reservoir, Oklahoma, U.S.A. *Hydrobiologia*, 400:13-31.
- ZOPPI DE ROA, E. & W. VASQUEZ, 1991. Additional cladoceran records for Mantecal and new for Venezuela. *Hydrobiologia*: 225: 45-62.

Submetido em 16/03/2011

Aceito em 12/07/2011