

Variação espaço-temporal de Rotifera em um reservatório eutrofizado no sul do Brasil

Moacyr Serafim-Júnior¹, Gilmar Perbiche-Neves², Lineu de Brito³, André R. Ghidini⁴ & Silvia M. C. Casanova²

1. Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Campus de Cruz das Almas, BA, Brasil. (m.serafim@ufrb.edu.br)
2. Departamento de Zoologia, Universidade Estadual Paulista, Rubião Júnior, Botucatu, SP, Brasil. (gilmarpneves@yahoo.com.br; casanova@ibb.unesp.br)
3. Grupo Integrado de Aquicultura e Meio Ambiente, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, Brasil. (lineubrito@yahoo.com.br)
4. Coordenação de Pesquisas em Biologia Aquática, Instituto Nacional de Pesquisas na Amazônia, Manaus, AM, Brasil. (andrericardo83@gmail.com)

ABSTRACT. Spatial-temporal variation of Rotifera in an eutrophic reservoir in southern Brazil. We analyzed the spatial and temporal variation of rotifers in a small, shallow and eutrophic reservoir, with intense Cyanobacteria blooms, in seven sampling stations during 17 months (March/2002 to July/2003). Fifty-two taxa were identified, comprising 16 families. Brachionidae, Conochilidae, Synchaetidae, Lecanidae, Collotheceae, Trichocercidae, and Gastropodidae were the most commonly found. *Collotheca* sp. was abundant in the winter (dry period), while numbers of *Conochilus coenobasis* and *Keratella cochlearis* were low. The abundance of *Brachionus mirus* var. *reductus*, *Filinia longiseta* and *Keratella lenzi* peaked in the summer (rainy season), while for *Kellicottia bostonensis*, *Ploesoma truncatum*, *Polyarthra remata*, *Polyarthra vulgaris* and *Ptygura* sp., abundance was highest in the winter, mainly associated with atypical rainfall. Significant differences in the number of taxa and abundance of rotifers were observed during the sampling period. The canonical correspondence analysis explained 46% of the relationship between rotifer abundance and environmental variables, positively correlated with rainfall, nitrite, water temperature, organic nitrogen, nitrate and air temperature. Variations in rotifer abundance were observed a month after changes in the phytoplankton community. Taxa, such as *Filinia longiseta*, *Keratella lenzi* and *Keratella cochlearis*, showed a temporal variation similar to that of other eutrophic reservoirs, while the heterogeneous distribution pattern observed in most taxa could be due to the hydrodynamics of the recently built reservoir and the adverse climatic conditions.

KEYWORDS. Water supply, eutrophication, Cyanobacteria.

RESUMO. A variação espacial e temporal de rotíferos foi analisada em um reservatório pequeno, raso e eutrófico, com intensas florações de algas Cyanobacteria, em sete pontos de amostragem durante 17 meses (março/2002 a julho/2003). Foram identificados 52 táxons em 16 famílias, sendo Brachionidae, Conochilidae, Synchaetidae, Lecanidae, Collotheceae, Trichocercidae e Gastropodidae as mais frequentes. *Collotheca* sp. foi abundante no inverno (período seco), enquanto *Conochilus coenobasis* Skorikov, 1914 e *Keratella cochlearis* Gosse, 1851 apresentaram baixas abundâncias. *Brachionus mirus* var. *reductus* (Koste, 1972), *Filinia longiseta* (Ehrenberg, 1834) e *Keratella lenzi* (Hauer, 1953) apresentaram picos de abundância no verão (período chuvoso), e *Kellicottia bostonensis* (Rousselet, 1908), *Ploesoma truncatum* (Levander, 1894), *Polyarthra remata* (Skorikov, 1896), *Polyarthra vulgaris* Carlin, 1943 e *Ptygura* sp. no inverno, entretanto, relacionados a chuvas atípicas. Diferenças significativas do número de táxons e da abundância total dos rotíferos ocorreram entre os meses amostrados. A análise de correspondência canônica explicou 46% da relação da abundância dos rotíferos e variáveis ambientais, correlacionados com a pluviosidade, nitrito, temperatura da água, nitrogênio orgânico, nitrato e temperatura do ar. Houve flutuações na abundância dos rotíferos um mês após oscilações na abundância do fitoplâncton. A maior parte das correlações entre as abundâncias de espécies de rotíferos e do fitoplâncton foi positiva. Alguns táxons como *Filinia longiseta*, *Keratella lenzi* e *K. cochlearis* apresentaram variação temporal definida e semelhante a outros reservatórios eutróficos. A ausência de padrões claros de distribuição em algumas espécies foi atribuída a hidrodinâmica do reservatório, o qual foi construído recentemente, e as condições climáticas adversas durante o período de estudo, como as chuvas intensas no inverno.

PALAVRAS-CHAVE. Abastecimento, eutrofização, Cyanobacteria.

Os reservatórios apresentam características intermediárias entre rios e lagos, espacialmente definidas em uma sequência horizontal (zonas lótica, de transição e lacustre) (THORNTON, 1990). Entretanto, em sistemas pequenos, rasos e com elevado tempo de residência, a zonação longitudinal é ausente, pois a coluna d'água sofre ação direta do vento e de outras turbulências como precipitações, as quais criam condições homogêneas e/ou isotérmicas em praticamente todo o corpo d'água (NASELLI-FLORES & BARONE, 2003).

O uso e ocupação desordenada do solo em áreas de mananciais têm contribuído para o aumento de nutrientes como nitrogênio e fósforo, resultando em um aumento excessivo da produção primária (STRAŠKRABA &

TUNDISI, 1999). Este processo, conhecido como eutrofização, tem comprometido a qualidade da água em muitos reservatórios artificiais, principalmente os de abastecimento público (RAMÍREZ-GARCÍA *et al.*, 2002).

Em reservatórios oligo/mesotróficos, as algas palatáveis para a maioria do zooplâncton como Bacillariophyceae e Chlorophyceae (RIETZLER *et al.*, 2002; BONECKER & AOYAGUI, 2005), geralmente dominam e seu crescimento populacional pode ser controlado pelo zooplâncton (FERNANDES *et al.*, 2005). Por outro lado, em ambientes eutrofizados o zooplâncton é caracterizado por pequenos filtradores e o consumo do fitoplâncton é ineficiente não suprimindo as florações de Cyanobacteria (SERAFIM-JÚNIOR *et al.*, 2005). Para a região tropical, existem

resultados contraditórios sobre os efeitos das Cyanobacteria sobre o zooplâncton (FERRÃO-FILHO *et al.*, 2000, 2003; ROCHA *et al.*, 2002).

Entre os estudos que enfocam a comunidade zooplancônica em reservatórios eutrofizados, BRANCO & SENNA (1996) e BRANCO & CAVALCANTI (1999) encontraram elevadas densidades do zooplâncton no lago Paranoá, Brasília, em condições eutróficas. PINTO-COELHO (1998) observou aumento da biomassa de algumas espécies de Cladocera no reservatório da Pampulha, MG, com o aumento de trofia. MATSUMURA-TUNDISI & TUNDISI (2005) verificaram a dominância de organismos de pequeno porte, como rotíferos e formas imaturas de copépodes no reservatório de Barra Bonita (rio Tietê, SP). SENDACZ *et al.* (2006) compararam a abundância e biomassa zooplancônica em reservatórios de diferentes graus tróficos próximo à cidade de São Paulo e constataram que a eutrofização estimulou a dominância de uma espécie de rotífero sobre as demais dentro da comunidade.

No estado do Paraná, SERAFIM-JÚNIOR *et al.* (2005), LANSAC-TÓHA *et al.* (2005) e BINI *et al.* (2008) observaram elevadas densidades zooplancônicas no reservatório do Iraí, Região Metropolitana de Curitiba, PR. BONECKER *et al.* (2007) também verificou resultado similar, ao estudarem a biomassa do zooplâncton neste e nos reservatórios de Segredo e Mourão, também no Paraná. PERBICHE-NEVES *et al.* (2007) analisaram a estrutura e o conteúdo estomacal de copépodes adultos também no reservatório do Iraí, constatando a ingestão de espécies fitoplancônicas dominantes.

Na comunidade zooplancônica, os rotíferos apresentam altas taxas de crescimento populacional, relevantes na ciclagem de nutrientes e no fluxo de energia no meio aquático (LOPES *et al.*, 1997). Alterações nos seus padrões de abundância e riqueza podem refletir em outros níveis da cadeia trófica aquática (SERAFIM-JÚNIOR *et al.*, 2005).

Alguns estudos têm destacado a importância dos rotíferos como indicadores do grau de trofia em ambientes de água doce (GANNON & STEMBERGER, 1978; SOUSA *et al.*, 2008). As características morfométricas e hidrológicas do reservatório do Iraí favorecem a floração de microalgas, principalmente de Cyanophyceae, comprometendo a qualidade da água para abastecimento público.

A partir deste pressuposto, procurou-se avaliar a influência de algumas variáveis abióticas e bióticas sobre alguns atributos ecológicos dos rotíferos no reservatório do Iraí. Procurou-se testar se esse grupo sofre alterações sazonais associadas às características hidrodinâmicas do reservatório e se as espécies estabelecidas estão diretamente associadas com as espécies de fitoplâncton dominantes.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido no reservatório do Iraí, localizado na zona intermediária do rio Iraí, bacia do altíssimo rio Iguaçu, zona leste da cidade de Curitiba (25°25'49"S, 49°06'40"O) (Fig. 1). A área do reservatório possui 14 km², com um volume de água de 58 x 10⁶ m³, média de profundidade de 4 m e um elevado tempo de residência (300 - 450 dias).

Os principais tributários do reservatório são os rios Curralinho, Cerrado, Cangüiri e Timbú. O último rio

apresenta elevadas cargas de nitrogênio e fósforo, aproximadamente 90% do total (ANDREOLI & CARNEIRO, 2005). Desde o enchimento do reservatório em 2001, ocorreram florações sucessivas de Cyanobacteria dos gêneros *Anabaena*, *Microcystis* e *Cylindrospermopsis*. No período estudado, o reservatório foi classificado como eutrófico e hipertrófico (FERNANDES *et al.*, 2005).

As amostragens foram realizadas mensalmente, de março/2002 a julho/2003, em seis pontos de coleta no reservatório e um a jusante da barragem (Fig. 1; Tab. I). Em cada estação foram filtrados 200 l de água da sub-superfície (devido à baixa profundidade do reservatório) com uso de moto-bomba em uma rede de plâncton cônica com 64 µm de abertura de malha.

As amostras foram preservadas em formol 4% tamponado com carbonato de cálcio. Em laboratório, a identificação foi baseada em KOSTE (1978), NOGRADY (1993) e JOSÉ DE PAGGI (1995). Nas análises quantitativas, um mínimo de 200 indivíduos por amostra foi contado, em subamostras de 1 ml em câmara tipo Sedgewick-Rafter. A abundância foi estimada em indivíduos por metro cúbico. Alguns atributos ecológicos foram calculados, tais como número de táxons, frequência de ocorrência, abundância total e relativa.

Dados de parâmetros físicos-químicos (ANDREOLI & CARNEIRO, 2005; BOLLMAN *et al.*, 2005; SANEPAR, 2006) e biológicos (composição, abundância e biomassa do fitoplâncton - FERNANDES *et al.*, 2005) foram obtidos de amostras coletadas simultaneamente ao zooplâncton. As seguintes variáveis limnológicas foram utilizadas: fósforo total, nitrogênio orgânico, nitrito, nitrato, pH, sólidos dissolvidos totais, oxigênio dissolvido, temperatura, turbidez, condutividade, transparência da água com uso do disco de Secchi e clorofila-a (Tab. II). Dados pluviométricos mensais foram obtidos da base histórica do instituto tecnológico Simepar, para a cidade de Pinhais.

Após verificar a normalidade (teste de Shapiro-Wilk) dos dados transformados (log x+1) de riqueza e abundância total dos rotíferos, utilizou-se ANOVA "two-way" para identificar diferenças espaciais e sazonais, com teste de Tukey (post-hoc) para identificar os grupos. Análise de correspondência canônica (ACC) foi utilizada para correlacionar a abundância dos rotíferos com variáveis físicas e químicas. Correlação de Pearson foi

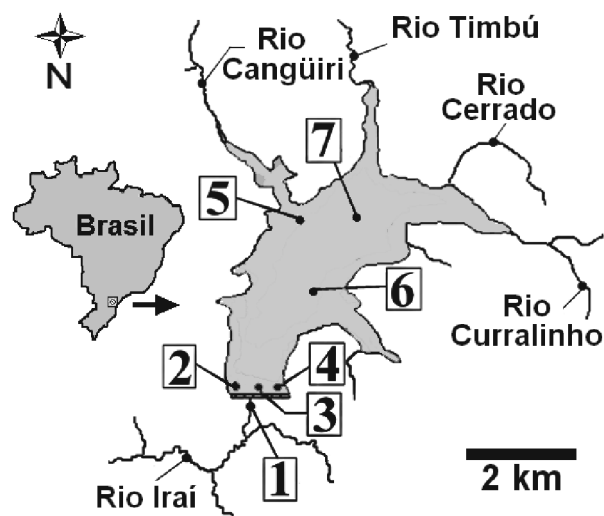


Figura 1. Localização do reservatório do Iraí, PR, e dos sete pontos de amostragem.

aplicada entre a abundância das espécies de rotíferos e do fitoplâncton. A ANOVA e a correlação de Pearson foram realizadas com o programa Statistica v 6.0 (STATSOFT, 2002), e a ACC no programa "R for Windows" (R PROJECT FOR STATISTICAL COMPUTING, 2007).

RESULTADOS

Foram registrados 51 táxons distribuídos em 16 famílias (Tab. III), com dominância de Brachionidae, Conochilidae e Synchaetidae. Por outro lado, Trichotriidae, Euchlanidae e Notommatidae apresentaram as menores frequências. A abundância de Rotifera no reservatório do Iraí mostrou-se elevada, com valores máximos registrados nos períodos chuvosos. De todos os táxons identificados, 23 apresentaram média superior a 1.000 ind/m³. Entre os táxons com maior frequência de ocorrência, *Keratella cochlearis* Gosse, 1851, *Polyarthra vulgaris* Carlin, 1943, *Keratella lenzi* (Hauer, 1953), *Polyarthra remata* (Skorikov, 1896) e *Ploesoma truncatum* (Levander, 1894) apresentaram as maiores abundâncias médias e desvio-padrão (Tab. III).

As espécies *K. cochlearis*, *K. lenzi*, *Filinia longisetata* (Ehrenberg, 1834), *Brachionus mirus* var. *reductus* (Koste, 1972) e *Conochilus coenobasis* Skorikov, 1914, ocorreram em maiores densidades no mês de março/02 (final do período chuvoso). Por outro lado, *P. vulgaris*, *P. remata*, *P. truncatum* e *Ptygura* sp., mostraram-se abundantes no mês de setembro/02 (final do período de estiagem). Outros táxons dominantes, como *Kellicottia bostoniensis* (Rousselet, 1908), *Ascomorpha saltans* Bartsch, 1870 e *Collotheca* sp., registraram seus picos de abundância no período de estiagem (Fig. 2).

A ANOVA detectou diferença significativa para o número de táxons ($F=8,30$; $p>0,0001$) e abundância total ($F=19,43$; $p>0,0001$) entre os meses amostrados, mas não entre os pontos ($F=1,71$; $p=0,127$ e $F=1,68$; $p=0,134$, respectivamente). O teste de Tukey sugeriu que o número de táxons foi maior no período chuvoso (março/02 e janeiro/03) e menor no período de estiagem (junho e setembro/02, e junho e julho/03). Nos demais meses estudados, a variabilidade temporal observada para as abundâncias foram menos evidentes (Fig. 3).

A ACC explicou 46% da relação entre a abundância dos rotíferos e as variáveis ambientais (28% na primeira variável canônica e 18% na segunda) (Fig. 4). As maiores

correlações da abundância dos rotíferos foram com a pluviosidade ($p=0,009$), nitrito ($p=0,006$) e temperatura da água ($p=0,007$), seguido do nitrogênio orgânico ($p=0,027$), nitrato ($p=0,032$) e temperatura do ar ($p=0,088$). Em ambas as variáveis canônicas os períodos seco e chuvoso ficaram separados, caracterizados com variáveis influenciadas por respectivos períodos. No período de estiagem houve um aumento na concentração de nitrito na água, associado com aumento da abundância de alguns táxons como *Collotheca* sp., *Conochilus dossuarius* (Hudson, 1875), *Hexarthra mira* (Hudson, 1871) e *A. saltans*. Inversamente a este grupo, algumas variáveis aumentaram de valores no período chuvoso, como temperatura da água e do ar, nitrato e nitrogênio orgânico, com aumento de abundância de alguns táxons das famílias Brachionidae e Filiniidae. O pico de abundância em setembro/02 de *P. truncatum*, *P. remata*, *P. vulgaris*, *Ptygura* sp. e *Lecane* cf. *hornemanni* (Fig. 2) relacionou-se com o período chuvoso atípico no mês de setembro/02.

Não houve correlação significativa entre a abundância total dos rotíferos e a do fitoplâncton. Porém, notou-se que o aumento de algas em agosto/02 pode ter contribuído junto a pluviosidade, com o aumento na densidade dos rotíferos no mês de setembro/02, seguido de decréscimo em outubro/02. Houve aumento do fitoplâncton em dezembro/02 e os rotíferos corresponderam com aumento em janeiro e fevereiro/03, com decréscimo a partir de abril até julho/03 (Fig. 5).

As Cyanophyceae que dominaram no período estudado foram *Microcystis aeruginosa*, *Cylindrospermopsis raciborskii*, *Anabaena solitaria* e *Aphanocapsa delicatissima*. Dentre os rotíferos, 33 táxons apresentaram correlação significativa com as principais espécies do fitoplâncton (14 selecionadas), sendo a maior parte positiva. Na tabela IV constam somente as altamente significativas. *Brachionus caudatus personatus* Ahlstrm, 1940, *Hexarthra intermedia braziliensis* (Hauer 1953), *Trichocerca pusilla* (Lauterborn, 1898), *C. dossuarius* e *K. bostoniensis* apresentaram o maior número de correlações significativas (seis), seguido de *K. lenzi*, *K. tropica* (Apstein, 1907), *Platyonus patulus* var. *macranthus* (Daday, 1905) (cinco). Entre o fitoplâncton, *Elakothrix* sp. apresentou o maior número de correlações significativas (13), seguido de *Scenedesmus* sp. e *Tetrastrum* sp. (12), *Aulacoseira granulata* var. *angustissima* e *Closteriopsis* sp. (11) e *Trachelomas volvocina* (10) (Tab. IV).

Tabela I. Localização e média da profundidade nos pontos de amostragem no reservatório do Iraí, PR, de março de 2002 a julho de 2003.

Estações de amostragem	Localização	Média da profundidade (m)
1	A jusante da barragem	2
2 - 3 - 4	Eixo da barragem	8
5 - 6 - 7	Corpo central do reservatório (5 e 7 próximo dos rios tributários)	3

Tabela II. Valores médios, desvio-padrão (D.P.), mínimos e máximos entre estações e meses amostrados, das variáveis físicas, químicas e biológicas utilizadas (Clor ($\mu\text{g L}^{-1}$), clorofila-a; Cond ($\mu\text{S cm}^{-1}$), condutividade; Nitra (mg L^{-1}), nitrato; Nitri (mg L^{-1}), nitrito; NOrg (mg L^{-1}), nitrogênio orgânico; OD (mg L^{-1}), oxigênio dissolvido; PTot (mg L^{-1}), fósforo total; Secc (m), transparência da água através de Disco de Secchi; STD (mg L^{-1}), sólidos totais dissolvidos; Temp ($^{\circ}\text{C}$), temperatura; Turb (NTU), turbidez).

	PTot	NOrg	Nitri	Nitra	pH	STD	OD	Temp	Turb	Cond	Secc	Clor
Média	0,10	1,51	0,17	0,76	7,25	56,00	6,95	22,50	19,00	46,00	0,74	35,00
DP	0,05	1,20	0,17	0,36	1,37	15,35	1,87	3,70	8,50	3,50	0,15	23,00
Max	0,21	4,90	0,50	1,27	9,70	98,00	11,40	27,40	39,00	54,00	1,00	90,86
Mín	0,00	0,65	0,00	0,25	5,60	35,00	3,10	15,00	7,10	41,00	0,05	5,30

Tabela III. Famílias e espécies de Rotifera registradas em sete estações de amostragem no reservatório do Iraí, PR, de março de 2002 a julho de 2003, com suas respectivas abundâncias médias (\pm desvio-padrão) (ind.m^{-3}), valores mínimo e máximo (ind.m^{-3}), e abreviaturas para interpretação de figuras posteriores.

	Táxons	Abundância		Abrev.
		Média \pm DP	Mín-Máx.	
Classe Monogononta				
Collotheceidae	<i>Collotheca</i> sp.	6,088 \pm 5,659	0-28,105	Cosp
Conochilidae	<i>Conochilus coenobasis</i> Skorikov, 1914	4,878 \pm 5,442	0-38,735	Cocoe
	<i>C. dossuarius</i> (Hudson, 1875)	914 \pm 2,527	0-20,740	Codos
	<i>C. unicornis</i> Roussetlet, 1892	879 \pm 1,506	0-6,950	
Filiniidae	<i>Filinia longiseta</i> (Ehrenberg, 1834)	4,170 \pm 10,254	0-65,880	Flon
	<i>F. opoliensis</i> (Zacharias, 1898)	2,119 \pm 5,047	0-31,600	Fopo
	<i>F. terminalis</i> (Plate, 1886)	18 \pm 113	0-1,050	
Floscularidae	<i>Ptygura</i> sp.	8,373 \pm 14,173	0-77,330	Ptysp
Hexarthridae	<i>Hexarthra intermedia braziliensis</i> (Hauer 1953)	2,210 \pm 9,328	0-88,455	Hbra
	<i>H. mira mira</i> (Hudson, 1871)	1,184 \pm 3,060	0-15,564	Hmira
Brachionidae	<i>Brachionus calyciflorus</i> Pallas, 1766	372 \pm 1,027	0-7,035	
	<i>B. caudatus personatus</i> Ahlstrm, 1940	476 \pm 1,783	0-14,432	Bpers
	<i>B. dolabratus dolabratus</i> (Harring, 1915)	3,364 \pm 13,916	0-115,592	Bdol
	<i>B. falcatus falcatus</i> Zacharias, 1898	945 \pm 4,540	0-42,842	Bfal
	<i>B. mirus</i> var. <i>reductus</i> (Koste, 1972)	3,563 \pm 12,309	0-121,320	Bred
	<i>Kellicottia bostoniensis</i> (Roussetlet, 1908)	5,279 \pm 14,182	0-121,085	Kbost
	<i>Keratella americana</i> Carlin, 1943	2,778 \pm 8,772	0-83,658	Kame
	<i>K. cochlearis</i> Gosse, 1851	23,279 \pm 78,607	0-826,579	Kcoc
	<i>K. lenzi</i> (Hauer, 1953)	11,179 \pm 20,953	0-91,708	Klen
	<i>K. tropica</i> (Apstein, 1907)	116 \pm 393	0-3,383	Ktro
	<i>Platylabus quadricornis quadricornis</i> (Ehrenberg, 1832)	6 \pm 39	0-325	
<i>Platyonus patulus</i> var. <i>macranthus</i> (Daday, 1905)	316 \pm 1,475	0-10,496	Pmacra	
Colurellidae	<i>Lepadella patella</i> (O. F. Müller, 1786)	32 \pm 80	0-400	Lepat
Euchlanidae	<i>Dipleuchlanis propatula</i> (Gosse, 1886)	4 \pm 39	0-420	
	<i>Euchlanis dilatata</i> Ehrenberg, 1832	3 \pm 31	0-325	
Gastropodidae	<i>Ascomorpha ovalis</i> (Bergendal, 1892)	913 \pm 2,699	0-20,025	Aova
	<i>A. saltans</i> Bartsch, 1870	5,545 \pm 223,52	0-226,215	Asal
	<i>Gastropus hyptopus</i> Ehrenberg, 1838	1837 \pm 4758	0-38220	
Lecanidae	<i>Lecane bulla</i> (Gosse, 1851)	390 \pm 935	0-6729	Lbul
	<i>L. cornuta</i> (Müller, 1786)	50 \pm 374	0-3600	
	<i>L. curvicornis</i> (Murray, 1913)	100 \pm 325	0-2,100	Lcur
	<i>L. cf. hornemanni</i>	344 \pm 1,716	0-15,440	Lhorn
	<i>L. ludwigi</i> f. <i>ladicaudata</i> (Herrick, 1885)	2 \pm 23	0-250	
	<i>L. luna</i> (O. F. Müller, 1776)	8 \pm 62	0-620	
	<i>L. lunaris</i> (Ehrenberg, 1832)	19 \pm 76	0-385	Llun
Mytilinidae	<i>Mytilina bisulcata</i> (Lucks, 1912)	3 \pm 32	0-350	
	<i>M. ventralis</i> (Ehrenberg, 1832)	58 \pm 228	0-1,865	
Notommatidae	<i>Cephalodella gibba</i> (Ehrenberg, 1838)	10 \pm 54	0-415	
	<i>Notommata</i> sp.	4 \pm 32	0-350	
Proalidae	<i>Proales</i> sp.	3,375 \pm 6,556	0-36,045	
Synchaetidae	<i>Ploesoma truncatum</i> (Levander, 1894)	7,618 \pm 36,061	0-272,340	Ptrun
	<i>Polyarthra remata</i> (Skorikov, 1896)	10,213 \pm 33,990	0-239,525	Prem
	<i>P. vulgaris</i> Carlin, 1943	16,491 \pm 45,761	0-313,200	Pvul
	<i>Synchaeta pectinata</i> Ehrenberg, 1834	1,545 \pm 4,546	0-41,504	Spec
Trichocercidae	<i>Trichocerca bicristata</i> (Gosse, 1887)	29 \pm 195	0-2,020	
	<i>T. capucina</i> Wierzejski & Zacharias, 1893	2,111 \pm 3,903	0-20,790	
	<i>T. cylindrica chattoni</i> De Beauchamp, 1907	1,846 \pm 5,012	0-38,115	Tcha
	<i>T. pusilla</i> (Lauterborn, 1898)	3,316 \pm 13,432	0-140,387	Tpus
	<i>T. similis grandis</i> (Hauer, 1965)	192 \pm 515	0-3,936	Tsim
Trichotriidae	<i>Trichotria tetractis</i> (Ehrenberg, 1830)	11 \pm 84	0-730	
Classe Digononta				
Bdelloidea		284 \pm 556	0-3,640	Bdsp

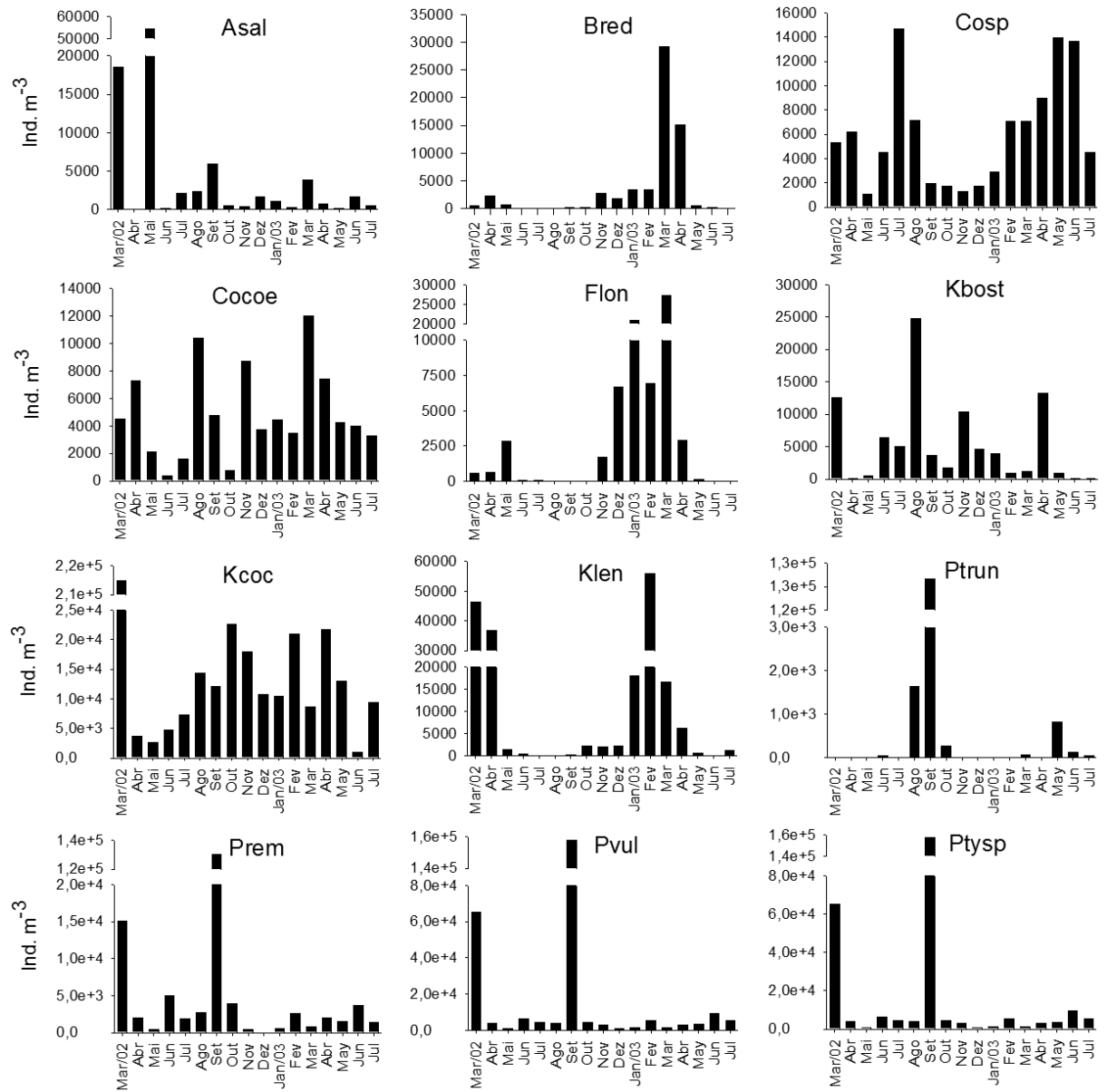


Figura 2. Abundância média entre os pontos de amostragem para os doze táxons com maiores valores, entre março/2002 e julho/2003. Legendas para os táxons vide tabela III.

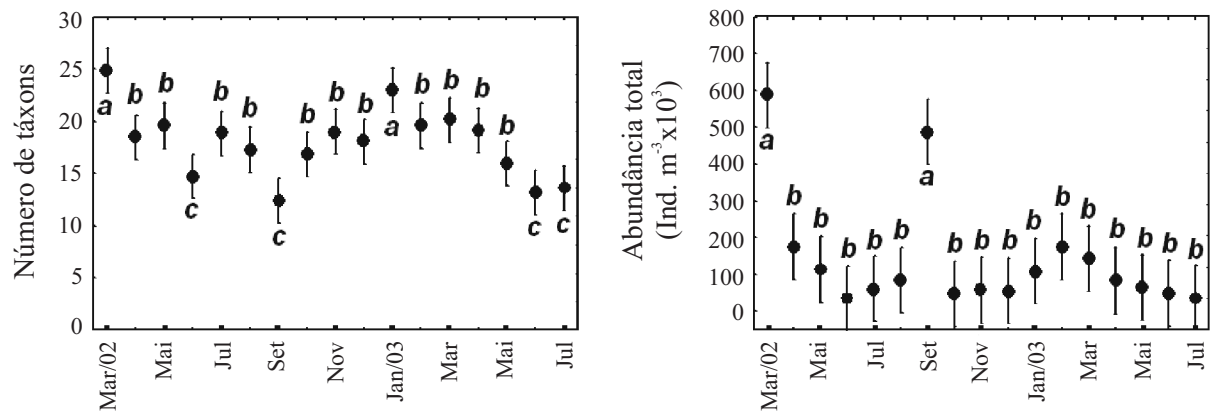


Figura 3. Número de táxons e da abundância total de organismos (média±erro padrão) no período de amostragem entre março/2002 e julho/2003. Letras correspondem a grupos identificados no teste de Tukey ($p > 0,05$).

Tabela IV. Correlações de Pearson altamente significativas ($p < 0,001$) entre a abundância de espécies de Rotifera e do fitoplâncton no reservatório do Iraí, PR, de março de 2002 a julho de 2003 (espécies de Rotifera, vide tabela III; espécies fitoplanctônicas: Asol, *Anabaena solitaria*; Clsp, *Closteriopsis* sp.; Cyfil, Cyanobacteria filamentososa não identificada; Elsp, *Elakothrix* sp.; Peum, *Peridinium umbonatum*).

Fitoplâncton	Rotifera
Asol	Bred
Clsp	Bpers, Hbra, Hmira, Kame, Kcoc, Ktro, Pmacra, Spec, Tpus
Cyfil	Bdol, Bfal
Elspl	Bpers, Hbra, Tpus
Peum	Codos

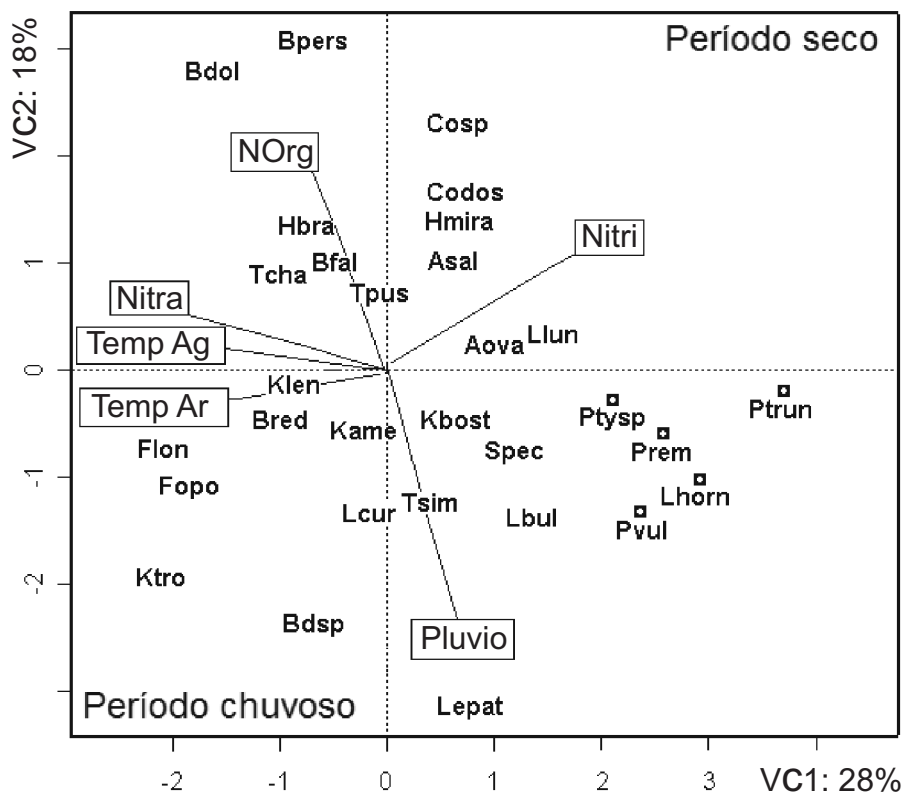


Figura 4. Análise de correspondência canônica entre a abundância dos rotíferos e as variáveis ambientais. Foram excluídas espécies com baixas correlações, distribuídas no centro do gráfico. Estão destacadas as espécies que tiveram sua variação sazonal associada com a pluviosidade em setembro (Rotíferos, vide tabela III; variáveis físicas e químicas: Nitra, nitrato; Nitri, nitrito; NOrg, nitrogênio orgânico; Pluvio, pluviosidade; Temp Ag, temperatura da água; Temp Ar, temperatura do ar).

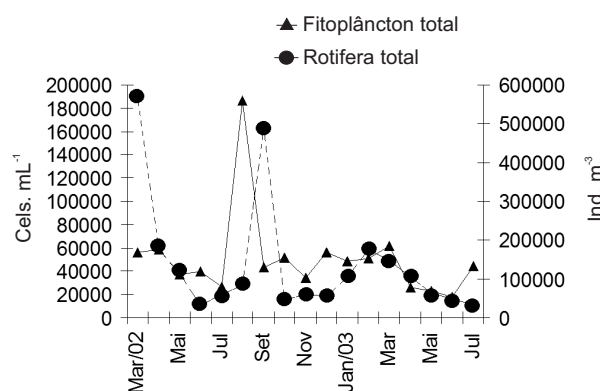


Figura 5. Variação temporal da abundância média dos rotíferos e do fitoplâncton nas amostragens no reservatório do Iraí, PR, entre março/2002 e julho/2003.

DISCUSSÃO

O número de espécies de rotíferos registradas nesse estudo (52) é relevante quando comparado a outros realizados em reservatórios brasileiros (LANSAC-TÔHA *et al.*, 2005). Estes números podem ser atribuídos a maior amplitude e frequência amostral, envolvendo 17 meses de amostragem em sete pontos de coleta. Em estudo desenvolvido ao longo de 12 meses em três estações de amostragem, MATSUMURA-TUNDISI & TUNDISI (2005) encontraram apenas 32 espécies de rotíferos em um reservatório eutrófico (Barra Bonita, rio Tietê, SP). A baixa riqueza obtida por estes autores pode ter ocorrido devido à localização dos pontos de amostragem estarem restritos à zona intermediária do reservatório, limitando a observação de espécies tipicamente lólicas ou lânticas. NOGUEIRA (2001), analisando diferentes compartimentos

do reservatório de Jurumirim, SP, identificou 48 espécies em nove pontos de coleta amostrados trimestralmente ao longo de um ano.

A dominância de espécies das famílias Brachionidae, Lecanidae e Trichocercidae tem sido observada em rios e lagos tropicais (PAGGI & JOSÉ DE PAGGI, 1990; SERAFIM-JÚNIOR *et al.*, 2003). Espécies do gênero *Brachionus* Pallas, 1766 tem sido apontadas por vários autores como bioindicadoras do processo de eutrofização (GANNON & STEMBERGER, 1978; SLÁDECEK, 1983; BĚRZINŠ & PEJLER, 1989; PONTIN & LANGLEY, 1993). Lecanidae pode dominar regiões limnéticas com maior estabilidade na coluna d'água (PEJLER, 1995). No reservatório do Iraí, Lecanidae e Trichocercidae apresentaram uma distribuição espacial mais homogênea.

Alguns rotíferos observados no presente estudo têm ampla distribuição geográfica, tais como *Brachionus calyciflorus* Pallas, 1766, *B. falcatus falcatus* Zacharias, 1898, *F. longiseta*, *K. cochlearis*, *Lecane bulla* (Gosse, 1851), *L. cornuta* (Müller, 1786), *P. quadricornis quadricornis* (Ehrenberg, 1832) e *P. vulgaris*. Espécies neotropicais também foram registradas, como *B. dolabratus dolabratus* (Harring, 1915), *P. patulus* var. *macracanthus*, *K. americana* Carlin, 1943 e *K. tropica* (BONECKER *et al.*, 1994; NUNES *et al.*, 1996). *Filinia longiseta*, *B. dolabratus*, *B. calyciflorus* e *B. falcatus* ocorrem em ambientes eutrofizados, pois conseguem desenvolver grandes populações com florações de algas Cyanophyceae e déficit de oxigênio (SLÁDECEK, 1983). No leste da Espanha, DE MANUEL & ARMENGOL (1993) encontraram elevadas abundâncias de *K. tropica*, *F. opoliensis* (Zacharias, 1898) e *T. similis grandis* (Haver, 1965) em reservatórios eutróficos.

GANNON & STEMBERG (1978) sugerem o uso de espécies de rotíferos como indicadoras da qualidade da água. No presente estudo, entre os rotíferos com potencial para indicação de eutrofização, foram observados *Brachionus havanensis* Rousset, 1911, *B. calyciflorus* Pallas, 1766, *B. angularis* Gosse, 1851, *B. caudatus personatus* Ahlström, 1940, *Keratella cochlearis* e *Filinia longiseta*. Na Inglaterra, PONTIN & LANGLEY (1993), também utilizaram os rotíferos para classificar alguns ambientes aquáticos, sendo *Keratella cochlearis tecta* (Gosse, 1851) considerada indicadora de condições eutróficas. *Trichotria tetractis* (Ehrenberg, 1830) e *Euchlanis dilatata* Ehrenberg, 1830 indicadoras de águas neutras a alcalinas, ricas em macrófitas.

BĚRZINŠ & PEJLER (1989), estudando 585 ambientes na Suécia, apresentam um ranking de espécies de rotíferos relacionadas às concentrações de fósforo total, condutividade e sólidos em suspensão. *Conochilus unicornis* Rousset, 1892 e *Ascomorpha ovalis* (Bergendal, 1892) foram relacionadas a ambientes mais oligotróficos e *Keratella cochlearis tecta* e *Filinia longiseta* estiveram relacionadas a ambientes eutróficos. Algumas espécies como *Polyarthra vulgaris*, *Keratella cochlearis* e *Synchaeta pectinata* Ehrenberg, 1834 estiveram relacionadas a ambientes mesotróficos.

Embora não tenha sido observada variação espacial significativa para a riqueza e a abundância dos rotíferos, provavelmente estes atributos foram influenciados pela dinâmica dos ventos predominantes no reservatório, o qual influenciou o fitoplâncton com um acúmulo de

Cyanobacteria na região da barragem (FERNANDES *et al.*, 2005), e também para microcrustáceos planctônicos (PERBICHE-NEVES *et al.*, 2007).

No ponto a jusante do reservatório (ponto 1) a composição e abundância foram similares à encontrada na zona central da barragem (ponto 3). O vertedouro de superfície favorece a exportação dos rotíferos a jusante, pois estes tendem a se concentrar nas camadas mais superficiais da água mais continuamente durante o dia, conforme verificado em estudos de migração vertical do zooplâncton em reservatórios no Brasil (PANARELLI *et al.*, 2001).

As variações sazonais no número de táxons e na abundância total dos rotíferos foram evidenciadas pela ACC, cujo resultado sugere a influência da pluviosidade e temperatura da água nesses atributos. Houve maior riqueza de táxons no período chuvoso, relacionada às elevadas temperaturas da água, pluviosidade, nitrito, entre outras, refletindo no aumento de produtividade e maior disponibilidade de alimento. Por outro lado, menores abundâncias foram verificadas em geral no período seco, quando foram registradas baixas temperaturas. Resultados semelhantes foram verificados por BONECKER *et al.* (2001) e NOGUEIRA (2001) em reservatórios tropicais no Brasil. No presente estudo, no entanto, ocorreram chuvas atípicas no final do inverno (setembro), o qual possivelmente foi o principal fator que influenciou o aumento da abundância de algumas espécies de rotíferos, após elevação da abundância do fitoplâncton total no mês anterior (agosto).

Mesmo em períodos distintos, observou-se a ocorrência de algumas espécies, como verificado por LOPES *et al.* (1997). *Keratella cochlearis* foi comum no verão e *P. vulgaris* no final do inverno. Ambos possuem velocidades natatórias diferentes (SAUNDERS-DAVIES, 1989), explorando ambientes que apresentam diferentes fluxos de água (MATSUMURA-TUNDISI *et al.*, 1990). *Kellicotia bostoniensis* apresentou o mesmo padrão observado por LOPES *et al.* (1997) no reservatório de Segredo (rio Iguazu, PR), registrando maiores densidades nos meses de inverno.

Foi observado aumento da abundância dos rotíferos em resposta à florações de algas (principalmente *M. aeruginosa*, *C. raciborskii*, *A. solitaria* e *A. delicatissima*), no verão e entre o inverno e primavera. Um decréscimo populacional do grupo em resposta à diminuição na abundância do fitoplâncton também foi observado. Entre o fitoplâncton, a classe Cyanobacteria dominou em todos os períodos, e Chlorococcaceae e Bacillariophyceae apresentaram menores densidades (FERNANDES *et al.*, 2005). Para o zooplâncton, as Cyanophyceae, Chlorococcaceae e Bacillariophyceae foram consideradas mais palatáveis por RIETZLER *et al.* (2002), FERRÃO-FILHO *et al.* (2000) e PERBICHE-NEVES *et al.* (2007). BONECKER & AOYAGUI (2005) encontraram em um reservatório na região central do Brasil, relações positivas de *Brachionus calyciflorus* com o bacterioplâncton, e de *Keratella americana* com Bacillariophyceae, e negativa de *P. vulgaris* com o bacterioplâncton.

Segundo SLÁDECEK (1983), bactérias, pequenas algas, flagelados e detritos são os principais itens alimentares dos rotíferos. Em águas poluídas as partículas

suspensas sólidas e colóides, derivados das bactérias decompositoras de material orgânico, servem de alimento para espécies planctônicas dos gêneros *Keratella* Bory de St. Vicent, 1822, *Kellicottia* Ahlstrom, 1958, *Filinia* Bory de St. Vicent, 1824, *Hexarthra* Schmarda, 1854, *Conochilus* Ehrenberg, 1884 e espécies sésseis do gênero *Collotheca* Harring, 1913, as quais filtram pequenas partículas de até 10 µm.

Pode-se verificar ampla variabilidade alimentar dos rotíferos estudados, devido ao elevado número de correlações positivas com diversas espécies de fitoplâncton, sendo esse o motivo para a seleção de correlações superiores a $\pm 0,85$. As maiores correlações foram obtidas em relação às algas de menor tamanho, mais favoráveis ao desenvolvimento dos rotíferos.

Agradecimentos. À SANEPAR e FINEP pelo financiamento do estudo; Pontifícia Universidade Católica do Paraná pela infra-estrutura disponibilizada para realizar as análises do material coletado e ao Instituto Tecnológico Simepar por ceder os dados pluviométricos da cidade de Pinhais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDREOLI, C. V. & CARNEIRO, C. 2005. **Gestão integrada de mananciais de abastecimento eutrofizados**. Curitiba, Editora Gráfica Capital. 500p.
- BĒRZINŠ, B. & PEJLER, B. 1989. Rotifers occurrence and trophic degree. *Hydrobiologia* **182**:171-180.
- BINI, L. M.; SILVA, L. C. F. DA; VELHO, L. F. M.; BONECKER, C. C. & LANSAC-TÔHA, F. A. 2008. Zooplankton assemblages concordance patterns in Brazilian Reservoirs. *Hydrobiologia* **598**:247-255.
- BOLLMANN, H. A.; CARNEIRO, C. & PEGORINI, E. S. 2005. Qualidade da água e dinâmica de nutrientes. In: ANDREOLI, C. V. & CARNEIRO, C. eds. **Gestão integrada de mananciais de abastecimento eutrofizados**. Curitiba, Editora Gráfica Capital. p.83-119.
- BONECKER, C. C. & AYOAGUI, A. S. M. 2005. Relationships between rotifers, phytoplankton and bacterioplankton in the Corumbá reservoir, Goiás State, Brazil. *Hydrobiologia* **546**:415-421.
- BONECKER, C. C.; LANSAC-TÔHA, F. A. & STAUB, A. 1994. Qualitative study of rotifers in different environments of the high Paraná River floodplain (MS), Brazil. *Revista UNIMAR* **3**:1-16.
- BONECKER C. C.; LANSAC-TÔHA, F. A.; VELHO, L. F. M. & ROSSA, D. C. 2001. The temporal distribution patterns of copepods in Corumbá reservoir, State of Goiás, Brazil. *Hydrobiologia* **453/454**:375-384.
- BONECKER, C. C.; NAGAE, M.; BLETTER, M. C. M.; VELHO, L. F. M. & LANSAC-TÔHA, F. A. 2007. Zooplankton biomass in tropical reservoirs in Southern Brazil. *Hydrobiologia* **579**:115-123.
- BRANCO, C. W. C. & CAVALCANTI, C. G. B. 1999. A ecologia das comunidades planctônicas no lago Paranoá. In: HENRY, R. ed. **Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais**. Botucatu, FAPESP/FUNDIBIO. p.575-595.
- BRANCO, C. W. C. & SENNA, P. A. C. 1996. Relations among heterotrophic bacteria, chlorophyll-a, total phytoplankton, total zooplankton and physical and chemical features in the Paranoá reservoir, Brasília, Brazil. *Hydrobiologia* **337**:171-181.
- DE MANUEL, J. & ARMENGOL, J. 1993. Rotifer Assemblages: a contribution to the typology of Spanish Reservoirs. *Hydrobiologia* **255/256**:421-428.
- FERNANDES, L. F.; WOSIACK, A. C.; PACHECO, C. V.; DOMINGUES, L. & LAGOS, P. D. 2005. Cianobactérias e Cianotoxinas. In: ANDREOLI, C. V. & CARNEIRO, C. eds. **Gestão integrada de mananciais de abastecimento eutrofizados**. Curitiba, Editora Gráfica Capital. p.367-388.
- FERRÃO-FILHO, A. S.; ARCIFA, M. S. & FILETO, C. 2003. Resource limitation and food quality for cladocerans in a tropical Brazilian lake. *Hydrobiologia* **491**:201-210.
- FERRÃO-FILHO, A. S.; AZEVEDO, S. M. F. O. & DE MOTT, W. R. 2000. Effects of toxic and non-toxic cyanobacteria on the life history of tropical and temperate cladocerans. *Freshwater Biology* **45**:1-19.
- GANNON, J. E. & STEMBERGER R. S. 1978. Zooplankton (especially crustaceans and rotifers) as indicators of water quality. *Transactions of the American Microscopical Society* **97**(1):16-35.
- JOSÉ-DE-PAGGI, S. 1995. Rotifera. In: LOPRETTO, E. C. & TELL, G. eds. **Ecossistemas de águas continentais. Metodologias para su estudio 2**. La Plata, Ediciones Sur. p.643-667.
- KOSTE, W. 1978. **Rotatoria**. Stuttgart, Gebrüder Borntraeget. 673p.
- LANSAC-TÔHA, F. A.; BONECKER, C. C. & VELHO, L. F. M. 2005. Estrutura da Comunidade Zooplânctônica em Reservatórios. In: RODRIGUES, L.; THOMAZ, S. M.; AGOSTINHO, A. A. & GOMES, L. C. eds. **Biocenoses em reservatórios: padrões espaciais e temporais**. São Carlos, Rima. p.115-127.
- LOPES, R. M.; LANSAC-TÔHA, F. A.; VALE, R. & SERAFIM-JÚNIOR, M. 1997. Comunidade zooplânctônica do Reservatório de Segredo. In: AGOSTINHO, A. A. & GOMES, L. C. eds. **Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo**. Maringá, Eduem. p.39-60.
- MÄEMETS, A. 1983. Rotifers as indicators of lake types in Estonia. *Hydrobiologia* **104**:357-361.
- MATSUMURA-TUNDISI, T.; LEITÃO, S. N.; AGUENA, L. S. & MIYAHARA, J. 1990. Eutrofização da Represa de Barra Bonita: Estrutura e organização da comunidade de Rotifera. *Revista Brasileira Biologia* **50**(4):923-935.
- MATSUMURA-TUNDISI, T. & TUNDISI, J. G. 2005. Plankton richness in a eutrophic reservoir (Barra Bonita Reservoir, SP, Brazil). *Hydrobiologia* **542**:367-378.
- NASELLI-FLORES, L. & BARONE, R. 2003. Steady-state assemblages in a Mediterranean hypertrophic reservoir. The role of *Microcystis* ecomorphological variability in a maintaining an apparent equilibrium. *Hydrobiologia* **502**:133-143.
- NOGRADY, T. 1993. **Rotifera: biology, ecology and sistematics**. The Hauge, Academic. 142p.
- NOGUEIRA, M. G. 2001. Zooplankton composition, dominance and abundance as indicators of environmental compartmentalization in Jurumirim Reservoir (Parapanema River), São Paulo, Brazil. *Hydrobiologia* **455**:1-18.
- NUNES, M. A.; LANSAC-TÔHA, F. A.; BONECKER, C. C.; ROBERTO, M. C. & RODRIGUES, L. 1996. Composição e abundância do zooplâncton de duas lagoas do horto florestal Dr. Luiz Teixeira Mendes, Maringá, Paraná. *Acta Limnológica Brasiliensia* **8**:207-219.
- PAGGI, J. C. & JOSÉ DE PAGGI, S. 1990. Zooplâncton de ambientes lóticos e lênticos do Rio Paraná médio. *Acta Limnológica Brasiliensia* **3**:685-719.
- PANARELLI, E. A.; NOGUEIRA, M. G. & HENRY, R. 2001. Short-term variability of copepod abundance in Jurumirim Reservoir, São Paulo, Brazil. *Brazilian Journal Biology* **61**(4):557-598.
- PEJLER, B. 1995. Relation to habitat in rotifers. *Hydrobiologia* **313**:267-278.
- PERBICHE-NEVES, G.; SERAFIM-JÚNIOR, M.; GHIDINI, A. R. & BRITO, L. 2007. Spatial and temporal distribution of Copepoda (Cyclopoida and Calanoida) of an eutrophic reservoir in the basin of upper Iguaçú River, Paraná, Brazil. *Acta Limnológica Brasiliensia* **19**(4):393-406.
- PINTO-COELHO, R. M. 1998. Effects of eutrophication on seasonal patterns of mesozooplankton in a tropical reservoir: a 4-year study in Pampulha Lake, Brazil. *Freshwater Biology* **40**:159-173.
- PONTIN, R. M. & LANGLEY, J. M. 1993. The use of rotifer communities to provide a preliminary national classification of small water bodies in England. *Hydrobiologia* **255/256**:411-419.
- R PROJECT FOR STATISTICAL COMPUTING. 2007. R Project for Statistical Computing. Disponível em: <<http://www.R-project.org>>. Acesso em: 10.10.2007.
- RAMÍREZ-GARCÍA, P.; NANDINI, S.; SARMA, S. S. S.; VALDERRAMA, R.; CUESTA, I. & HURTADO, M. D. 2002. Seasonal variations of zooplankton abundance in the freshwater reservoir Valle de Bravo (México). *Hydrobiologia* **467**:99-108.
- RIETZLER, A. C.; MATSUMURA-TUNDISI, T. & TUNDISI, J. G. 2002. Life cycle, feeding and adaptive strategy implications on the

- co-occurrence of *Argyrodiaptomus furcatus* and *Notodiaptomus iheringi* in Lobo-Broa Reservoir (SP, Brazil). **Brazilian Journal of Biology** **62**:93-105.
- ROCHA, M. I. A.; BRANCO, C. W. C.; SAMPAIO, G. F.; GÓMARA, G. A. & DE FILLIPO, R. 2002. Spatial and temporal variation of limnological features, *Microcystis aeruginosa* and zooplankton in an eutrophic reservoir (Funil Reservoir, Rio de Janeiro). **Acta Limnologica Brasiliensia** **14**(3):71-86.
- SANEPAR (Companhia de Saneamento do Paraná). 2006. **Projeto interdisciplinar de Pesquisas sobre eutrofização de águas**. Disponível em: <<http://www.sanepar.com.br/sanepar/gecip/forum.nsf>>. Acesso em:15.04.2006.
- SAUNDERS-DAVIES, A. P. 1989. Horizontal distributions of the planktonic rotifers *Keratella cochlearis* (Bory de st. Vincent) and *Polyarthra vulgaris* (Carlin) in a small eutrophic lake. **Hidrobiologia** **186/187**:153-156.
- SENDACZ, S.; CALEFFI, S. & SANTOS-SOARES, J. 2006. Zooplankton biomass of reservoirs in different trophic conditions in the state of São Paulo, Brazil. **Brazilian Journal Biology** **66**(1B):337-350.
- SERAFIM-JÚNIOR, M.; BONECKER, C. C.; ROSSA, D. C. & TÔHA, F. A. L. 2003. Rotifers of the upper Paraná river floodplain: additions to the checklist. **Brazilian Journal of Biology** **63**(2):207-212.
- SERAFIM-JÚNIOR, M.; GHIDINI, A. R.; NEVES, G. P. & BRITO, L. 2005. Comunidade Zooplancônica. In: ANDREOLI, C. V. & CARNEIRO, C. eds. **Gestão integrada de mananciais de abastecimento eutrofizados**. Curitiba, Editora Gráfica Capital. p.406-434.
- SLÁDECK, V. 1983. Rotifers as indicators of water quality. **Hidrobiologia** **100**:169-201.
- SOUSA, W.; ATTAYDE, J. L.; ROCHA, E. S. & ESKINAZI-SANT'ANNA, E. M. 2008. The response of zooplankton assemblages to variations in the water quality of four man-made lakes in semi-arid northeastern Brazil. **Journal Plankton Research** **30**(6):699-708.
- STAT SOFT INC. 2002. **Statistica (data analysis software system), version 6.0**. Stat Soft Incorporation. Disponível em: <<http://www.statsoft.com>>.
- STRAŠKRABA, M. & TUNDISI, J. G. 1999. Reservoir ecosystem functioning: theory and application. In: TUNDISI, J. G. & STRAŠKRABA, M. eds. **Theoretical reservoir ecology and its applications**. São Carlos, International Institute of Ecology/ Brazilian Academy of Sciences. Backahuy. p.565-583.
- THORNTON, W. K. 1990. Perspectives on reservoir limnology. In: THORNTON, K. W.; KIMMEL, B. L. & PAYNE, E. F. eds. **Reservoir limnology: ecological perspectives**. New York, John Wiley & Sons. p.1-13.