

# COMUNIDADES MICROBIANAS (BACTERIOPLÂNCTON E PROTOZOOPLÂNCTON) EM RESERVATÓRIOS DO SEMI-ÁRIDO BRASILEIRO

Magnólia Fernandes Florêncio de Araújo<sup>1,2,\*</sup> & Ivaneide Alves Soares da Costa<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratório de Microbiologia Aquática Depto. de Microbiologia e parasitologia, Centro de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) Lagoa Nova, Natal. CEP: 59072-970. Rio Grande do Norte, Brasil.

<sup>2</sup> Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA), Centro de Biociências, UFRN. Lagoa Nova, Natal. CEP: 59072-970, Rio Grande do Norte, Brasil.

\*E-mail: mag@cb.ufrn.br

## RESUMO

Estudamos as variações espaciais e temporais do protozooplâncton e do bacterioplâncton em cinco reservatórios localizados na Bacia Hidrográfica do Rio Piranhas-Assu, em região semi-árida no Nordeste do Brasil (Rio Grande do Norte). Foram estimadas as densidades de bactérias e protozoários (ciliados e microflagelados), além da composição específica do protozooplâncton em amostragens realizadas em períodos climáticos de seca e chuva, entre os anos de 2002 e 2004. A densidade bacteriana variou de  $2 \times 10^6$  a  $1,34 \times 10^8 \text{ cel.mL}^{-1}$  e foi mais elevada nos pontos de coleta localizados próximos à entrada dos rios que originam os reservatórios. A densidade de protozoários foi maior nas coletas feitas no final do período chuvoso, variando de 13 a  $1482 \text{ org.mL}^{-1}$ . A análise preliminar dos resultados indicou elevadas densidades bacterianas e espécies de protozoários indicadoras foram encontradas em locais com elevada poluição orgânica, alertando para a necessidade de monitoramento contínuo da Bacia onde estão localizados os reservatórios estudados.

**Palavras-chave:** Bacterioplâncton, protozooplâncton, reservatórios, semi-árido.

## ABSTRACT

**MICROBIAL COMMUNITIES (BACTERIOPLANKTON AND PROTOZOOPLANKTON) IN RESERVOIRS OF A BRAZILIAN SEMI-ARID REGION.** We studied the seasonal and spatial variations of bacterioplankton and protozooplankton of five reservoirs located in the basin of Piranhas-Assu River, in a semi-arid region in northeast Brazil (Rio Grande do Norte state). The cellular density of bacteria and protozoa (ciliates and microflagelates) and the specific composition of the protozooplankton were estimated in samplings carried out during dry and rainy periods, from 2002 through 2004. The bacterial density varied from  $2 \times 10^6$  to  $1,34 \times 10^8 \text{ cel.mL}^{-1}$  and was higher in the sampling sites next to the entrance of the rivers that originate the reservoirs. The protozooplankton density was higher on the last samples taken during the rainy period and varied from 13 to  $1482 \text{ org.mL}^{-1}$ . The preliminary analysis of the data indicated high bacterial densities and indicators species of protozoa were found in places with high organic pollution, alerting for the necessity of continuous monitoring of the Basin where the studied reservoirs are located.

**Keywords:** Bacterioplankton, protozooplankton, reservoirs, semi-arid.

## INTRODUÇÃO

Os estudos sobre as relações tróficas existentes entre microrganismos de ambientes aquáticos têm se intensificado nas últimas décadas. Este fato foi impulsionado, entre outros, pelos trabalhos pioneiros de Pomeroy (1974), que reconheceu a importância potencial dos microrganismos na ciclagem da matéria nos oceanos, e de Azam *et al.* (1983), que contribuíram para a formulação do conceito de *microbial loop*, o elo microbiano. O bacterioplâncton é um

componente chave nas teias alimentares de ambientes aquáticos, principalmente devido à extraordinária diversidade de suas vias metabólicas. O fato de serem capazes de processar substratos orgânicos e inorgânicos com grande eficiência e versatilidade faz com que as bactérias se tornem fundamentais nessa dinâmica, levando a um grande esforço para a avaliação dos fatores que controlam o esse grupo nos ecossistemas aquáticos. Tanto mecanismos do tipo *bottom-up* (ação de nutrientes) como os do tipo *top-down* (ação de predadores) são reguladores das po-

pulações bacterianas (Gurung *et al.* 2002, Lindstrom 2001, Simek *et al.* 2001).

Tradicionalmente, o elo microbiano estabelece que a reciclagem da matéria orgânica dissolvida, pelas bactérias, permite que o carbono potencialmente perdido seja reintroduzido na rede alimentar. Assim, o carbono orgânico dissolvido liberado pelo fitoplâncton é assimilado pelas bactérias e canalizado para níveis tróficos mais altos através, por exemplo, de flagelados bacterívoros (Azam *et al.* 1983). Estas importantes concepções levaram ao aprofundamento dos mecanismos funcionais envolvidos nas complexas redes alimentares microbianas.

Os ambientes aquáticos diferem consideravelmente em seus aspectos físicos e químicos, sendo pois, natural, que também haja diferenças nas suas populações microbianas. As bactérias e os fungos são os principais responsáveis pelos processos de decomposição nos ecossistemas aquáticos, convertendo a matéria orgânica em substâncias inorgânicas durante a reciclagem. As bactérias, devido à sua grande versatilidade metabólica, têm a habilidade de utilizar compostos orgânicos e mesmo sintéticos, com conseqüente relevância na assimilação e degradação dos detritos (Pomeroy *et al.* 2007).

Os protozoários, particularmente os flagelados e ciliados de vida livre são os mais importantes consumidores de bactérias em ecossistemas aquáticos. Os ciliados alimentam-se não apenas de populações bacterianas, mas também de algas e outros protistas e mesmo detritos particulados. Os flagelados são tipicamente menores e mais abundantes que os ciliados, com nutrição freqüentemente mixotrófica, podendo fixar o carbono fotossinteticamente (Corliss 2002). Estes organismos estão ativamente envolvidos no elo microbiano, afetando, como conseqüência disso, a saúde e a sobrevivência de muitos organismos das teias aquáticas, inclusive mamíferos carnívoros e herbívoros que estejam no topo da cadeia nutricional (Corliss 2001).

Os flagelados podem ser controlados por forças variadas, dependendo do estado trófico do ambiente, das variações sazonais, ou dessas variáveis em conjunto. Em estudos realizados em um lago eutrófico na China, Zhao *et al.* (2003) indicaram que a temperatura e os nutrientes foram os fatores que mais determinaram a abundância de flagelados heterotróficos. Auer & Arndt (2001) estudaram os flagelados de 55 lagos

de região temperada, com diferentes graus de trofia, e concluíram que a trofia e o período climático influenciaram o tamanho celular, mas não a composição taxonômica das populações. Segundo Modenutti & Pérez (2001) a dominância de ciliados Oligotrichida indica condição oligotrófica em lagos e para Hwang & Heath (1997) há uma relação positiva direta entre a condição trófica do ambiente e o número de organismos ciliados nele presente.

As pesquisas sobre o comportamento das comunidades microbianas em ecossistemas aquáticos podem representar um suporte para que se tenha uma melhor compreensão de tais ambientes. No Brasil, e de modo particular na região Nordeste brasileira, tais estudos são escassos e, nesse contexto, os resultados encontrados neste estudo poderão contribuir para o conhecimento da comunidade microbiana e suas variações sazonais em reservatórios da região semi-árida do estado do Rio Grande do Norte. Para atender este propósito, foram estimadas as densidades e a diversidade da comunidade microbiana nos açudes Itans (município de Caicó), Marechal Dutra (município de Acari), Boqueirão (Município de Parelhas) Passagem das Traíras (município de Jardim do Seridó) e Sabugi (município de São João do Sabugi), todos na região do Seridó do estado do Rio Grande do Norte.

## MATERIAL E MÉTODOS

### DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Localizada no Semi-árido Potiguar, a bacia do Rio Piranhas-Assu (Figura 1) contribui com 79% do total de água acumulado no estado do Rio Grande do Norte sendo, portanto de grande importância econômica. São 17.498,50km<sup>2</sup> de superfície entre os estados do Rio Grande do Norte e da Paraíba, com 17 reservatórios no território potiguar, o que representa 49% de todos os açudes do estado (SEMARH 2007). Cinco reservatórios nessa bacia foram alvo de análises neste trabalho, conforme descrito a seguir.

Açude Boqueirão de Parelhas (06°29'20"S; 37°04'00"W) - também chamado de Ministro João Alves, possui uma capacidade máxima de 85.012.750m<sup>3</sup> ocupando o status de segundo maior reservatório do estado do Rio Grande do Norte, porém o seu volume não ultrapassa os 10.000.000m<sup>3</sup> de água.

Açude Itans (06°41'31"S; 36°37'55"W) - Cons-

truído pelo DNOCS (Departamento Nacional de Obras Contra a Seca) em 1935, está situado a 4km da cidade de Caicó. Sua capacidade máxima é de 81.750.000m<sup>3</sup>, porém nos dias atuais apenas metade deste volume é encontrada na barragem.

Passagem das Traíras - Localiza-se no município de Jardim do Seridó e tem uma capacidade de acumulação igual a 48.858.100m<sup>3</sup>.

Marechal Dutra (Gargalheiras) – (06°26'11"S; 36°36'17"W) Situado a 13km da cidade de Acari, é um importante reservatório do estado, com uma capacidade de acumulação que pode chegar a 40.000.000m<sup>3</sup>.

Açude Sabugí (06°38'40"S, 37°11'30"W) - Construído pelo DNOCS em 1965, fica localizado no mu-

nicipio de São João do Sabugí e sua capacidade de acumulação está acima dos 65.000.000m<sup>3</sup> de água.

Estudos recentes mostram que a maioria dos reservatórios da Bacia do rio Piranhas-Assu apresenta características de intensa eutrofização artificial. São ambientes com elevados níveis de poluição artificial, em sua maioria, em função do excesso de nutrientes e clorofila-a e freqüentes ocorrências de florações tóxicas de cianobactérias (Costa *et al.* 2006, Eskinazi-Sant'Anna *et al.* 2006). Tais fatos somados às elevadas temperaturas, típicas de regiões semi-áridas, proporcionam uma grande oferta de nutrientes os quais são eficientemente utilizados pelas comunidades microbianas, que tendem a aumentar suas densidades nessas condições.

Tabela 1. Profundidade dos pontos de amostragem (m) nos reservatórios, nos dias de coleta. DNM: dado não medido. A: ponto A. B: ponto B.

	Gargalheiras		Passagem das Traíras		Sabugí		Boqueirão		Itans	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
set/02	DNM	DNM	DNM	DNM	DNM	DNM	6,2	10,0	6,0	DNM
dez/02	5,00	8,5	5,0	5,5	3,8	6,00	5,0	8,0	9,0	7,0
abr/03	6,00	5,0	5,0	5,0	3,8	2,50	5,0	7,8	3,5	4,5
set/03	DNM	DNM	4,5	4,5	3,0	3,20	3,0	7,0	3,0	5,0
mar/04	9,00	15,0	11,0	12,0	9,5	9,50	10,0	9,0	11,5	15,0

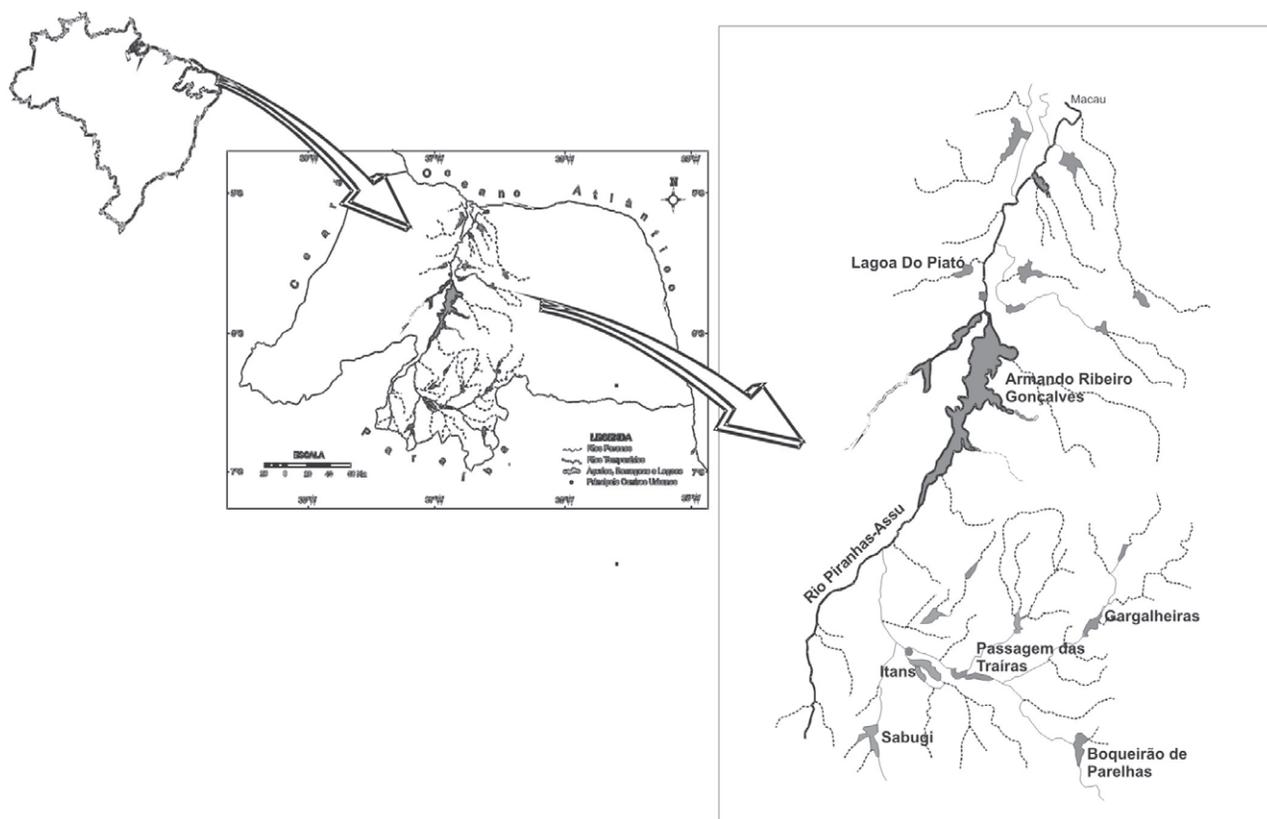


Figura 1. Mapa da Bacia do Rio Piranhas-Assu e ambientes de estudo

### ESTRATÉGIA DE AMOSTRAGEM

Na região semi-árida do Rio Grande do Norte, onde se inserem os ambientes estudados neste trabalho, há poucos meses chuvosos, geralmente compreendendo os meses de março a junho. Os demais meses do ano têm baixas taxas de precipitação, onde são comuns meses sem chuva. Neste estudo, as amostragens foram realizadas em períodos de seca e chuva ou em períodos considerados de transição (intermediários) entre os períodos climáticos típicos (seco e chuvoso). Foram amostrados dois pontos em cada reservatório, um chamado ponto A, situado próximo à entrada do reservatório e outro ponto, chamado B, localizado próximo à parede da barragem. Coletas integradas de superfície e fundo, com o auxílio de uma garrafa de Van Dorn de 5 litros, foram utilizadas para compor as amostras, que foram fixadas ainda no campo.

### COLETA E PROCESSAMENTO DAS AMOSTRAS

#### BACTERIOPLÂNTON

Amostras de água replicadas para análise bacteriana (30mL) foram fixadas com formaldeído tamponado (concentração final de 2%; pH=7,4). Sub-amostras de 1 ou 2mL foram coradas com laranja de acridina a 0,01% (Hobbie *et al.* 1977) e filtradas em membrana preta de policarbonato, com 0,2 $\mu$ m de poro (Millipore), usando uma membrana suporte de 0,45 $\mu$ m de poro (Poretics) para distribuir as amostras uniformemente. Todas as soluções usadas foram filtradas em membranas com poro de 0,2 $\mu$ m. Após a filtração das amostras, os filtros foram montados entre lâmina e lamínula, com o uso de um óleo de imersão não-fluorescente (Cargille Labs, tipo B) e a contagem foi feita através de um microscópio de epifluorescência (Olympus BX41) com aumento de 1250x (espelho dicróico DM500, filtro de excitação BP460-490 e filtro barreira BA520IF).

Pelo menos 300 células bacterianas foram contadas por filtro, em 10 a 20 campos microscópicos. Dois brancos consistindo de água ultrapura autoclavada foram preparados para cada conjunto de amostras processadas, e tratados de modo idêntico às amostras ambientais. Os brancos foram consistentemente baixos (sempre menos de 1% das contagens bacterianas).

As bactérias foram classificadas em três grupos, com base em sua morfologia: bacilos, cocos e vibriões, além dos filamentos. Os volumes celulares foram

calculados por meio da fórmula  $(\pi/4) \times (W^2 \times [L - (W/3)])$ , onde W é a largura e L é o comprimento da célula. Para as células cocoides  $W = L$  (Bratbak 1993). Uma fórmula alométrica de conversão, proposta por Simon & Azam (1989) foi utilizada no cálculo do conteúdo de carbono celular:  $CC (fg C) = 120 \cdot V^{0,72}$ , onde: CC = conteúdo de carbono; V = volume celular ( $\mu m^3$ ). Tamanho e largura das células foram estimados com o uso de uma grade micrométrica acoplada à ocular do microscópio. Trinta bactérias de cada morfotipo (cocos, bacilos, vibrios e filamentos) foram medidas em cada amostragem.

#### PROTOZOOPLÂNTON

Para análises quantitativas do protozooplâncton, 200ml de amostra de água foram imediatamente fixados com uma solução saturada de cloreto de mercúrio e corados com azul de bromofenol 0,04% (Pace & Orcutt 1981). A contagem dos organismos foi realizada em microscópio invertido Olympus IX70, dotado de contraste de fase, campo escuro e contraste de interferência diferencial (CID). Sub-amostras de 10mL foram sedimentadas por 18 a 24 horas e campos aleatórios foram contados, com a objetiva de 40, percorrendo-se toda a câmara, até que fossem contados 100 organismos, como sugere Lund *et al.* (1958). Devido às dificuldades em identificar organismos fixados, amostras vivas foram obtidas através de filtração da água, no campo, em redes de 10 $\mu$ m de abertura de malha, após pré-filtração em rede de 65 $\mu$ m. A identificação se baseou em Lee *et al.* (1985), Foissner & Berger (1996), Foissner *et al.* (1999), Patterson (1996), Pennak (1953) e no Protist Information Server (disponível em [http://protist.i.hosei.ac.jp/protist\\_menuE.html](http://protist.i.hosei.ac.jp/protist_menuE.html)).

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

As densidades bacterianas nos reservatórios variaram de  $2 \times 10^6$  a  $1,34 \times 10^8$ /mL (Figura 2). A densidade total foi muito elevada tanto no mês tipicamente seco (dez/2002) quanto no tipicamente chuvoso (abr/2003) em todos os ambientes. Os períodos intermediários (setembro e agosto), aqui definidos como os meses que ficam entre períodos bem estabelecidos de estiagem e chuva, apresentaram menores densidades. Assim, tanto a precipitação quanto a elevada evaporação, em períodos climáticos

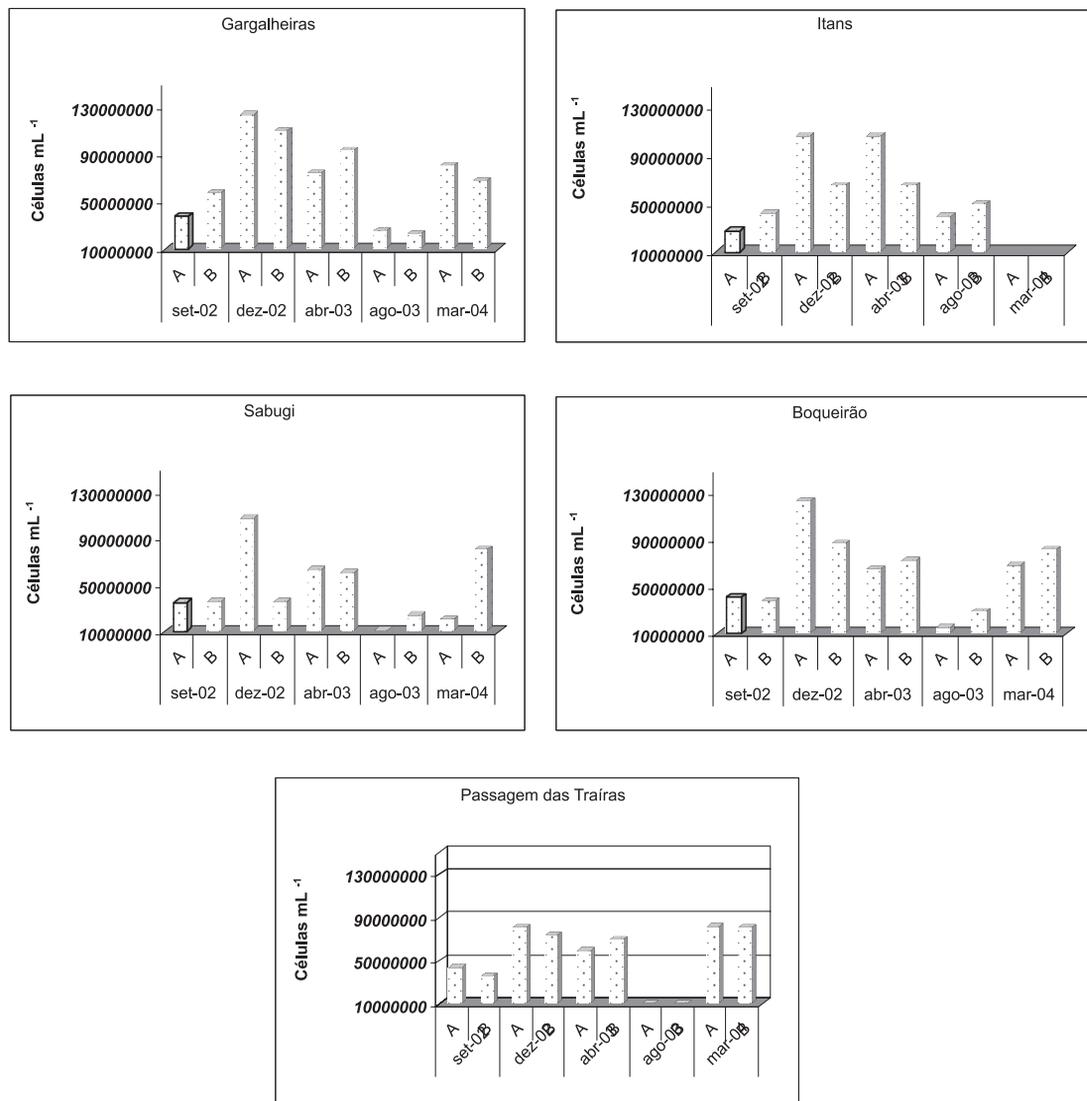


Figura 2. Densidade bacterioplânctônica nos reservatórios estudados. A = ponto de coleta A; B = Ponto de coleta B.

distintos, pareceram contribuir para as elevadas densidades bacterianas encontradas, uma vez que elas foram elevadas tanto no período chuvoso como no seco.

A densidade bacteriana máxima encontrada neste estudo ( $108 \text{ células.mL}^{-1}$ ) está entre as maiores citadas em trabalhos realizados em sistemas de água doce de diferentes níveis tróficos (Jugnia *et al.* 1998, Jezbera *et al.* 2003). As células em forma de bacilos foram numericamente predominantes em todas as estações influenciando consideravelmente a abundância total do bacterioplâncton. Os cocos formaram o segundo grupo morfológico mais abundante ( $1,97 \times 10^7$ ), seguidos por vibriões ( $1,26 \times 10^6$ ) e espirilos ( $1,1 \times 10^5$ ), estes últimos de ocorrência rara.

As médias dos volumes celulares (Figura 3) variaram de  $0,07 \mu\text{m}^3$  (cocos) a  $0,60 \mu\text{m}^3$  (bacilos), enquadrando-se entre as maiores citadas na literatura

para sistemas de água doce (Simek *et al.* 2001, Gurung *et al.* 2002, Lind & Barcena 2003). Os maiores volumes celulares de formas isoladas foram detectados em bacilos e vibrios, dando-lhes grande importância em termos de biomassa, em todos os reservatórios. Um quadro semelhante para esses morfotipos foi encontrado por Kirschner & Velimirov (1997) num estudo sazonal da estrutura bacteriana em um sistema temperado. Bouvy *et al.* (1998) encontraram volumes de células bacterianas variando de  $0,026$  a  $0,051 \mu\text{m}^3$  em açudes eutróficos de região semi-árida. Naquele estudo, os autores assumiram que os recursos ligados à produção primária eram os principais controladores das populações bacterianas, o que não pode ser afirmado aqui, uma vez que não foram feitas correlações com dados de clorofila. Na bacia do Rio Piranhas-Assu, as formas filamentosas, embora ocorrendo em pequena densidade, tiveram grande representatividade em

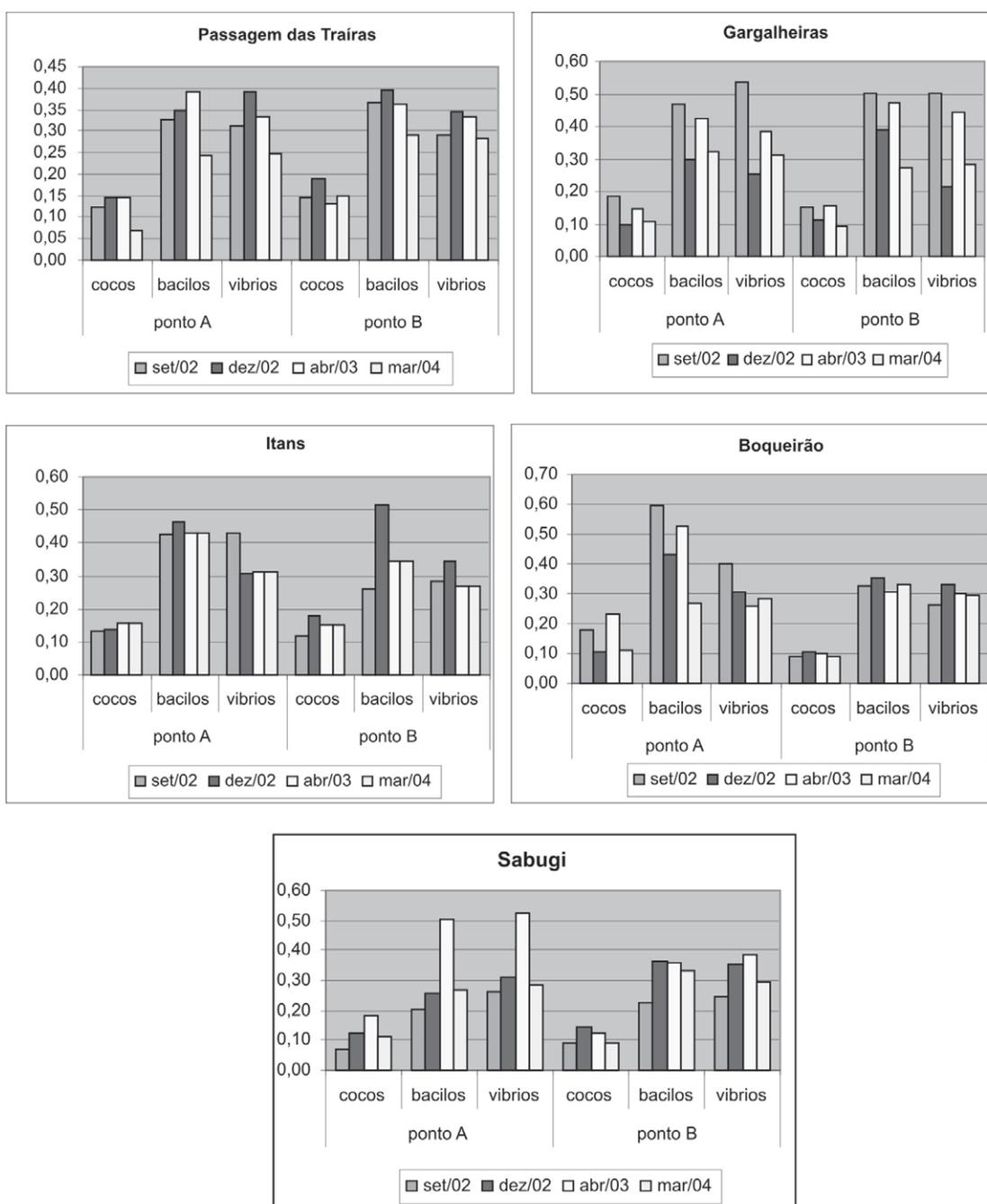


Figura 3. Biovolume ( $\mu\text{m}^3$ ) médio dos morfotipos bacterianos nos reservatórios no período estudados.

termos de biovolume, cuja variação foi de 1,95 a 10,66 $\mu\text{m}^3$  (Figura 4).

Como a metodologia utilizada não permitiu a diferenciação entre flagelados fototróficos e heterotróficos, estes foram considerados em conjunto durante as contagens das amostras conservadas. Nas amostras vivas, entretanto, pode-se constatar que grande parte dos flagelados observados, com base em seu aspecto morfológico, eram fitoflagelados. A metodologia utilizada também dificultou a contagem de alguns grupos de sarcodinos, como as amebas nuas, as quais foram freqüentemente observadas em amostras vivas.

Assim, esses grupos foram considerados apenas para a composição de espécies, não tendo sido considerados nas contagens de amostras conservadas.

Uma clara predominância de protozoários flagelados foi observada em todos os locais de coleta (Figura 5) e as espécies possivelmente mixotróficas da família Cryptomonadida tiveram destaque em todas as amostras. As densidades totais de protozoários variaram de 13 a 1482org.mL<sup>-1</sup> e são semelhantes às reportadas para ambientes eutróficos (Gomes & Godinho 2003, Bettarel *et al.* 2003) localizados em regiões tropicais ou temperadas. As abundâncias desse grupo na Bacia

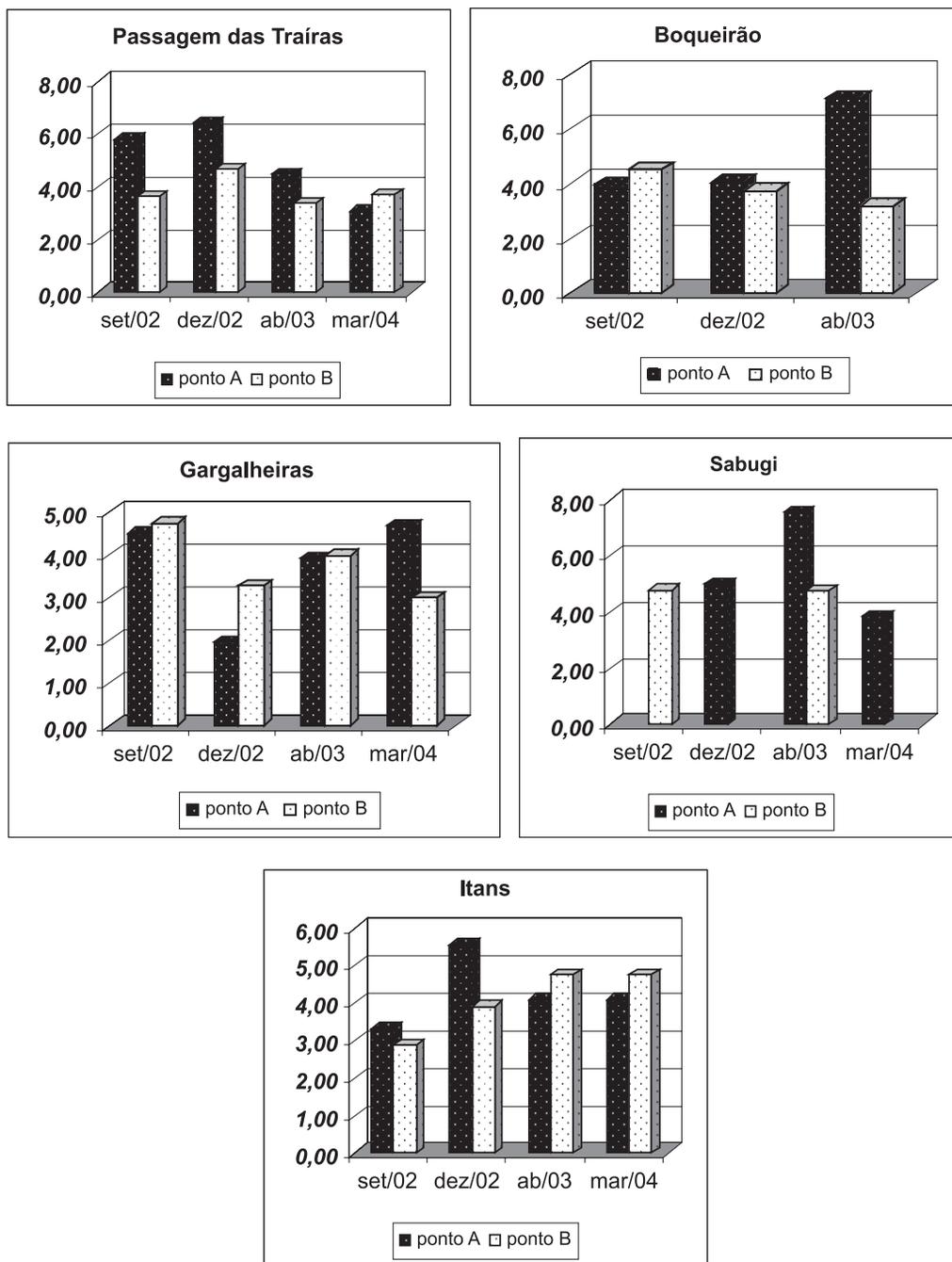


Figura 4. Biovolume ( $\mu\text{m}^3$ ) das formas de bactérias filamentosas nos reservatórios estudados.

do Rio Piranhas-Assu são superiores às encontradas em lagos europeus mesotróficos (Bettarel *et al.* 2003, Bell *et al.* 1998) e em reservatórios do nordeste brasileiro considerados eutróficos (Bouvy *et al.* 1998). Menezes e Novarino (2003) destacaram a importância que deve ser dada a estudos para identificação das espécies de Cryptomonadida, em função de sua franca ocorrência em reservatórios de ambientes temperados e tropicais, como forma de reconhecer as diferentes espécies e sua distribuição e pelo importante papel que desempenham na rede trófica planctônica.

Os flagelados superaram numericamente os ci-

liados, tanto em período chuvoso quanto em período seco. Estas elevadas densidades de flagelados em todos os ambientes refletem sua grande capacidade de adaptação, mesmo em locais menos eutrofizados, onde há menores níveis de nutrientes. Para Baroni & Nasseli-Flores (2003) os flagelados Cryptomonadida, dominantes nos ambientes estudados, são ubíquos e independentes do estado trófico do ambiente.

Embora sejam tradicionalmente citadas como ocorrentes em baixas densidades no plâncton (Laybourn-Parry 1992), estudos realizados em ambientes brasileiros têm mostrado a importância

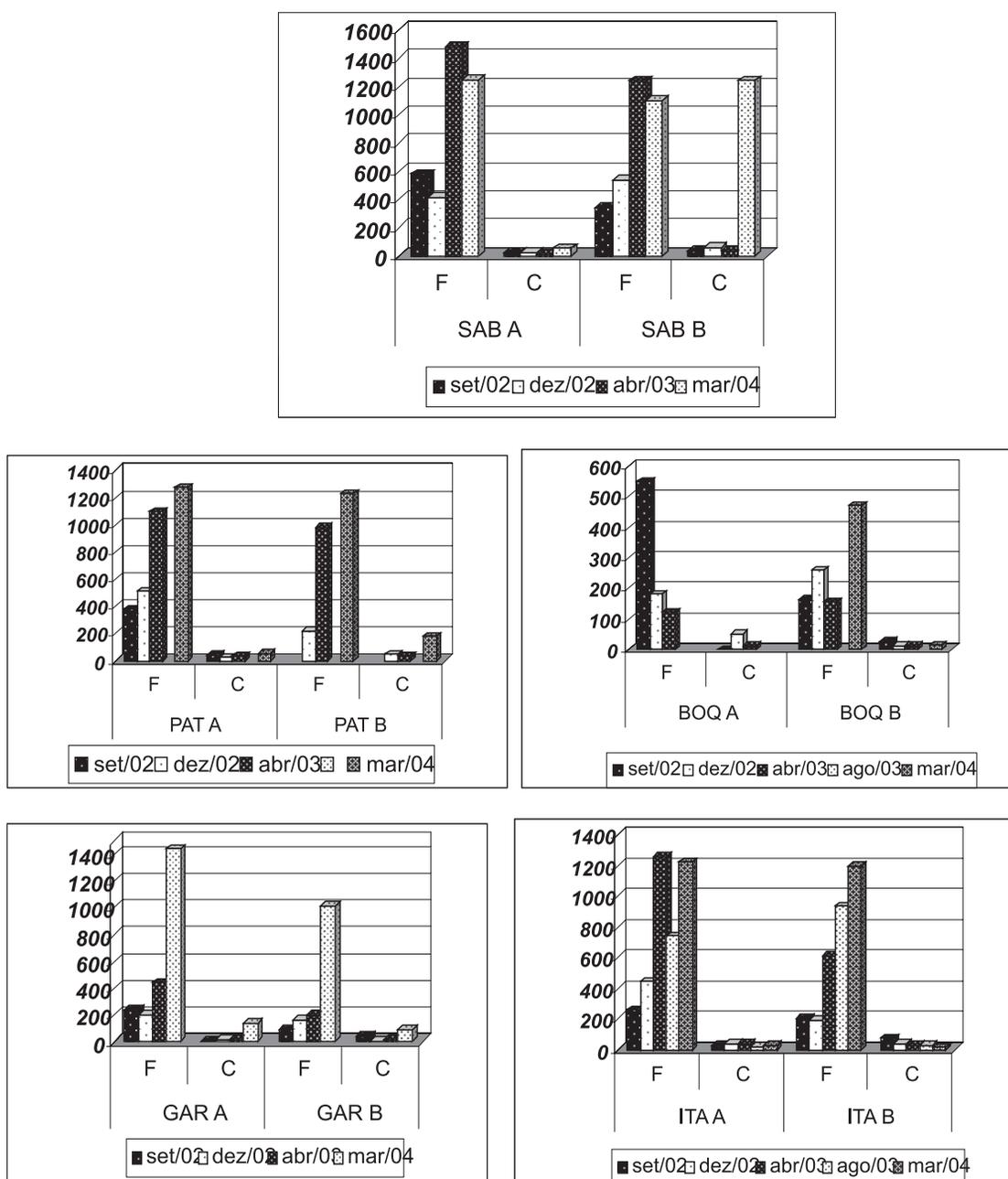


Figura 5. Densidade protozooplânctônica (flagelados e ciliados) nos reservatórios estudados (org.mL). SAB = Sabugi; PAT = Passagem das Trairas; BOQ = Boqueirão; GAR = Gargalheiras; ITA = Itans. A = ponto de coleta A; B = Ponto de coleta B. F=flagelados; C=Ciliados.

da ocorrência e composição específica de tecamebas em amostras planctônicas (Velho *et al.* 1999, Landa & Mourgués-Shurter 2000, Velho *et al.* 2003), o que é confirmado, neste estudo, onde mais de 50% das espécies de sarcodinos foram tecamebas. Destas, 60% ocorreram em todas as amostras.

Na determinação da composição específica do protozooplâncton nos reservatórios da bacia do Rio Piranhas-Assu, foram encontrados 68 táxons em amostras vivas e/ou fixadas, dos quais 28 eram do Subfilo Mastigophora (Figura 6), 17 do Filo Sarcodina (Figura 7) e 23 do Subfilo Ciliophora (Figura 8). Das

espécies catalogadas, 87% se mostraram comuns aos reservatórios.

Em todos os reservatórios estudados ciliados Oligotrichida como *Strombidium*, *Strobilidium* e *Halteria* foram considerados de larga ocorrência uma vez que apareceram em mais de 80% das amostras, confirmando-se como componentes importantes da rede trófica. Esses organismos são de ampla distribuição em águas superficiais de ambientes eutróficos e oligo-mesotróficos (Kalinowska 2004). Resultados semelhantes foram encontrados em açudes eutróficos de Pernambuco (Bouvy *et al.* 1998), onde o

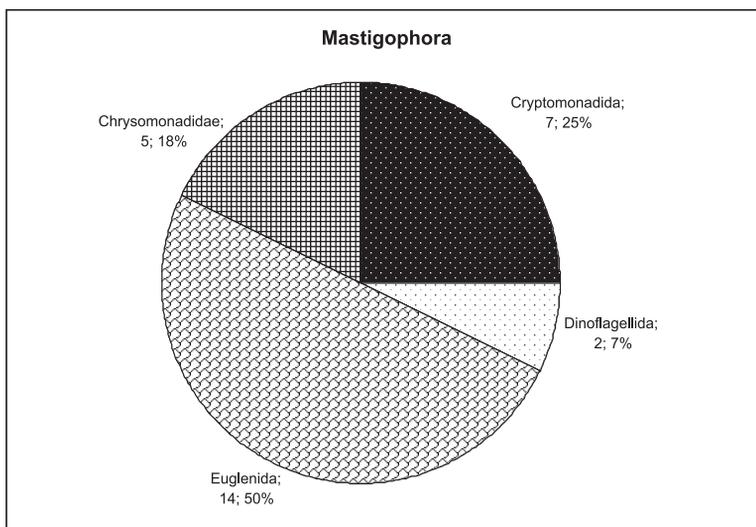


Figura 6. Número e percentual de espécies por grupo (Mastigophora) nos ambientes estudados.

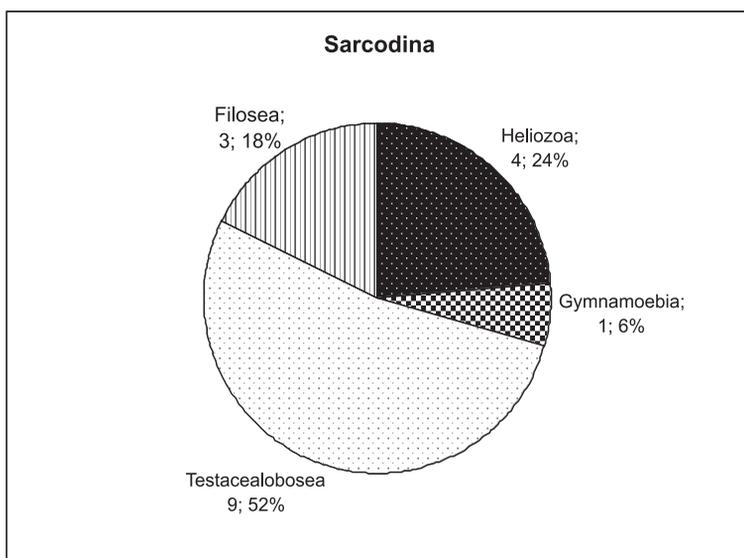


Figura 7. Número e percentual de espécies por grupo (Sarcodina) nos ambientes estudados.

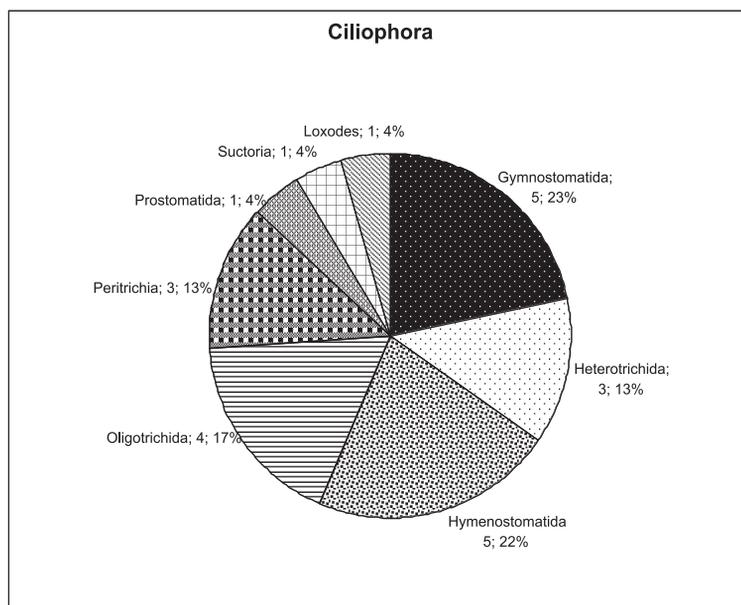


Figura 8. Número e percentual de espécies por grupos (Ciliophora) nos ambientes estudados.

gênero *Strombidium* e *Halteria* tiveram destaque entre os Oligotrichida. Beaver & Crisman (1982) também associaram positivamente a abundância e a biomassa de ciliados ao estado trófico de 20 lagos, na Flórida.

Neste estudo, as elevadas densidades bacterianas e de protozoários encontradas na maioria dos açudes estudados indicam que a eutrofização deve exercer uma forte influência na composição e biomassa da comunidade microbiana. As análises realizadas até o momento caracterizam uma expressiva predominância de protozoários flagelados da família Cryptomonadida, um grupo com várias espécies indicadoras de contaminação orgânica, o que remete para a necessidade de monitoramento constante desses ambientes.

## REFERÊNCIAS

- AZAM, F.; FENCHEL, T.; FIELD, J.G.; GRAY, J.S.; MEYER – REIL, L.A. & THINGSTAD, F. 1983. The ecological role of water-column microbes in the sea. *Marine Ecology Progress Series*, 10: 257–263.
- AUER, B. & ARNDT, H., 2001. Taxonomic composition and biomass of heterotrophic flagellates in relation to lake trophy and season. *Freshwater Biology*, 46: 959–972.
- BARONE, R. & NASSELI-FLORES, L., 2003. Distribution and seasonal dynamics of cryptomonads in Sicilian water bodies. *Hydrobiologia*, 502: 325–329.
- BEAVER, J.R.; CRISMAN, T.L. 1982. The Trophic Response of Ciliated Protozoans in Freshwater Lakes. *Limnology and Oceanography*, 27: 246–253.
- BELL, R.T.; STENDOTTER, U.; PETTERSON, K.; ISTANOVICS, V & PIERSON, D. C., 1998. Microbial dynamics and phosphorus turnover in Lake Erken. *Ergebnisse der Limnologie*, 0(51): 1–20.
- BETTAREL, Y.; SIME-NGANDO, T.; AMBLARD, C. CARRIAS, J.F. & PORTELLI, C. 2003. Virioplankton and microbial communities in aquatic systems: a seasonal study in two lakes of differing trophy. *Freshwater Biology*, 48: 810–822.
- BOUVY, M.; BARROS-FRANÇA, L.M. & CARMOUZE, J.P. 1998. Compartimento microbiano no meio pelágico de 7 açudes do estado de Pernambuco. *Acta Limnologica Brasiliensis*, 10: 93–101.
- BRATBAK, G. 1993. Microscopic methods for measuring bacterial biovolume: epifluorescence microscopy, scanning electron microscopy and transmission electron microscopy. Pp 309–317. In: P.F. Kemp, B.F. Sherr, E.B. Sherr & J.J. Cole (eds.), Handbook of Methods in Aquatic Microbial ecology. Lewis Publishers, London. 800p.
- CORLISS, J.O. 2001. Have the Protozoa been overlooked? *Bioscience*, 51: 424–425.
- CORLISS, J.O. 2002. Biodiversity and biocomplexity of the protists and an overview of their significant roles in maintenance of our biosphere. *Acta Protozoologica*, 41: 199–219.
- COSTA, I.A.S.; SANTOS, A.P.; SILVA, A.A.L.; MELO, S.G.; PANOSSO, R.F. & ARAÚJO, M.F.F. 2006. Floração de Algas Nocivas: ameaça às águas Potiguares. *Fapern*, 2: 14–16.
- ESKINAZI-SANT'ANNA, E.M.; PANOSSO, R.F.; ATTAYDE, J.L.; COSTA, I.A.S.; SANTOS, C.M.; ARAÚJO, M.F.F. 2006. Águas Potiguares : Oásis ameaçados. *Ciência Hoje*, 39: 68–71.
- FOISSNER, W. & BERGER, H. 1996. A user-friendly guide to the ciliates (protozoa, ciliophora) commonly used by hydrobiologists as bioindicators in rivers, lakes and waste waters, with notes on their ecology. *Freshwater Biology*, 35: 375–482.
- FOISSNER, W.; BERGER, H. & SCHAUMBURG, J. 1999. *Identification and ecology of limnetic plankton ciliates*. Informationsber, Bayer, Landesamtes Wasserwirtsch. 793p.
- GOMES, E.A.T. & GODINHO, M.J.L. 2003. Structure of the protozooplankton community in a tropical shallow and eutrophic lake in Brazil. *Acta Oecologica*, 24: S153–S161.
- GONZÁLEZ, J.M. 1999. Bacterivory rate estimates and fraction of active bacterivores in natural protist assemblages from aquatic systems. *Applied and Environmental Microbiology*, 65: 1463–1469.
- GURUNG, T.B.; URABE, J.; NOZAKI, K.; YOSHIMIZU, C. & NAKANISHI, M. 2002. Bacterioplankton production in a water column of Lake Biwa. *Lakes and Reservoirs*, 7: 317–323.
- HOOBIE, J.E.; DALEY, R.J.; JASPER, S. 1977. Use of Nucleopore filters for counting bacteria by fluorescence microscopy. *Applied and Environmental Microbiology*, 33: 1225–1228.
- HWANG, S.J. & HEATH, R.T., 1997. The distribution of protozoa across a trophic gradient, factor controlling their abundance and importance in the plankton food web. *Journal of Plankton Research*, 19: 491 – 518.
- JEZBERA, J.; NEDOMA, J. & SIMEK, K. 2003. Longitudinal changes in protistan bacterivory and bacterial production in two canyon-shaped reservoirs of different trophic status. *Hydrobiologia*, 504: 115–130.
- JUGNIA, L.B.; TADANLÉKÉ, R.D.; SIME-NGANDO, T.; FOTO, S.M. & KEMKA, N. 1998. Short-term variations in the abundance and cell volume of bacterioplankton in an artificial tropical lake. *Hydrobiologia*, 385: 113–119.
- KALINOWSKA, K. 2004. Bacteria, nanoflagellates and ciliates as components of the microbial loop in three lakes of different trophic status. *Polish Journal of Ecology*, 52: 19–34.
- KIRSCHNER, A.K.T. & VELIMIROV, B. 1997. A seasonal stu-

- dy of bacterial community succession in a backwater system, indicated by variation in morphotype numbers, biomass and secondary production. *Microbial Ecology*, 34: 27-38.
- LANDA, G.G. & MOURGUES-SCHUTER, L.R. 2000. Caracterização da comunidade protozooplantônica de um sistema artificial (represa zootecnia), no campus da Universidade Federal de Lavras-MG. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 12:69-83.
- LAYBOURN-PARRY, J. 1992. *Protozoan plankton ecology*. Chapman & Hall, London. 231p.
- LEBARON, P.; PARTHUISOT, N. & CATALA, P. 1998. Comparison of blue Nucleic acid dyes for flow cytometry enumeration of bacteria in aquatic systems. *Applied and Environmental Microbiology*, 64: 1725-1730.
- LEE, J.J.; HUTNER, S.H. & BOVEE, E.C. 1985. *An illustrated Guide to the Protozoa*. Society of Protozoologists, Lawrence (Kansas). 630p.
- LIND, O.T. & BARCENA, E. 2003. Response of riverine and transition zone bacterioplankton communities to a pulsed river inflow. *Hydrobiologia*, 504: 79-85.
- LINDSTRÖM, E.S. 2001. Investigating influential factors on bacterioplankton community composition: results from a field study of five mesotrophic lakes. *Microbial Ecology*, 42: 598-605.
- LUND, J.W.G.; KIPLING, C. & LE CREN, E.D. 1958. The inverted microscope method of estimating algal numbers and the statistical basis of estimations by counting. *Hydrobiologia*, 13: 143 - 170.
- MENEZES, M. & NOVARINO, G. 2003. How diverse are planktonic cryptomonads in Brazil? Advantages and difficulties of a taxonomic-biogeographical approach. *Hydrobiologia*, 1: 297- 306.
- MODENUTTI, B.E. & PEREZ, G.L. 2001. Planktonic ciliates from an oligotrophic south Andean lake (Patagonia, Argentina). *Brazilian Journal of Biology*, 61: 389 - 395.
- PACE, M.L. & ORCUTT, D. 1981. The relative importance of protozoans, rotifers and crustaceans in freshwater zooplankton community. *Limnology and Oceanography*, 26: 822-830.
- PATTERSON, D.J. 1996. *Free-living freshwater protozoa: a colour guide*. John Wiley & sons, England. 223 p.
- PENNAK, R.W. 1953. *Freshwater invertebrates*. New York, Ronald, 769 p.
- POMEROY, L.R. 1974. The Ocean's food web a changing paradigm. *Bioscience*, 24: 499-504.
- POMEROY, L.R.; WILLIAMS, P.J.I.; AZAM, F. & HOBBIE, J.E. 2007. The microbial loop. *Oceanography*, 20: 28-33.
- PROTIST INFORMATION SERVER. [http://protist.i.hosei.ac.jp/protist\\_menuE.html](http://protist.i.hosei.ac.jp/protist_menuE.html). (acesso em 20/11/2003).
- Secretaria de estado do meio Ambiente e dos Recursos Hídricos. (SEMARH). Bacias Hidrográficas do RN. <http://www.semarh.rn.gov.br/>. (acesso em 21 /10/2007).
- SIMEK, K.; ARMENGOL, J.; COMERMA, M.; GARCIA, J.C.; KOJECKA, P.; NEDOMA, J. & HEJZLAR, J. 2001. Changes in the epilimnetic bacterial community composition, production, and protist-induced mortality along the longitudinal axis of a highly eutrophic reservoir. *Microbial Ecology*, 42: 359-371.
- SIMON, M. & AZAM, F. 1989. Protein content and protein synthesis rates of planktonic marine bacteria. *Marine Ecology Progress Series*, 51: 201-213
- VELHO, L.F.M.; LANSAC-TÔHA, F.A. & BINI, L.M. 1999. Spatial and temporal variations in densities of testate amoebae in the plankton of the upper Paraná River floodplain, Brazil. *Hydrobiologia*, 411: 103-113.
- VELHO, L.F.M.; LANSAC-TÔHA, F.A. & BINI, L.M. 2003. Influence of environmental heterogeneity on the structure of testate amoebae (Protozoa, Rhizopoda) assemblages in the plankton of the upper Paraná River Floodplain, Brazil. *International Review Hydrobiology*, 88: 154-166.
- YOUNG, K.D. 2006. The Selective Value of Bacterial Shape. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 70: 660-703.
- ZHAO, Y.; YU, Y.; FENG, W. & SHEN, Y. 2003. Growth and production of free-living heterotrophic nanoflagellates in a eutrophic lake - Lake Donghu, Wuhan, China. *Hydrobiologia*, 498: 85 - 95.

Submetido em 28/06/2007

Aceito em 21/09/2007