

# LAGOA MÃE-BÁ (GUARAPARI-ANCHIETA, ES): UM ECOSISTEMA COM POTENCIAL DE FLORAÇÃO DE CIANOBACTÉRIAS?

Valéria de Oliveira Fernandes<sup>1\*</sup>; Bruna Cavati<sup>1</sup>; Bruna D'Ángela de Souza<sup>1</sup>; Raiany Gusso Machado<sup>1</sup> & Adriano Goldner Costa<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Taxonomia e Ecologia de Algas Continentais (LATEAC). Universidade Federal do Espírito Santo – CCHN – Prédio Botânica, Av. Fernando Ferrari, 514, Bairro Goiabeiras, CEP 29075-910, Vitória, Espírito Santo, Brasil.

\* E-mail: valeriaes@uol.com.br

## RESUMO

Esta é uma síntese de pesquisas realizadas durante três anos na lagoa Mãe-Bá (ES) as quais objetivaram avaliar a estrutura e dinâmica das comunidades de cianobactérias fitoplanctônicas e perifíticas, identificar as cianobactérias com possibilidade de produção de toxinas e analisar se a lagoa representa um ecossistema com potencial de floração de cianobactérias. Foram determinadas as variáveis ambientais e limnológicas e avaliadas as variações espaciais (quatro estações amostrais) e temporais (fases de seca e chuva) dos atributos das comunidades. Todas as pesquisas registraram elevadas densidades de cianobactérias. Em termos espaciais e temporais, houve certa homogeneidade na riqueza de táxons e composição específica, porém heterogeneidade na densidade. As estações amostrais 1 (Barragem Norte) e 2 (Aglomerado Mãe-Bá) e a época seca apresentaram maiores valores de densidade. Os táxons com maior representatividade numérica, em ambas as comunidades, foram *Synechococcus* spp., *Synechocystis aquatilis*, *S. diplococca*, *Pseudanabaena catenata*, *P. papillaterminata*, *Limnothrix redekei*, *Planktolyngbya limnetica* e *Microcystis* sp., sendo todos já registrados em literatura com cepas tóxicas. As cianobactérias são favorecidas na lagoa Mãe-Bá por temperatura, pH e nutrientes. Portanto, a lagoa Mãe-Bá representa um ecossistema com potencial floração de cianobactérias, sendo o fósforo o principal recurso limitante à ocorrência de florações.

**Palavras-chave:** Cianobactérias fitoplanctônicas e perifíticas, lagoa costeira, ecologia.

## ABSTRACT

**MÃE-BÁ LAGOON IN ESPIRITO SANTO STATE, BRAZIL: AN ECOSYSTEM WITH POTENTIAL FOR A CYANOBACTERIAL BLOOM?** Herein we present the results of a three-year study in the Mãe-Bá lagoon (Espírito Santo State, Brazil) aimed to evaluate the structure and dynamics of local communities of phytoplankton and periphytic cyanobacteria, in an attempt to identify potentially toxic species and to evaluate whether this lagoon has the potential to experience a cyanobacterial bloom. Limnological and environmental variables were measured over dry and rainy seasons from four different sampling sites. High densities of cyanobacteria were registered, and the composition and number of taxa tended to be homogeneous over the temporal and spatial scales, while the density of cyanobacteria tended to vary. Highest densities of cyanobacteria were recorded from sampling site 1 at the north dam and sampling site 2 near the Mãe-Bá village, and during the dry seasons. *Synechococcus* spp., *Synechocystis aquatilis*, *S. diplococca*, *Pseudanabaena catenata*, *P. papillaterminata*, *Limnothrix redekei*, *Planktolyngbya limnetica*, and *Microcystis* sp. were the dominant taxa at both sampling sites. All these organisms contain strains known to produce toxic compounds. Factors promoting cyanobacterial growth in the Mãe-Bá lagoon were temperature, pH and nutrient concentration, while the main limiting resource to cyanobacterial blooms was phosphate. Based on our findings, the Mãe-Bá lagoon can be considered a ecosystem at risk of toxic cyanobacterial blooms.

**Keywords:** Periphytic and phytoplanktonic cyanobacteria, lagoon, ecology.

## RESUMEN

**LAGUNA MÃE-BÁ (GUARAPARI-ANCHIETA, ES): UN ECOSISTEMA CON POTENCIAL DE FLORACIÓN DE CIANOBACTÉRIAS?** Esta es una síntesis de investigaciones realizadas durante

tres años en la laguna Mãe-Bá (ES) cuyo objetivo fue evaluar la estructura y dinámica de las comunidades de cianobactérias fitoplanctónicas y perifíticas, identificar las cianobactérias con posibilidad de producción de toxinas y analizar si la laguna es un ecosistema con potencial de floración de cianobactérias. Fueron determinadas las variables ambientales y limnológicas, y evaluadas las variaciones espaciales (cuatro estaciones de muestreo) y temporales (periodos de sequia y lluvia) de los atributos de las comunidades. Todas las investigaciones registraron densidades elevadas de cianobactérias. En términos espaciales y temporales, hubo cierta homogeneidad en la riqueza de táxons y composición específica, y sin embargo heterogeneidad en la densidad. Las estaciones de muestreo 1 (Presa Norte) y 2 (Aglomerado Mãe-Bá) y la época seca presentaron mayores valores de densidad. Los taxones con mayor representatividad numérica, en ambas comunidades, fueron *Synechococcus* spp., *Synechocystis aquatilis*, *S. diplococca*, *Pseudanabaena catenata*, *P. papillaterminata*, *Limnothrix redekei*, *Planktolyngbya limnetica* y *Microcystis* sp., siendo todos ya registrados en la literatura con cepas tóxicas. Las cianobactérias son favorecidas en la laguna Mãe-Bá por temperatura, pH y nutrientes. Por lo tanto, la laguna Mãe-Bá representa un ecosistema con potencial floración de cianobactérias, siendo el fósforo el principal recurso limitante para la ocurrencia de floraciones.

**Palabras clave:** Cianobactérias fitoplanctônicas y perifíticas, laguna costera, ecología.

## INTRODUÇÃO

Lagoas costeiras são corpos d'água encontrados em todos os continentes, usualmente orientados paralelos à costa, com pequena profundidade e separados do mar por uma barra ou conectados ao oceano por um ou mais canais (Kjerfve 1994). Por serem rasos, a zona eufótica destes ambientes freqüentemente atinge, ou se aproxima, do sedimento, aumentando a probabilidade de ocorrência de algas fitoplanctônicas em toda a coluna d'água e de grande número de substratos colonizados pelas algas perifíticas (Fernandes 1997, 2005).

Apesar de sua inegável importância ecológica e econômica, com múltiplos usos pela população (abastecimento doméstico e industrial, pesca, recreação/lazer, irrigação, e preservação da fauna e da flora), o equilíbrio das lagoas costeiras vem sendo ameaçado nas últimas décadas devido aos inúmeros impactos antrópicos aos quais vem sendo submetidas. Dentre estes, o lançamento de esgotos domésticos e industriais sem tratamento, a coleta e disposição inadequadas de resíduos sólidos, a destruição da mata ciliar favorecendo a erosão e o transporte de materiais alóctones para os corpos d'água (Fernandes *et al.* 2006), e, nos últimos anos, o incremento das atividades de piscicultura intensiva (tanques rede) têm sido apontados como as causas mais freqüentes do processo de eutrofização artificial, provocando maior incidência de florações de cianobactérias.

O fenômeno da floração de cianobactérias tem sido relacionado às alterações na proporção dos

nutrientes inorgânicos, sendo o fósforo o principal nutriente controlador da ocorrência de florações (embora compostos nitrogenados sejam relevantes na determinação da quantidade de cianobactérias presentes), aos fatores físicos, como temperaturas elevadas, e às alterações no tempo de residência da água em ecossistemas manejados pelo homem (Chorus & Bartram 1999). Fatores como razão N:P, pH, condutividade elétrica, intensidade luminosa e temperatura, também são responsáveis pela distribuição e ocorrência destes organismos (Branco *et al.* 2001) sendo que os requerimentos variam de espécie para espécie (Shapiro 1990, Huszar *et al.* 2000).

Apesar das cianobactérias e demais algas perifíticas e fitoplanctônicas representarem os principais produtores primários, constituírem a base das cadeias alimentares, representarem importante fonte de carbono e participarem ativamente da ciclagem de nutrientes nos ecossistemas aquáticos (Reynolds 1984, Azim *et al.* 2005), há ainda poucas informações sobre a dinâmica destes organismos em ecossistemas lênticos brasileiros. No estado do Espírito Santo, o panorama não é diferente, pois apesar da existência de inúmeras lagoas costeiras espalhadas por todo o litoral, poucos estudos sobre cianobactérias foram realizados.

A lagoa Mãe-Bá, segunda maior lagoa costeira do estado do Espírito Santo, assume relevada importância sob o ponto de vista ecológico e econômico. Porém, poucos estudos ecológicos foram desenvolvidos neste ambiente, destacando-se: Pereira (2003) que realizou

um estudo de caso abordando os aspectos qualitativos (físico-químicos) e seus fatores influentes em várias estações amostrais. Liston (2004) que avaliou a estrutura da comunidade fitoplanctônica em três estações amostrais em coletas trimestrais; Machado (2006) que avaliou a estrutura e dinâmica da comunidade fitoplanctônica em duas estações amostrais; Costa (2006) que avaliou a variabilidade espacial e temporal do perifiton em substrato natural em duas estações amostrais na lagoa Mãe-Bá; Machado (2007) que avaliou a qualidade ecológica da lagoa Mãe-Bá com base na comunidade fitoplanctônica em três estações amostrais; Costa (2007) que avaliou os aspectos sucessionais da comunidade perifítica em substrato artificial na região sob influência da Barragem Norte na lagoa; Souza (2008) que avaliou a estrutura e dinâmica do fitoplâncton na lagoa Mãe-Bá, além da estimativa da produtividade primária, em duas estações amostrais. Com exceção das pesquisas de Pereira (2003) e Liston (2004), as quais tiveram periodicidade trimestral, todas as demais foram realizadas nos períodos seco e chuvoso durante um ciclo anual.

Os dados aqui apresentados representam a síntese das pesquisas realizadas durante três anos na lagoa Mãe-Bá, as quais permitem inferir acerca do estado ecológico da lagoa, contribuindo desta maneira para o entendimento do funcionamento deste ecossistema e para a discussão sobre a tomada de medidas que visem a preservação e os usos da lagoa Mãe-Bá.

## MATERIAL E MÉTODOS

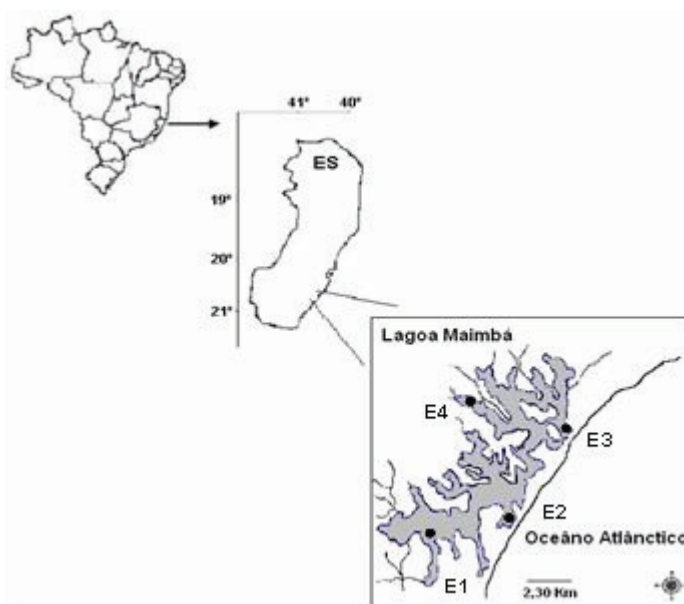
A lagoa Mãe-Bá, situada entre os municípios de Guarapari e Anchieta (Figura 1), é a segunda maior lagoa do Espírito Santo e localiza-se na bacia hidrográfica do rio Benevente, com área de drenagem de 1.260km<sup>2</sup>. Apresenta área de aproximadamente 4,40km<sup>2</sup>, perímetro de 41.841m e volume de 10,10 x 10<sup>6</sup>m<sup>3</sup> (Cepemar 2004). Trata-se de um ecossistema aquático dendrítico, raso (profundidade máxima de 4,0m) e de extenso espelho d'água. A lagoa Mãe-Bá localiza-se a aproximadamente 50m do mar, comunicando-se esporadicamente com o mesmo por meio de canais localizados sob a Rodovia do Sol. Como se encontra a aproximadamente 15m de altura do nível do mar, não há entrada de água salgada quando há a abertura dos canais, sendo a influência marinha exercida apenas pelo spray marinho.

A lagoa Mãe-Bá é utilizada para diversos fins, como pesca, área de recreação e lazer para as comunidades locais e turistas, harmonia paisagística e abastecimento doméstico dos municípios de Guarapari e Anchieta. Porém, nas últimas décadas, vem apresentando sinais de eutrofização artificial principalmente devido ao lançamento de efluentes de diversas origens. Em meados do ano de 2003 a captação da água para abastecimento doméstico pela Companhia Espírito Santense de Saneamento (CESAN) foi interrompida devido à má qualidade da água ocasionada principalmente pela elevada densidade de cianobactérias potencialmente tóxicas. Entretanto, nos meses de verão, os quais requerem maior volume de água para consumo humano, a lagoa volta a ser utilizada como manancial de abastecimento público.

A empresa de pelotização Samarco Mineração S/A, desde 1977 em funcionamento nas margens da lagoa Mãe-Bá, represou um dos braços da lagoa, transformando-o na Barragem Norte, reservatório receptor de efluentes tratados do processo industrial. A comporta de ligação da Barragem permanece fechada durante muito tempo, porém a mesma é aberta periodicamente para liberar parte deste volume de água, especialmente em épocas de elevada precipitação pluviométrica (em média 4 vezes ao ano, segundo Pereira 2003) e permanece aberta por um período de 72 horas, representando importante aporte de materiais alóctones para a lagoa.

As amostras foram coletadas em quatro estações amostrais na lagoa: próximo à Barragem Norte da Samarco Mineração S/A (estação 1); em frente ao aglomerado Mãe-Bá, maior aglomerado urbano no entorno (estação 2); próximo ao ponto de captação de água pela CESAN (estação 3); e outra considerada mais natural, em um local sem urbanização e industrialização (estação 4). As amostragens foram realizadas em duas épocas do ciclo hidrológico: seca (nos meses de agosto a outubro) e chuvosa (nos meses de dezembro a abril).

Foram avaliadas em campo as seguintes variáveis ambientais e limnológicas: temperatura do ar (termômetro de bulbo); temperatura da água e oxigênio dissolvido (multiparâmetros YSI 85); salinidade, condutividade elétrica e sólidos totais dissolvidos (medidor multiparâmetro Handylab LF1); pH (pHmetro Micronal); profundidade e transparência da água (disco de Secchi), a qual forneceu indiretamente,



**Figura 1.** Localização da lagoa Mãe-Bá (Guarapari-Anchieta, ES), evidenciando os pontos de amostragem (cedido pelo Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - IEMA).

**Figure 1.** Geographical location of the Mãe-Bá lagoon, Espírito Santo State, Brazil. Sampling sites are indicated by black dots. Courtesy of IEMA (State Institute of the Environment and Hydrological Resources).

a profundidade da zona eufótica (Cole 1975) e turbidez (turbidímetro Digimed DM-C2).

Em laboratório foram determinadas as concentrações de nitrogênio amoniacal, ortofosfato, silicato (Carmouze 1994), nitrogênio total (Apha 1992), nitrato, nitrito (Zagato *et al.* 1981) e sólidos totais em suspensão (Apha 1992).

As cianobactérias fitoplancônicas foram avaliadas qualitativamente através de amostras coletadas com rede de plâncton (20 $\mu$ m), as quais foram fixadas com solução formalina 4% (Bicudo & Menezes 2005). As cianobactérias foram medidas, esquematizadas e identificadas utilizando-se bibliografia especializada – sistemas de Classificação de Komárek & Anagnostidis (1989, 1999 e 2005) e Anagnostidis & Komárek (1988, 1990).

As amostras quantitativas foram coletadas com garrafa de van Dorn, na subsuperfície ou a 50cm da coluna d'água e foram imediatamente fixadas com solução de lugol acético 5%. A análise quantitativa seguiu o método de sedimentação em câmaras (Utermöhl 1958), com contagem em campos aleatórios (Uehlinger 1964) utilizando microscópio invertido Nikon Eclipse TS 100 até que a espécie mais abundante atingisse no mínimo 100 indivíduos (Lund *et al.* 1958). Os resultados foram expressos em ind/mL e calculados de acordo com Weber (1973).

O substrato natural (*Echinocloa* sp.) colonizado pelas cianobactérias perifíticas foi coletado manualmente com tesoura. Nos experimentos com substrato artificial, foram usadas lâminas de vidro (de microscopia). Em laboratório, o perifíton foi separado dos substratos através de raspagem com estilete e jatos de água destilada. Parte destas amostras foi fixada com solução formalina 4% (análise qualitativa) e outra parte fixada com solução de lugol 5% (análise quantitativa). Estas análises seguiram a mesma metodologia descrita para fitoplâncton. Os resultados foram expressos em ind/cm<sup>2</sup> de acordo com Apha (1992).

Foram calculadas a abundância e dominância, segundo Lobo & Leighton (1986). A equitabilidade foi calculada através da fórmula proposta por Legendre & Legendre (1983) e a diversidade específica (bits/ind) através de Shannon & Weanner (1963).

## RESULTADOS

### VARIÁVEIS AMBIENTAIS E LIMNOLÓGICAS

Os valores médios dos dados abióticos mostrados na Tabela I referem-se às pesquisas de Machado (2007), Costa (2007) e Souza (2008), referentes aos anos de 2006 e 2007, devido ao maior número de amostragens realizadas neste período.

A lagoa Mãe-Bá se caracterizou como um ambiente

raso e dulcícola, apresentando águas levemente ácidas a alcalinas, com elevados valores de temperatura, oxigênio dissolvido, zona eufótica (luz até o sedimento durante as amostragens) e transparência e baixas concentrações de nitrato, nitrito, nitrogênio amoniacal e ortofosfato. Valores mais elevados de transparência, oxigênio dissolvido, pH, condutividade elétrica e sólidos totais dissolvidos foram registrados no período seco. No período chuvoso, houve elevação da temperatura do ar, da temperatura da água, dos sólidos totais suspensos e da turbidez.

De acordo com Souza (2008), a lagoa Mãe-Bá apresentou isoterмия e perfil ortogrado na maior parte dos dias nos períodos seco e chuvoso. A freqüente desestratificação térmica e química observada neste ecossistema está relacionada à baixa profundidade da lagoa e à constante incidência de ventos, que promovem circulação das massas d'água, ou seja, misturas da coluna d'água são freqüentes. As concentrações de nitrato e nitrito (abaixo de 14µg/L), nitrogênio amoniacal (média de 40,6µg/L) e ortofosfato (média de 7,7µg/L) foram baixas, ao contrário das concentrações de nitrogênio total que foram elevadas (média de 1124,8µg/L), não apresentando variação espacial e temporal.

### RIQUEZA DE TÁXONS

O levantamento das cianobactérias fitoplanctônicas e perifíticas na lagoa Mãe-Bá foi realizado através das pesquisas de Costa (2006, 2007), Machado

(2006, 2007) e Souza (2008), sempre como subsídio para o desenvolvimento de estudos ecológicos mais aprofundados.

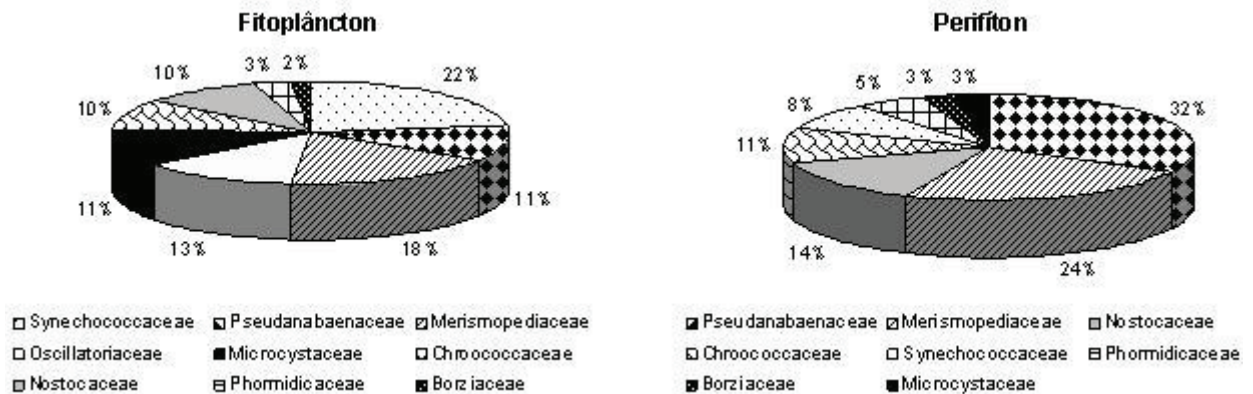
Considerando-se as três pesquisas realizadas na lagoa Mãe-Bá com a comunidade de cianobactérias fitoplanctônicas, foi registrado um total de 62 táxons pertencentes à Classe Cyanophyceae (Figura 2), distribuídos em 9 Famílias, sendo 14 Synechococcaceae (22%), 11 Merismopediaceae (18%), 8 Oscillatoriaceae (13%), 7 Pseudanabaenaceae (11%), 7 Microcystaceae (11%), 6 Chroococcaceae (10%), 6 Nostocaceae (10%), 2 Phormidiaceae (3%) e 1 Borziaceae (2%) (Tabela II). As duas pesquisas realizadas com a comunidade perifítica na lagoa Mãe-Bá revelaram um total de 37 táxons pertencentes à Classe Cyanophyceae (Figura 2), distribuídos em 8 Famílias, sendo 12 Pseudanabaenaceae (32%), 9 Merismopediaceae (24%), 5 Nostocaceae (14%), 4 Chroococcaceae (11%), 3 Synechococcaceae (8%), 2 Phormidiaceae (5%), 1 Microcystaceae (3%) e 1 Borziaceae (3%), conforme mostra a Tabela II.

Machado (2006) registrou um total de 26 táxons pertencentes a 07 Famílias de cianobactérias fitoplanctônicas em amostras de subsuperfície da coluna d'água em duas estações amostrais (estação 1 - Barragem Norte e estação 4 - Natural) nos períodos seco e chuvoso nos anos de 2005 e 2006. A estação 1 apresentou 23 táxons e a estação 4, 18 táxons, sendo 15 táxons comuns a ambas as estações. As Famílias Pseudanabaenaceae e Synechococcaceae foram as que mais contribuíram para a riqueza de táxons (22%)

**Tabela I.** Valores médios das variáveis abióticas em quatro estações amostrais na lagoa Mãe-Bá, no período de 2006 a 2007.

*Table I.* Mean values of abiotic variables of the four sampling stations in the Mãe-Bá lagoon over the year 2006 and 2007.

VARIÁVEIS	Estação 1		Estação 2		Estação 3		Estação 4	
	Seca	Chuva	Seca	Chuva	Seca	Chuva	Seca	Chuva
Temperatura do ar (°C)	27,8	28,8	26,1	28,4	27,4	31,0	25,7	27,0
Temperatura da água (°C)	25,4	29,0	24,1	28,3	25,5	29,7	24,4	29,0
Profundidade (m)	1,8	1,9	1,3	1,2	1,6	1,4	1,3	1,2
Transparência (m)	1,2	0,8	1,3	1,0	1,3	1,0	1,3	1,0
Zona eufótica (m)	1,8	1,9	1,3	1,2	1,6	1,4	1,3	1,2
Oxigênio dissolvido (% Sat)	103,4	90,0	83,5	58,2	87,6	78,4	78,3	58,2
Oxigênio dissolvido (mg/L)	8,5	6,9	7,2	6,1	7,3	5,9	6,4	4,3
pH	8,5	7,3	8,5	7,6	8,5	6,6	8,0	6,2
Condutividade elétrica (µS/cm)	802,0	660,0	865,2	363,8	762,0	535,0	662,0	232,2
Sólidos totais dissolvidos (mg/L)	777,5	436,5	881,0	276,0	740,0	395,0	667,0	152,0
Sólidos totais suspensos (mg/L)	7,7	9,2	5,8	8,4	4,9	6,0	3,9	4,8
Turbidez (NTU)	9,7	17,1	10,5	1,03	7,8	10,3	8,2	10,5



**Figura 2.** Contribuição percentual das famílias de cianobactérias, quanto à riqueza de táxons, nas comunidades fitoplanctônica e perifítica da lagoa Mãe-Bá.

**Figure 2.** Relative contribution of cyanobacteria (families) to the number of taxa recorded in phytoplanktonic and periphytic communities of the Mãe-Bá lagoon.

na estação 4 e Microcystaceae (22%), Merismopediaceae (17%) e Synechococcaceae (17%) as que mais contribuíram na estação 1.

Machado (2007) registrou 34 táxons de cianobactérias fitoplanctônicas pertencentes à 9 famílias em três estações amostrais (estação 1 – Barragem Norte; estação 2 – Aglomerado Mãe-Bá e estação 3 – ponto de captação de água da CESAN) nos anos de 2006 e 2007, nos períodos seco e chuvoso, sendo 32 desses na estação 1, 27 na estação 2 e 28 na estação 3, com 24 táxons comuns às três estações de amostragem. As famílias Merismopediaceae, Microcystaceae, Synechococcaceae e Pseudanabaenaceae foram as que apresentaram maior contribuição nas estações e dias de amostragem (Merismopediaceae – 19% na estação 1; 19% na estação 2; 18% na estação 3; Microcystaceae – 16% na estação 1; 15% na estação 2 e 10% na estação 3; Synechococcaceae – 16% na estação 1; 19% na estação 2 e 18% na estação 3; Pseudanabaenaceae – 12% na estação 1; 15% na estação 2 e 14% na estação 3; Chroococcaceae – 16% na estação 1; 14% na estação 2; 19% na estação 3).

Souza (2008) registrou 44 táxons de cianobactérias fitoplanctônicas pertencentes a 8 famílias em duas estações amostrais (estação 2 – Aglomerado Mãe-Bá e estação 4 – Natural), com 4 coletas (quinzenais) nos períodos seco e chuvoso durante os anos de 2006 e 2007, sendo 38 táxons na estação 2, distribuídos em 8 famílias, sendo 12 Merismopediaceae (31%), 6 Synechococcaceae (16%), 5 Pseudanabaenaceae

(13%), 5 Nostocaceae (13%), 3 Chroococcaceae (8%), 3 Microcystaceae (8%), 3 Oscillatoriaceae (8%) e 1 Phormidaceae (3%). Na estação 4, foram registrados 30 táxons, distribuídos em 8 famílias, sendo 10 Merismopediaceae (33%), 5 Pseudanabaenaceae (17%), 4 Microcystaceae (13%), 3 Chroococcaceae (10%), 3 Oscillatoriaceae (10%), 2 Synechococcaceae (7%), 2 Nostocaceae (7%) e 1 Phormidaceae (3%). A família Merismopediaceae apresentou maior contribuição nas estações e dias de amostragem. Foram registrados 24 táxons comuns às estações.

Costa (2006) registrou um total de 24 táxons de cianobactérias perifíticas em substrato natural (*Echinocloa* sp.) em duas estações amostrais (estação 1 – Barragem Norte e estação 4 – Natural) nos períodos seco e chuvoso, pertencentes a 8 famílias, sendo Pseudanabaenaceae a que mais contribuiu para a riqueza total (34%), seguida de Merismopediaceae (17%) e de Microcystaceae (13%). Destes, 17 e 16 táxons de cianobactérias foram registrados na época seca nas estações 1 e 4, respectivamente, e 14 e 13 táxons na época chuvosa, nas estações 1 e 4 respectivamente, sendo 16 táxons comuns às estações.

Costa (2007) registrou um total de 24 táxons de cianobactérias perifíticas em substrato artificial (lâminas de vidro) em uma estação amostral (estação 1 - Barragem Norte) com quatro coletas periódicas nos períodos seco e chuvoso durante os anos de 2006 e 2007, pertencentes a 7 famílias, sendo Pseudanabaenaceae e Merismopediaceae as que mais contribuíram para a biodiversidade (25% e 24% respectivamente).

**Tabela II.** Lista de táxons da Classe Cyanophyceae das comunidades fitoplanctônica e perifítica registrados na lagoa Mãe-Bá, no período estudado.  
**Table II.** List of taxa of Cyanophyceae recorded in the phytoplanktonic and periphytic communities of Mãe-Bá lagoon over the study period.

TÁXON	FITOPLÂNTON	PERIFÍTON
<b>ORDEM Chroococcales</b>		
<b>FAMÍLIA Chroococcaceae</b>		
<i>Chroococcus dispersus</i> (Keissler) Lemmermann	X	X
<i>Chroococcus limneticus</i> Lemmermann	X	
<i>Chroococcus minor</i> (Kützing) Nägeli	X	X
<i>Chroococcus minutus</i> (Kützing) Nägeli	X	
<i>Chroococcus obliteratus</i> Richter	X	X
<i>Chroococcus turgidus</i> (Kützing) Nägeli	X	X
<b>FAMÍLIA Merismopediaceae</b>		
<i>Aphanocapsa</i> sp.	X	
<i>Aphanocapsa elachista</i> W et G. S. West		X
<i>Aphanocapsa incerta</i> (Lemmermann) Cronberg et Komárek	X	
<i>Aphanocapsa microscopica</i> Nägeli	X	
<i>Coelomoron</i> sp.	X	X
<i>Gomphosphaeria</i> cf. <i>multiplex</i> (Nygaard) Komárek	X	
<i>Merismopedia duplex</i> Playfair		X
<i>Merismopedia glauca</i> (Ehrenberg) Kützing		X
<i>Merismopedia punctata</i> Meyen	X	X
<i>Merismopedia tenuissima</i> Lemmermann	X	X
<i>Sphaerocavum brasiliense</i> Azevedo et Sant'Anna	X	
<i>Synechocystis aquatilis</i> Sauvageau	X	X
<i>Synechocystis diplococca</i> (Pringsheim) Bourrelly	X	X
<i>Synechocystis</i> sp.	X	X
<b>FAMÍLIA Microcystaceae</b>		
<i>Gloeocapsa atrata</i> Kützing	X	
<i>Microcystis aeruginosa</i> (Kützing) Kützing	X	
<i>Microcystis panniformis</i> Komárek	X	
<i>Microcystis protocystis</i> Crow	X	
<i>Microcystis smithii</i> Komárek & Anagnostidis	X	X
<i>Microcystis</i> sp.1	X	
<i>Microcystis</i> sp.2	X	
<b>FAMÍLIA Synechococcaceae</b>		
<i>Aphanotece</i> sp.	X	
<i>Aphanotece clathrada</i> W. et G. S. West	X	
<i>Aphanotece endophytica</i> (W. et G. S. West) Kormáková-Legnerová et Cronberg	X	
<i>Aphanotece nidulans</i> Richter in Wittrock & Nordstedt	X	
<i>Aphanotece smithii</i> Kormáková-Legnerová et Cronberg	X	
<i>Aphanotece stagnina</i> (Sprengel) A. Braun in Rabenhorst	X	X
<i>Gloeothece</i> sp.	X	
<i>Lemmermanniella</i> sp.	X	
<i>Rhabdoderma lineare</i> Schmidle et Lauterborn	X	
<i>Rhabdoderma</i> sp.	X	X
<i>Rhabdogloea minuta</i> Hickel	X	
<i>Synechococcus ambiguus</i> Skuja	X	
<i>Synechococcus</i> sp.1	X	X
<i>Synechococcus</i> sp.2	X	
<b>ORDEM Nostocales</b>		
<b>FAMÍLIA Nostocaceae</b>		
<i>Anabaena bergii</i> Ostenfeld	X	
<i>Anabaena</i> sp.	X	X
<i>Anabaenopsis</i> sp.	X	X
<i>Aphanizomenon</i> sp.1	X	X
<i>Aphanizomenon</i> sp.2		X
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i> (Woloszynska) Seenayya et Subba Raju	X	X
<i>Nostoc</i> sp.	X	

TÁXON	FITOPLÂNCTON	PERIFÍTON
<b>ORDEM Oscillatoriales</b>		
<b>FAMÍLIA Borziaceae</b>		
<i>Borzia</i> sp.		X
<i>Komvophoron</i> sp.	X	
<b>FAMÍLIA Oscillatoriaceae</b>		
<i>Lyngbya intermedia</i> Gardner	X	
<i>Lyngbya gomontiana</i> Senna	X	
<i>Oscillatoria limosa</i> Agardh ex Gomont	X	
<i>Oscillatoria ornata</i> Kützing ex Gomont	X	
<i>Oscillatoria subbrevis</i> Schmidle	X	
<i>Oscillatoria</i> sp.	X	
<i>Spirulina robusta</i> Welsh	X	
<i>Spirulina tenerrima</i> Kützing ex Gomont	X	
<b>FAMÍLIA Phormidiaceae</b>		
<i>Phormidium chlorinum</i> (Kützing ex Gomont) Anagnostidis	X	X
<i>Phormidium</i> sp.	X	X
<b>FAMÍLIA Pseudanabaenaceae</b>		
<i>Geitlerinema amphibium</i> (Agardh ex Gom.) Anagnostidis		X
<i>Heteroleibleinia kuetzingii</i> (Schmidle) Compère		X
<i>Jaaginema metaphyticum</i> K. in Anag.		X
<i>Jaaginema quadripunctulatum</i> (Brühl et Biswas) Gardner		X
<i>Jaaginema profundum</i> (Schroter ex Kirchner) Anagnostidis et Komárek	X	
<i>Jaaginema</i> sp.	X	X
<i>Leptolyngbya</i> cf. <i>ercegovicii</i> (Cado) Anagnostidis et Komárek		X
<i>Leptolyngbya</i> sp.		X
<i>Limnothrix redekei</i> (Van Goor) Meffert	X	
<i>Planktolyngbya limnetica</i> (Lemmermann) Komárková-Legnerová et Cronberg	X	X
<i>Planktolyngbya</i> sp.		X
<i>Pseudanabaena</i> cf. <i>minima</i> (G. S. Na) Anag.		X
<i>Pseudanabaena catenata</i> Lauterborn	X	X
<i>Pseudanabaena galeata</i> Böcher	X	
<i>Pseudanabaena papillaterminata</i> (Kiselev) Kukk	X	X

Comparando-se as pesquisas com as comunidades fitoplanctônica e perifítica, constatou-se que o número de táxons de cianobactérias registrados variou, embora pouco, de um período para outro, destacando-se o estudo de Souza (2008) que apresentou o maior número de táxons registrados na lagoa (44).

Considerando-se as estações de amostragem determinadas em cada pesquisa com as comunidades fitoplanctônica e perifítica, pode-se afirmar que não houve variação espacial marcante em relação à composição florística, tendo sido poucos os táxons exclusivos de cada estação. No entanto, a estação 1 (Barragem Norte) sempre apresentou maior riqueza de táxons de cianobactérias.

#### DENSIDADE

Considerando-se as três pesquisas realizadas na lagoa Mãe-Bá com a comunidade fitoplanctônica, a variação total da densidade de cianobactérias foi de

7.781ind.mL<sup>-1</sup> a 135.161ind. mL<sup>-1</sup>. As duas pesquisas realizadas com a comunidade perifítica na lagoa Mãe-Bá revelaram densidades de cianobactérias muito elevadas, com variação total de 156.016ind. cm<sup>-2</sup> a 367.720ind. cm<sup>-2</sup>.

Machado (2006) registrou variação da densidade de cianobactérias de 107.269ind.mL<sup>-1</sup> a 135.161ind.mL<sup>-1</sup> (estação 1 – Barragem Norte) e de 61.454ind.mL<sup>-1</sup> a 71.492ind.mL<sup>-1</sup> (estação 4 – natural), considerando-se as épocas seca e chuvosa (Figura 3). Os maiores valores foram registrados na estação 1 na época chuvosa.

Machado (2007) registrou variação da densidade de cianobactérias de 35.409ind.mL<sup>-1</sup> a 111.889ind.mL<sup>-1</sup> na estação 1 – Barragem Norte; de 32.120ind.mL<sup>-1</sup> a 38.928ind.mL<sup>-1</sup> na estação 2 – Aglomerado Mãe-Bá; e de 16.558ind.mL<sup>-1</sup> a 26.108ind.mL<sup>-1</sup> na estação 3 - CESAN, considerando-se as épocas seca e chuvosa. Os maiores valores foram registrados na estação 1 - Barragem Norte. Não houve padrão temporal para densidade de cianobactérias (Figura 4).



Souza (2008) registrou variação da densidade de cianobactérias de 20.967ind.mL<sup>-1</sup> a 47.425ind.mL<sup>-1</sup> na estação 2 – Aglomerado Mãe-Bá e de 7.781ind.mL<sup>-1</sup> a 28.050ind.mL<sup>-1</sup> na estação 4 – Natural (Figura 5). Os maiores valores foram registrados na estação 2 na época seca.

Costa (2006) registrou variação de 261.028ind.cm<sup>-2</sup> a 286.504ind.cm<sup>-2</sup> na estação 1 – Barragem Norte e de 156.016ind.cm<sup>-2</sup> a 188.608ind.cm<sup>-2</sup> na estação 4 – Natural. Os maiores valores foram registrados na época seca e na estação 1 (Figura 6).

Costa (2007) registrou variação de 208.656ind.cm<sup>-2</sup> a 367.720ind.cm<sup>-2</sup> na estação 1 - Barragem Norte, considerando as estações chuvosa e seca (Figura 7).

**ABUNDÂNCIA E DOMINÂNCIA**

Na comunidade fitoplanctônica foram registrados como dominantes os táxons *Microcystis* sp., *P. limnetica* (Machado 2006) e *S. aquatilis* (Machado 2007). Souza (2008) não registrou espécies de cianobactérias dominantes. Na comunidade perifítica houve dominância de *Synechocystis* sp. e *Synechococcus* sp. (Costa 2006) e de *S. aquatilis* (Costa 2007). As

espécies abundantes registradas na lagoa Mãe-Bá são apresentadas na Tabela III.

**DIVERSIDADE E EQUITABILIDADE**

Considerando-se as pesquisas realizadas com as comunidades fitoplanctônica e perifítica, a diversidade e a equitabilidade variaram de 1,26 a 2,68bits.ind<sup>-1</sup> e de 0,29 a 0,96, respectivamente.

Com relação ao fitoplâncton, Machado (2006) registrou variação total de 1,72bits.ind<sup>-1</sup> a 2,2bits.ind<sup>-1</sup> de diversidade e de 0,52 a 0,68 para equitabilidade, com valor médio de 2,04bits.ind<sup>-1</sup> para diversidade específica e de 0,61 para equitabilidade, considerando-se as duas estações amostrais e duas épocas do ciclo hidrológico. Machado (2007) registrou variação total de 1,26 a 2,65bits.ind<sup>-1</sup> para diversidade específica, com valor médio de 2,2bits.ind<sup>-1</sup> e variação total de 0,29 a 0,96 para equitabilidade, com valor médio de 0,61, considerando-se as três estações amostrais e duas épocas do ciclo hidrológico. Souza (2008) registrou variação total de 1,45bits.ind<sup>-1</sup> a 2,60bits.ind<sup>-1</sup> para a diversidade específica, com valor médio de 2,16bits.ind<sup>-1</sup>, e de 0,42 a 0,65 para a equitabilidade, com valor

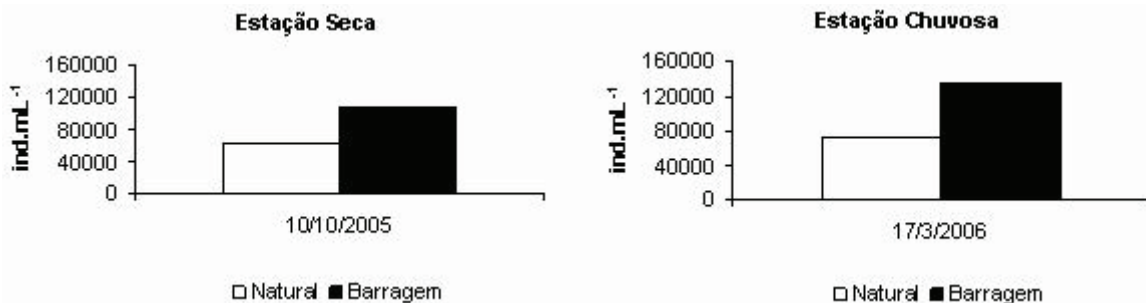


Figura 3. Variação temporal da densidade total da classe Cyanophyceae (ind.mL<sup>-1</sup>) na comunidade fitoplanctônica da lagoa Mãe-Bá (Machado 2006).  
 Figure 3. Temporal variation of the total density of Cyanophyceae (individuals mL<sup>-1</sup>) in the phytoplanktonic community of Mãe-Bá lagoon.

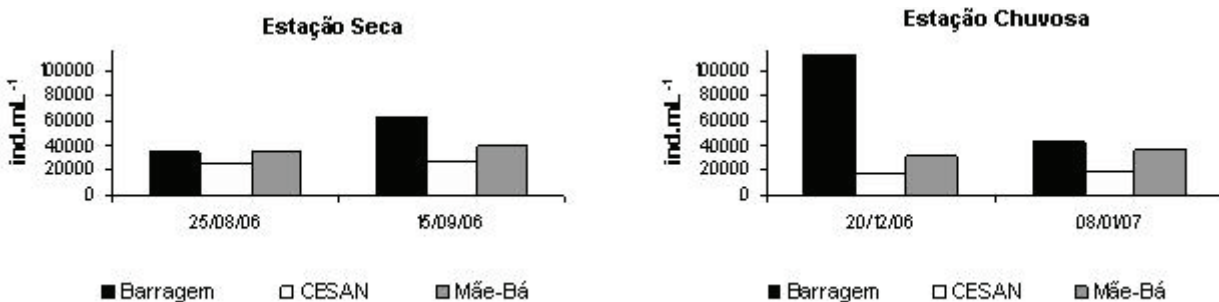


Figura 4. Variação temporal da densidade total da classe Cyanophyceae (ind.mL<sup>-1</sup>) na comunidade fitoplanctônica da lagoa Mãe-Bá (Machado 2007).  
 Figure 4. Temporal variation of the total density of Cyanophyceae (individuals.mL<sup>-1</sup>) in the phytoplanktonic community of Mãe-Bá lagoon. Based on Machado (2007).

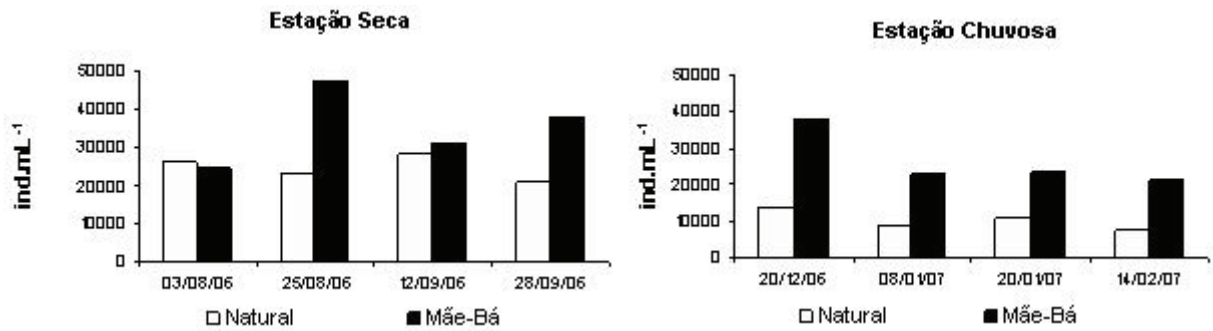


Figura 5. Variação temporal da densidade total da classe Cyanophyceae (ind.mL<sup>-1</sup>) na comunidade fitoplanctônica da lagoa Mãe-Bá (Souza 2008).

Figure 5. Temporal variation of the total density of Cyanophyceae (individuals.mL<sup>-1</sup>) in the phytoplanktonic community of Mãe-Bá lagoon. Based on Souza (2008).

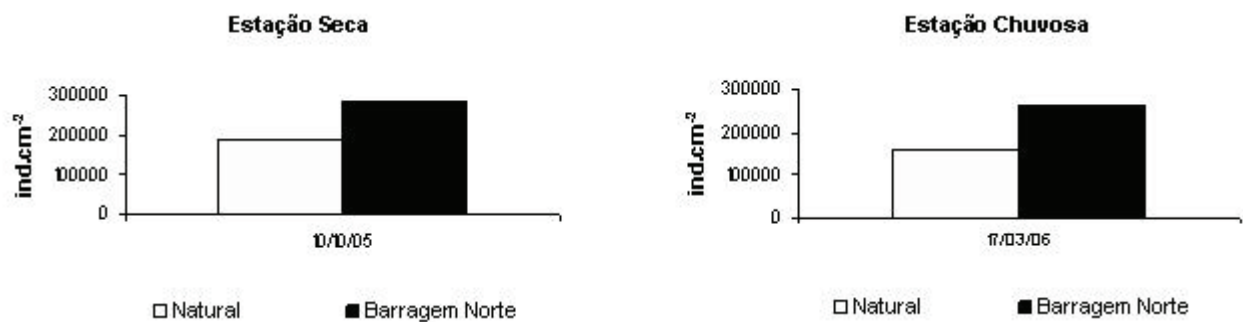


Figura 6. Variação temporal da densidade total da Classe Cyanophyceae (ind.cm<sup>-2</sup>) na comunidade perifítica em substrato natural na lagoa Mãe-Bá (Costa 2006).

Figure 6. Temporal variation of the total density of Cyanophyceae (individuals.cm<sup>-2</sup>) in the periphytic community over natural substrate of the Mãe-Bá lagoon. Based on Costa (2006).

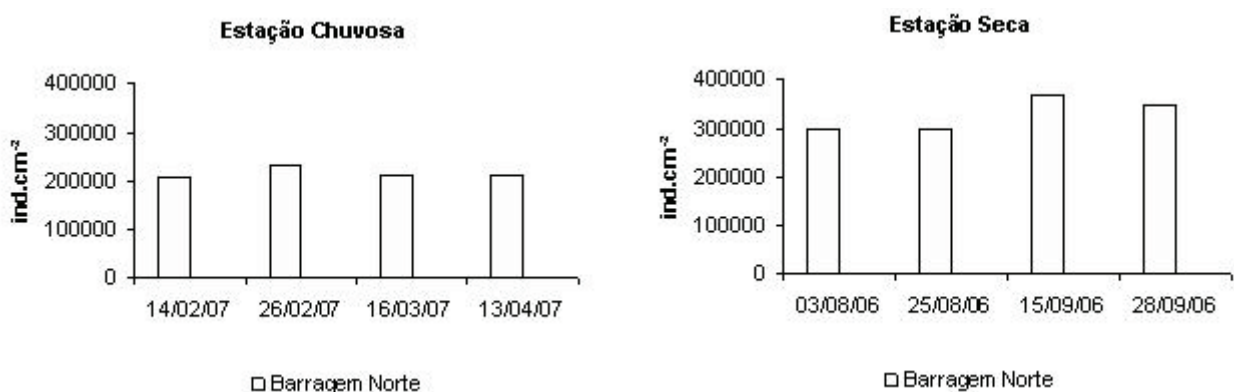


Figura 7. Variação temporal da densidade total da classe Cyanophyceae (ind.cm<sup>-2</sup>) na comunidade perifítica em substrato artificial na lagoa Mãe-Bá (Costa 2007).

Figure 7. Temporal variation of the total density of Cyanophyceae (individuals.cm<sup>-2</sup>) in the periphytic community over artificial substrate in the Mãe-Bá lagoon. Based on Costa (2007).

**Tabela III.** Táxons abundantes de cianobactérias das comunidades fitoplanctônica e perifítica registrados na lagoa Mãe-Bá.**Table III.** Most abundant taxa of cyanobacteria in the phytoplanktonic and periphytic communities Mãe-Bá lagoon according to published records.

TÁXON	COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA			COMUNIDADE PERIFÍTICA	
	Machado (2006)	Machado (2007)	Souza (2008)	Costa (2006)	Costa (2007)
<i>Borzia</i> sp.				X	
<i>Geitlerinema amphibium</i>				X	
<i>Limnothrix redekei</i>			X		
<i>Microcystis</i> sp.1	X				
<i>Planktolyngbya limnetica</i>		X			
<i>Pseudanabaena catenata</i>					X
<i>Pseudanabaena papillaterminata</i>		X	X		X
<i>Synechococcus</i> sp.1		X	X	X	X
<i>Synechococcus</i> sp.2		X			
<i>Synechocystis aquatilis</i>		X	X		X
<i>Synechocystis diplococca</i>		X			X
<i>Synechocystis</i> sp.	X		X	X	

médio de 0,58, em duas estações amostrais e em duas fases do ciclo hidrológico.

Com relação ao perifiton, Costa (2006) registrou variação total de 1,77 a 2,14bits.ind<sup>-1</sup>, com valor médio de 1,91bits.ind<sup>-1</sup>, e de 0,37 a 0,49, com valor médio de 0,42 para equitabilidade em duas estações amostrais e duas épocas do ciclo hidrológico. Costa (2007) registrou variação total de 2,12 a 2,68bits.ind<sup>-1</sup>, com valor médio de 2,33bits.ind<sup>-1</sup>, e de 0,34 a 0,52, com valor médio de 0,46 para equitabilidade em uma estação amostral durante a época seca e chuvosa.

## DISCUSSÃO

As Cyanophyceae são encontradas em vários ambientes, tendo ampla distribuição em águas continentais (Van Den Hoek *et al.* 1995). Constituem um dos grupos fitoplanctônicos mais importantes em ambientes eutrofizados devido à sua capacidade de formar florações, muitas vezes, tóxicas (Costa & Azevedo 1994). A produção de vesículas gasosas, possibilitando a migração na coluna d'água, a capacidade de fixação de nitrogênio, de estocagem de fósforo e a produção de toxinas em alguns gêneros, são características das cianobactérias que lhes conferem vantagem, tornando-as extremamente competitivas em relação aos outros grupos de algas (Paerl 1988).

A presença de vários táxons e a elevada densidade de cianobactérias nas comunidades fitoplanctônica e perifítica da lagoa Mãe-Bá, em todas as estações de amostragem e durante todo o período estudado, devem estar relacionadas ao pH elevado (águas alca-

linas) e altas temperaturas, além da disponibilidade de nutrientes. Alguns fatores ambientais, tais como baixa turbulência e luminosidade, elevadas temperaturas e pH de neutro a alcalino, podem influenciar a dominância de cianobactérias (Huszar *et al.* 2000). Contudo, devido ao fato das espécies diferirem em suas características ecológicas, os fatores que promovem o desenvolvimento de uma espécie necessariamente não são os mesmos que favorecem o de outras espécies (Oliver & Granf 2000).

As concentrações de ortofosfato foram baixas em todas as estações amostrais e os dados históricos das formas fosfatadas neste ecossistema confirmam estes resultados (Pereira 2003). Porém, apesar do fósforo representar o recurso que mais frequentemente limita o crescimento de algas em ambientes aquáticos, as cianobactérias desenvolveram evolutivamente mecanismos de estocagem de fósforo, que as permitem viver em baixas concentrações deste elemento (Chorus & Bartran 1999), explicando o seu desenvolvimento na lagoa Mãe-Bá. Segundo Huszar *et al.* (2000) baixas concentrações de nitrogênio inorgânico também favorecem a proliferação destes organismos, em detrimento a outras algas, tal como foi registrado neste estudo. Algarte *et al.* (2006) registraram elevadas densidades de cianobactérias em distintos ambientes da planície de inundação do rio Paraná em momentos de águas altas, quando as concentrações de fósforo e de nitrogênio inorgânico foram baixas e a temperatura da água elevada.

O aporte de nutrientes (N e P) na lagoa Mãe-Bá deve ser considerável devido aos lançamentos difusos

e pontuais de efluentes domésticos e industriais em suas águas, além dos processos autóctones decorrentes da decomposição de elevada biomassa de organismos. No entanto, Pereira (2003) relata que as concentrações de óxidos metálicos na lagoa, especialmente óxidos e hidróxidos de ferro, são elevadas devido aos efluentes industriais. A presença destes metais pode impedir que ocorram maiores concentrações de fósforo na água, em função da sua adsorção ao ferro e conseqüente precipitação no sedimento, sendo este, portanto, um compartimento que representa um importante reservatório de fósforo para o sistema. Além disto, a disponibilidade de oxigênio dissolvido em toda a coluna d'água desfavorece a liberação deste fósforo estocado no sedimento.

As concentrações de compostos nitrogenados (nitrato e N-amoniaco) para as algas foram, em geral, baixas. No entanto, os extensos bancos de macrófitas aquáticas em toda a lagoa, o denso desenvolvimento da comunidade perifítica em diversos substratos, inclusive sobre o sedimento (observação visual), e as elevadas densidades do fitoplâncton podem explicar as baixas concentrações destes nutrientes na coluna d'água devido à rápida ciclagem e incorporação pelos produtores primários (Souza 2008).

As cianobactérias registradas em elevadas densidades na lagoa Mãe-Bá, independente da época, comunidade ou estação amostral, são pertencentes à Ordem Chroococcales, principalmente representadas pelas espécies de *Synechocystis* e *Synechococcus*, abundantes e/ou dominantes nos dias de coleta. O predomínio quantitativo de diminutas algas da Classe Cyanophyceae tem sido registrado por muitos autores em várias lagoas costeiras (Huszar *et al.* 1990, Domingos *et al.* 1994, Menezes & Domingos 1994, Melo & Suzuki 1998, Nunes 2003), inclusive na lagoa Mãe-Bá (Liston 2004). Segundo Komárek & Anagnostidis (1999), os gêneros *Synechocystis* e *Synechococcus* são cianobactérias coccóides, com biovolume reduzido e que necessitam de pequenas concentrações de nutrientes, sendo encontradas em ambientes com diferentes graus de trofia. Estas algas são tipicamente planctônicas, mas podem se associar ao biofilme e se desenvolver na comunidade perifítica. A coleta do perifiton em substrato natural e artificial sempre na região litorânea, próximo à margem e no banco de macrófitas aquáticas, pode ter favorecido seu desenvolvimento, constituindo o pseudoperifiton

(Cavati 2006, Costa 2007). O banco de macrófitas, além de propiciar um ambiente mais protegido de perturbações para estas algas, promove sombreamento da região litorânea, favorecendo o seu desenvolvimento neste compartimento (Cavati 2006), uma vez que são bem adaptadas às menores intensidades luminosas (Delazari-Barroso 2000).

Cianobactérias filamentosas foram bastante representativas numericamente nas comunidades fitoplânctônica e perifítica. A maioria delas é pseudoperifítica, pois não possui estruturas de fixação (Costa 2007). A própria forma destas algas, associada à bainha mucilagínosa que algumas possuem, possibilita o seu entrelaçamento no biofilme perifítico (Cavati 2006). Muitos autores têm registrado predomínio das formas filamentosas pseudoperifíticas de cianobactérias na comunidade perifítica (Fernandes 1993, 1997, Cetrangolo 2004, Fonseca 2004, Cavati 2006, Martins 2006). *P. papillaterminata*, *P. catenata*, *P. limnetica* e *L. redekei* foram abundantes em algumas das pesquisas e estações amostrais, sendo mais frequentes nas estações 1 (Barragem Norte) e 2 (Aglomerado Mãe-Bá). Anagnostidis & Komarek (1988) destacam que o grupo das *Pseudanabaena* provavelmente apresenta características bioquímicas específicas, como adaptação cromática e capacidade de metabolizar o nitrogênio em condições de baixa concentração de oxigênio, o que pode conferir vantagem em situações de baixa luminosidade e baixas concentrações de compostos nitrogenados.

As densidades de cianobactérias registradas na lagoa Mãe-Bá, independente da estação de amostragem e época do ciclo hidrológico, foram elevadas tanto na comunidade perifítica como na comunidade fitoplânctônica. Muitos táxons abundantes e dominantes foram comuns às duas comunidades, possivelmente decorrente dos processos de mistura da lagoa e dos momentos de perturbação física provocados por precipitação e ventos, os quais promovem o desprendimento de algas frouxamente aderidas e/ou o entrelaçamento de formas livres planctônicas no biofilme perifítico.

A lagoa Mãe-Bá apresentou certa homogeneidade de riqueza de táxons e de composição específica em termos espaciais. No entanto, diferenças marcantes foram registradas quanto à densidade de cianobactérias, sendo que nas estações amostrais 1 – Barragem Norte e 2 – Aglomerado Mãe-Bá foram registrados os valores mais elevados. Tal fato pode

ser atribuído às constantes aberturas da Barragem Norte, a qual acumula efluentes tratados da Samarco Mineração S/A e representa possível inóculo de algas (aspecto verde de suas águas observado em momentos de coleta) e de nutrientes para a lagoa, além da estação 1 representar uma região mais protegida, com menor turbulência devido aos densos bancos de macrófitas aquáticas, o que promove o desenvolvimento de cianobactérias. A estação amostral em frente ao aglomerado Mãe-Bá representa uma região da lagoa que sofre impactos antrópicos decorrentes do lançamento de efluentes domésticos, sem ou com pouco tratamento, e de grande quantidade de lixo orgânico, diretamente na lagoa, contribuindo assim, para manter os nutrientes disponíveis, além da certa proximidade com a Barragem Norte.

De maneira geral, considerando-se as pesquisas com as comunidades fitoplanctônica e perifítica, houve variação temporal somente em relação à densidade de cianobactérias, com valores mais elevados na época seca. Tal fato pode ser explicado, entre outros fatores, pela diluição do fitoplâncton e provavelmente limitação do seu crescimento por maior estresse mecânico durante o período chuvoso (Bicudo *et al.* 1999) e maior concentração de indivíduos na época seca. Quanto ao perifíton, durante o período de maior regime de chuvas é comum a entrada de material alóctone nos sistemas aquáticos (Esteves 1998) e, assim, o complexo macrófita/perifíton funciona como um filtro para retenção de detritos orgânicos e inorgânicos (Cavati 2006). As amostras coletadas durante o período chuvoso apresentaram grande quantidade de detritos, o que deve ter contribuído para a diminuição da densidade total de cianobactérias. As perturbações físicas, promovidas pela chuva e pelo aumento do nível d'água, favorecem o desprendimento das espécies de cianobactérias pseudoperifíticas e, dependendo da intensidade destas perturbações, até mesmo das espécies verdadeiramente perifíticas.

A ausência de modificações na composição de espécies de cianobactérias das comunidades fitoplanctônica e perifítica e a constante abundância e/ou dominância de poucas espécies se refletiram nos valores de diversidade e equitabilidade, que pouco variaram no decorrer do tempo e nas estações amostrais (Souza 2008). No presente estudo, a manutenção das cianobactérias provavelmente está relacionada às elevadas temperaturas, águas

alcalinas e disponibilidade de nutrientes, uma vez que predominaram espécies de pequeno tamanho com menor requerimento destes compostos em todas as amostragens e em ambas as comunidades. Silva *et al.* (2001) destacam que as cianofíceas, por estarem representadas principalmente por espécies ruderais (r-estrategistas), apresentam desenvolvimento ótimo por longos períodos. Segundo Costa *et al.* (1998) muito já se especulou sobre a dominância de cianofíceas em ambientes lênticos e lóticos e várias hipóteses tentaram justificar este fato. As mais frequentemente citadas são a capacidade de produção de toxinas, que atuam como defesa química contra a herbivoria e até como substâncias alelopáticas para outras algas, e os requerimentos de cada espécie em relação aos recursos do ambiente. Há registros em literatura de espécies de *Synechocystis* e de *Synechococcus* produtoras de toxinas (Nascimento & Azevedo 1999, Chorus & Bartran 1999), assim como de espécies de *Pseudanabaena*, *Limnothrix*, *Microcystis* e de outros gêneros que apresentaram menor representatividade numérica neste estudo.

A lagoa Mãe-Bá, portanto, representa um ecossistema com potencial floração de cianobactérias potencialmente formadoras de florações, inclusive com possibilidade de produção de toxinas, sendo o fósforo o principal fator limitante à ocorrência de florações permanentes neste ecossistema. Caso o aporte de fósforo aumente na lagoa e/ou as condições ambientais se tornem propícias à liberação do estoque de fósforo no sedimento, possivelmente as cianobactérias proliferem neste ambiente. Portanto, torna-se fundamental que se identifiquem e quantifiquem os aportes de nutrientes para a lagoa, incluindo as aberturas da Barragem Norte, além de estudos mais aprofundados sobre a composição química do sedimento para que se possa discutir medidas de preservação e usos múltiplos deste ecossistema.

**AGRADECIMENTOS:** À Samarco Mineração S/A pelo apoio logístico e aos Laboratórios de Química da Aracruz Celulose e de Limnologia da UFRJ pelas análises dos nutrientes. À Irineu Lester Degasperri e Danilo Camargo Santos pela revisão do *abstract*.

## REFERÊNCIAS

ALGARTE, V.M.; MORESCO, C.; RODRIGUES, L. 2006. Algas do perifíton de distintos ambientes na planície de inundação do alto rio Paraná. *Acta Scientiarum Biological Science*, 28: 243-251.

- ANAGNOSTIDIS, K. & KOMÁREK, J. 1988. Modern approach to the classification system of Cyanophytes. 3 – Oscillatoriales. *Archiv für Hydrobiologie*, 80: 327-472.
- ANAGNOSTIDIS, K. & KOMÁREK, J. 1990. Modern approach to the classification system of Cyanophytes. 5 – Stigonematales. *Archiv für Hydrobiologie*, 59: 1-73.
- APHA (American Publication Health Association) 1992. Standards methods for the examination of water and wastewater. In: Greenberg, A.E.; Clesceri, L.S. & Eaton, A.D. (eds.). 18 edição. Washington D.C., USA.
- AZIM, M.E.; VERDEGEM, M.C.J.; VAN DAM, A.A. & BEVERIDGE, M.C.M. 2005. *Periphyton: Ecology, Exploitation and Management*. CAB International, Massachusetts. 352p.
- BICUDO, C.E.M.; RAMÍREZ R.J.; TUCCI, A. & BICUDO, D.C. 1999. Dinâmica de populações fitoplanctônicas em ambiente eutrofizado: o Lago das Garças, São Paulo. Pp. 449-508. In: R. Henry (ed.). *Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais*. FUNDIBIO/FAPESP, Botucatu. 799p.
- BICUDO, C.E.M. & MENEZES, M. 2005. *Gêneros de algas de águas continentais do Brasil: chave para identificação e descrições*. Rima, São Carlos. 508p.
- BRANCO, L.H.Z.; NECCHI, O.J. & BRANCO, C.C.Z. 2001. Ecological distribution of Cyanophyceae in lotic ecosystems of São Paulo State. *Revista Brasileira de Botânica*, 24: 99-108.
- CARMOUZE, J. 1994. *O metabolismo dos ecossistemas aquáticos – Fundamentos teóricos, métodos de estudo e análises químicas*. Edgard Blücher, São Paulo. 253p.
- CAVATI, B. 2006. *Algas perifíticas em dois ambientes do Baixo Rio Doce (lagoa Juparanã e rio Pequeno, Linhares-ES): variação espacial e temporal da comunidade*. Monografia de Bacharelado. UFES, Vitória, Brasil. 96p.
- CEPEMAR – Serviços de Consultoria em Meio Ambiente. 2004. *Relatório Técnico dos Estudos de Impacto Ambiental da Terceira Pelotização da Samarco em Ponta UBU, Vitória*. Relatório Técnico. Vitória. 320p.
- CETRANGOLO, C. 2004. *Variação temporal e espacial da comunidade ficoperifítica em um reservatório de abastecimento doméstico no Estado do Espírito Santo (reservatório Duas Bocas – Cariacica)*. Monografia de Bacharelado. UFES, Vitória, Brasil. 77p.
- CHORUS, I. & BARTRAM, J. 1999. *Toxic cyanobacteria in water: a guide to their public health consequences, monitoring and management*. E & FN Spon., London. 416p.
- COLE, G. 1975. *Textbook of Limnology*. Saint Louis, The C.V.Mosby. 283p.
- COSTA, A.G. 2006. *Variação espaço-temporal da comunidade perifítica como base para estimativa da qualidade ecológica de uma lagoa costeira no estado do Espírito Santo (lagoa Mãe-Bá, Guarapari)*. Relatório Final. Samarco Mineração S/A, Vitória. 20p.
- COSTA, A.G. 2007. *Avaliação da qualidade ecológica da lagoa Mãe-Bá (Guarapari, ES) com base na comunidade perifítica*. Relatório Final. Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (CNPq – UFES), Vitória. 20p.
- COSTA, S.M. & AZEVEDO, S.M.F.O. 1994. Implantação de um banco de culturas de cianofíceas tóxicas. *Iheringia*, 45: 69-74.
- COSTA, I.A.S.; ARAÚJO, F.F. & CHELLAPA, N.T. 1998. Estudo do fitoplâncton da barragem Engenheiro Armando Ribeiro Gonçalves, Assu/RN. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 10: 67-80.
- DELAZARI-BARROSO, A. 2000. *Comunidade Fitoplanctônica do Reservatório Duas Bocas (Reserva Biológica de Duas Bocas) – ES: variação vertical e temporal em duas épocas distintas*. Dissertação de Mestrado. UFSCar, São Carlos, Brasil. 188p.
- DOMINGOS, P.; HUSZAR, V.L.M. & CARMOUZE, J.P. 1994. Composition et biomasse du phytoplancton d'une lagune tropicale (Brésil) au cours d'une période marquée par une mortalité de poissons. *Revue Hydrobiologique Tropical*, 27: 235-250.
- ESTEVEZ, F.A. 1998. *Fundamentos de Limnologia* (Segunda edição). Interciência, Rio de Janeiro. 602p.
- FERNANDES, V.O. 1993. *Estudos limnológicos na Lagoa de Jacarepaguá (RJ): Variáveis abióticas e mudanças na estrutura e dinâmica da comunidade perifítica em Typha domingensis Pers.* Dissertação de Mestrado. UFSCar, São Carlos, Brasil. 131p.
- FERNANDES, V.O. 1997. *Variação temporal da estrutura e dinâmica da comunidade perifítica, em dois tipos de substrato, na lagoa Imboassica, Macaé (RJ)*. Tese de Doutorado. UFSCar, São Carlos, Brasil. 198p.
- FERNANDES, V.O. 2005. Perifiton: conceitos e aplicações da limnologia à engenharia. Pp. 351-370. In: F. Roland, D. César, M. Marinho (orgs.). *Lições de Limnologia*. Rima, São Paulo. 517p.
- FERNANDES, V.O.; PEREIRA, T.A.; SOUZA, B.D.; SILVA, J.P.A.; OLIVEIRA, E.C.M.A.; KALE, E. & GORZA, N. 2006. Potencial de florações de cianobactérias em um reservatório de abastecimento doméstico no estado do Espírito Santo (Reservatório Duas Bocas – Cariacica). In: FUNASA (org.). *Cadernos Funasa*, v.1, Brasília. 20p.

- FONSECA, I.A. 2004. *Comunidade perifítica, com ênfase para cianobactérias, em distintos ambientes da planície de inundação do alto rio Paraná*. Dissertação de Mestrado. UEM, Maringá, Brasil. 49p.
- HUSZAR, V.L.M.; SILVA, L.H.S. & ESTEVES, F.A. 1990. Estrutura das comunidades fitoplanctônicas de 18 lagos da região do Baixo Rio Doce, Linhares, Espírito Santo, Brasil. *Revista Brasileira de Biologia*, 50: 583-598.
- HUSZAR, V.L.M.; SILVA, L.H.S.; MARINHO, M.; DOMINGOS, P. & SANT'ANNA, C.L. 2000. Cyanoprokaryote assemblages in eight productive tropical Brazilian waters. *Hydrobiologia*, 424: 67-77.
- KJERFVE, B. 1994. *Coastal lagoon processes*. Elsevier Oceanography Series, Amsterdam. 577p.
- KOMÁREK, J. & ANAGNOSTIDIS, K. 1989. Modern approach to the classification system of Cyanophytes. 4 – Nostocales. *Archiv für Hydrobiologie*, 56: 247–345.
- KOMÁREK, J. & ANAGNOSTIDIS, K. 1999. Chroococcales. In: A. Ettl, J. Gerloff, H. Heynig & D. Mollenhauer (eds.). Süßwasserflora von Mitteleuropa: Cyanoprokariota. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart. 548p.
- KOMÁREK, J. & ANAGNOSTIDIS, K. 2005. Oscillatoriales. In: B. Büdel, L. Krienitz, G. Gärtner & M. Schagerl, M. (orgs.). Süßwasserflora von Mitteleuropa: Cyanoprokariota. *Spektrum Akademischer Verlag*, 19: 1-759.
- LEGENDRE, L. & LEGENDRE, P. 1983. *Numerical ecology*. Elsevier Sci. Publ. 419p.
- LISTON, G.S. 2004. *Variação temporal e espacial da comunidade fitoplanctônica em uma lagoa costeira utilizada para abastecimento doméstico no Estado do Espírito Santo (Lagoa Maimbá – Guarapari)*. Monografia de Bacharelado. UFES, Vitória, Brasil. 85p.
- LOBO, E. & LEIGHTON, G. 1986. Estruturas comunitárias de las fitocenozes planktonicas de los sistemas de desembocaduras y esteros de rios de la zona central de Chile. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 22: 1-29.
- LUND, J.W.G.; KIPLING, C. & LENCREN, E.D. 1958. The inverted microscope method of estimating algae number and statistical basis of estimating by counting. *Hydrobiologia*, 11: 143-170.
- MACHADO, R.G. 2006. *Estrutura e Dinâmica do Fitoplâncton como base para estimativa da qualidade ambiental da lagoa Mãe-Bá (Guarapari, ES)*. Relatório Final. Samarco Mineração S/A, Vitória. 20p.
- MACHADO, R.G. 2007. *Avaliação da comunidade fitoplanctônica como base para estimativa da qualidade ambiental da lagoa Mãe-Bá (Guarapari, ES)*. Relatório Final. Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (CNPq – UFES), Vitória. 10p.
- MARTINS, F.C.O. 2006. *Respostas ecofisiológicas da comunidade perifítica in situ a diferentes condições ambientais no rio Santa Maria da Vitória, ES*. Dissertação de Mestrado. UFES, Vitória, Brasil. 133p.
- MELO, S. & SUZUKI, M.S. 1998. Variações temporais e espaciais do fitoplâncton das lagoas Imboassica, Cabiúnas e Comprida. Pp. 177-203. In: F.A. Esteves (ed.). *Ecologia de lagoas costeiras do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e do Município de Macaé (RJ)*. UFRJ, Rio de Janeiro. 442p.
- MENEZES, M. & DOMINGOS, P. 1994. La flore planctonique d'une lagune tropicale (Brésil). *Revue Hydrobiologie. Tropical*, 27: 273-297.
- NASCIMENTO, S.M. & AZEVEDO, S.M.F.O. 1999. Changes in Cellular Components in a Cyanobacterium (*Synechocystis aquatilis* f. *salina*) Subjected to Different N/P Ratios - An Ecophysiological Study. *Environmental Toxicology*, 14: 37-44.
- NUNES, T.S. 2003. *Caracterização espacial e temporal da comunidade fitoplanctônica de uma lagoa costeira da região norte fluminense: lagoa do Açú, Campos dos Goytacazes / São João da Barra – RJ*. Dissertação de Mestrado. UENF, Campos dos Goytacazes, Brasil. 92p.
- OLIVER, R.L. & GRANF, G.G. 2000. Freshwater Blooms. Pp 150-189. In: B.A. Whitton & M. Potts (eds.). *The ecology of Cyanobacteria: their diversity in time and space*. Kluwer Academic Publishers. 669p.
- PAERL, H.W. 1988. Growth and reproductive strategies of freshwater blue-green algae. Pp 261-315. In: C. D. Sandgren (ed.). *Growth and reproductive strategies of freshwater phytoplankton*. Cambridge University Press, Cambridge. 442p.
- PEREIRA, A.A. 2003. *Aspectos qualitativos de águas de lagoas costeiras e seus fatores influentes – estudo de caso: lagoa Mãe-Bá*. Dissertação de Mestrado. UFES, Vitória, Brasil. 147p.
- REYNOLDS, C.S. 1984. *The ecology of freshwater phytoplankton*. Cambridge University Press, Cambridge. 384p.
- SILVA, C.A.; TRAIN, S. & RODRIGUES, L.C. 2001. Estrutura e dinâmica da comunidade fitoplanctônica a jusante e montante do reservatório de Corumbá, Caldas Novas, Estado de Goiás, Brasil. *Acta Scientiarum*, 23: 283-290.
- SHANNON, C.E. & WEANNER, W. 1963. *The mathematical theory of communication*. Univ. Illinois Press, Urbana. 125p.

SHAPIRO, J. 1990. Current beliefs regarding dominance by blue-greens: The case for the importance of CO<sub>2</sub> and pH. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 24: 38-54.

SOUZA, B.D. 2008. *Estrutura, dinâmica e produtividade primária do fitoplâncton como base para estimativa do estado trófico de uma lagoa costeira no Estado do Espírito Santo (Lagoa Mãe-Bá, Guarapari)*. Dissertação de Mestrado. UENF, Campos dos Goytacazes, Brasil. 163p.

UEHLINGER, V. 1964. Étude statistique des methods de dénombrement planctonique. *Archival Science*, 17: 121-123.

UTERMÖHL, H. 1958. Zur Vervollkommung der quantitativen phytoplankton – methodik. *Mitt. Int. Verein. Theor. Angew. Limnol.*, 9: 1-38.

VAN DEN HOEK, C.; MANN, D.G. & JAHNS, H.M. 1995. *Algae: an introduction to phycology*. Cambridge University Press, UK, Cambridge. 623p.

WEBER, C.I. 1973. Plankton. Pp. 1-17. *In*: National Environmental Research Center Office of Research and Development U. S. Environmental Protection Agency Cincinnati (ed.). Biological field and laboratory methods for measuring the quality surface water and effluents. USA.

ZAGATO, A.O.; REITS, B.F.; BERGAMIN, F.H.; PASSEDA, L.H.R.; MORTATI, J.S. & GINE, M.F. 1981. *Manual de análises de plantas e águas empregando Sistema de Injeção em Fluxo*. CENA, Piracicaba. 34p.

*Submetido em 09/04/2008.*

*Aceito em 27/11/2008.*