



Acta Scientiarum. Biological Sciences

ISSN: 1679-9283

eduem@uem.br

Universidade Estadual de Maringá

Brasil

D'Ângela de Souza, Bruna; Oliveira Fernandes, Valéria de
Estrutura e dinâmica da comunidade fitoplanctônica e sua relação com as variáveis ambientais na
lagoa Mãe-Bá, Estado do Espírito Santo, Brasil
Acta Scientiarum. Biological Sciences, vol. 31, núm. 3, 2009, pp. 245-253
Universidade Estadual de Maringá
.png, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=187115796004>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica
Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

Estrutura e dinâmica da comunidade fitoplanctônica e sua relação com as variáveis ambientais na lagoa Mãe-Bá, Estado do Espírito Santo, Brasil

Bruna D'Ângela de Souza^{1*} e Valéria de Oliveira Fernandes²

¹Programa de Pós-graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Av. Alberto Lamego, 2000, 28013-602, Parque Califórnia, Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, Brasil. ²Laboratório de Taxonomia e Ecologia de Algas Continentais, Setor Botânica, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, Espírito Santo, Brasil.

*Autor para correspondência. E-mail: brunadangela@yahoo.com.br

RESUMO. O presente estudo objetivou avaliar a estrutura e dinâmica da comunidade fitoplanctônica e sua relação com as variáveis ambientais na lagoa Mãe-Bá. Foram realizadas quatro amostragens com periodicidade quinzenal, abrangendo as estações seca e chuvosa, na região limnética de dois pontos de amostragem submetidos a diferentes condições ambientais. O fitoplâncton foi analisado quanto à riqueza, densidade total, abundância, dominância, diversidade e equitabilidade. Foram determinados: temperatura (ar/água), transparência, zona eufótica, profundidade, pH, oxigênio dissolvido, turbidez, condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos e suspensos, concentrações de nutrientes. Foram registrados 138 táxons, sendo a Classe Cyanophyceae mais representativa em termos qualitativos e quantitativos. A densidade total do fitoplâncton foi elevada, apresentando maiores valores na estação seca e no Ponto 1, considerado mais impactado. A ausência de dominância e a abundância de poucas espécies explicaram os valores de diversidade e equitabilidade. A lagoa Mãe-Bá se caracterizou como um ambiente raso, com águas levemente ácidas a alcalinas, elevados valores de temperatura, oxigênio dissolvido, zona eufótica e transparência e baixas concentrações de nutrientes. A estrutura da comunidade fitoplanctônica foi influenciada principalmente pela precipitação, transparência e temperatura da água, sendo possivelmente limitada por nitrato e nitrogênio amoniacal no ambiente estudado.

Palavras-chave: fitoplâncton, lagoa costeira, variáveis ambientais.

ABSTRACT. Structure and dynamics of the phytoplankton community and its relationship with environmental variables at the Mãe-Bá lagoon, Espírito Santo State, Brazil. The present study aimed to evaluate the structure and dynamics of the phytoplankton community and its relationship with environmental variables at the Mãe-Bá lagoon. Four samples were taken fortnightly during the rainy and dry seasons, in the limnetic zone of two sampling sites, subjected to different environmental conditions. Richness, total density, abundance, dominance, diversity and equitability of phytoplankton were analyzed. The environmental variables studied were: temperature (air/water), transparency, euphotic zone, depth, pH, dissolved oxygen, turbidity, electrical conductivity, total dissolved solids, total suspended solids, salinity, concentration of nitrate, nitrite, ammonia nitrogen, total nitrogen, orthophosphate, and total phosphorus. A total of 138 taxa were found and the Class Cyanophyceae was the most representative both qualitatively and quantitatively. The total phytoplankton density was high, showing the highest values in the dry season and in the point 1, considered more impacted. The lack of dominance and abundance of few species explained the values of diversity and equitability. The Mãe-Bá lagoon was characterized as a shallow environment, with slightly acidic to alkaline water, high values of temperature, dissolved oxygen, euphotic zone and transparency, and low concentrations of nutrients. The structure of phytoplankton community was influenced mainly by precipitation, transparency and water temperature, and possibly limited by nitrate and ammonia nitrogen.

Key words: phytoplankton, coastal lagoon, environmental variables.

Introdução

As lagoas costeiras se constituem em interfaces entre zonas costeiras, águas interiores e águas costeiras marinhas e contribuem diretamente para a manutenção do lençol freático e para a estabilidade

climática local e regional. Diversas pesquisas demonstram que estes ecossistemas são considerados importantes depositários da biodiversidade, tanto aquática quanto terrestre, bem como apresentam elevada produtividade primária, contribuindo para a manutenção das cadeias alimentares aquáticas

(ESTEVEZ, 1998a). Além da importância ecológica, as lagoas costeiras têm grande importância econômica, por serem utilizadas para múltiplos fins, como pesca, lazer, harmonia paisagística e abastecimento público. No entanto, nas últimas décadas, esses ecossistemas vêm sofrendo profundas alterações nas suas condições naturais, como resultado de diversas atividades antrópicas.

Dentre as comunidades aquáticas, o fitoplâncton tem sido amplamente utilizado em estudos de monitoramento dos corpos d'água, pelas rápidas respostas às modificações ambientais e por exercer papel determinante na produção de matéria orgânica e de oxigênio (ODUM, 1983). Por ser um dos principais componentes da cadeia alimentar, o fitoplâncton é importante na manutenção e no desenvolvimento da vida aquática, e diferentes atributos como a estrutura e a distribuição espaço-temporal desta comunidade são determinantes para a ecologia de cada ecossistema (MELO; SUZUKI, 1998).

Numerosos estudos têm demonstrado a heterogeneidade na distribuição espacial e/ou sazonal de populações fitoplanctônicas em ambientes tropicais (BRANCO; SENNA, 1996; PINTO-COELHO et al., 1999; HUSZAR; GIANI, 2004; PIVATO et al., 2006; entre outros). Geralmente, trabalhos que enfocam a variação temporal visam compreender as variações na biomassa e a composição do fitoplâncton, incluindo os fatores que regulam essa variabilidade. Já a variação espacial pode abranger dimensões verticais, em que é preciso conhecer o grau de estruturação vertical da massa d'água, bem como a natureza dos componentes fitoplanctônicos quanto à sua capacidade de deslocamento ativo, e dimensões horizontais, que estão frequentemente relacionadas à variabilidade ambiental e às taxas de crescimento das algas (HUSZAR; GIANI, 2004).

A distribuição das populações fitoplanctônicas nas massas d'água pode ser influenciada tanto por processos físicos de circulação de água – advecção, convecção, turbulência e ondas internas – quanto por processos biológicos – taxas de crescimento, herbivoria, mecanismos de flutuação das algas etc. (HUSZAR; GIANI, 2004). Além desses, fatores como profundidade, associados à temperatura, vento e radiação, são alguns exemplos de variáveis ambientais que podem modelar a estrutura da comunidade fitoplanctônica e sua dinâmica espaço-temporal (REYNOLDS, 1984). Diante disso, pesquisas sobre a estrutura e função das

comunidades fitoplanctônicas assumem papel importante em estudos sobre a dinâmica de ecossistemas lacustres (HUSZAR et al., 1990).

O presente estudo objetivou avaliar a estrutura e dinâmica da comunidade fitoplanctônica e sua relação com as variáveis ambientais na lagoa Mãe-Bá, Espírito Santo, Brasil.

Material e métodos

A lagoa Mãe-Bá ($20^{\circ}45'19''W$ e $46^{\circ}34'29''S$) localiza-se entre os municípios de Guarapari e Anchieta, no litoral Sul do Estado do Espírito Santo (Figura 1). É um ecossistema costeiro, com área de aproximadamente $4,9 \text{ km}^2$, perímetro de 41.841 m , volume médio de $9,5 \text{ km}^3$ e profundidade média de $1,9 \text{ m}$. Os principais afluentes são os córregos Loyola, Belo Horizonte e Santa Catarina. O clima da região caracteriza-se como tropical quente e úmido, com temperaturas médias anuais em torno de $25^{\circ}C$ e predominância de ventos Nordeste. O inverno é ameno e seco, e o verão quente e chuvoso, caracterizando, portanto, duas estações bem definidas ao longo do ano (CEPEMAR, 2004). Apesar de representar a segunda maior lagoa do Espírito Santo em termos de extensão e volume de água, poucos estudos foram realizados neste ambiente, especialmente com enfoque ecológico e que abordem a comunidade fitoplanctônica.

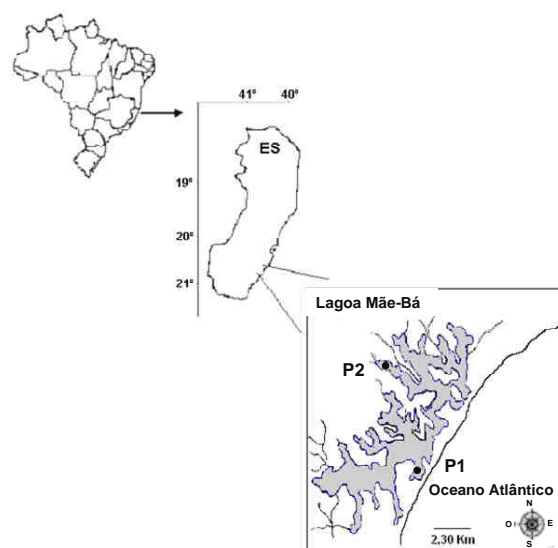


Figura 1. Mapa e localização dos pontos de amostragem na lagoa Mãe-Bá, Guarapari, Estado do Espírito Santo.

Foram determinados dois pontos de amostragem, um situado próximo à empresa

Samarco Mineração S.A. e ao aglomerado urbano Mãe-Bá (P1) e outro afastado dos aglomerados urbanos e, portanto, considerado menos impactado (P2). As amostragens foram realizadas em intervalos de 15 dias nas estações seca (ago./2006 e set./2006) e chuvosa (dez./2006, jan./2007 e fev./2007), compreendendo um total de quatro amostragens por estação. Para a análise qualitativa do fitoplâncton, as amostras foram coletadas com rede de plâncton de abertura de malha de 20 μm e fixadas com solução formalina 4% (BICUDO; MENEZES, 2005). Para análise quantitativa, as amostras foram coletadas com garrafa de van Dorn e fixadas com solução de lugol acético 5% (UTERMÖHL, 1958). A estrutura da comunidade foi avaliada pela riqueza específica, densidade total, abundância e dominância (LOBO; LEIGHTON, 1986), diversidade (SHANNON; WEANNER, 1963) e equitabilidade (PIELOU, 1984). A densidade fitoplanctônica foi estimada segundo o método de Utermöhl (1958), e o procedimento de contagem foi o de campos aleatórios descrito por Uehlinger (1964). Os resultados foram expressos em indivíduos mL^{-1} e calculados de acordo com Weber (1973).

As variáveis estudadas foram: temperatura do ar (termômetro de bulbo), temperatura da água e oxigênio dissolvido a cada 30 cm (termistor-oxímetro digital); transparência (disco de Secchi); zona eufótica (multiplicando-se a profundidade do disco de Secchi pelo fator 3,0); profundidade (profundímetro); pH (potenciômetro digital); condutividade elétrica e sólidos totais dissolvidos (medidor multiparâmetros); turbidez (turbidímetro digital); sólidos totais em suspensão (APHA, 1992); nitrogênio amoniacal, ortofosfato e fósforo total (CARMOUZE, 1994); nitrogênio total (APHA, 1992); nitrato e nitrito (ZAGATTO et al., 1981). Os dados de precipitação (total mensal) e temperatura do ar (média mensal) foram obtidos na estação meteorológica da Samarco Mineração S.A. A estatística descritiva foi calculada para avaliar o conjunto de dados abióticos e bióticos, obtidos durante o período de amostragem, por meio da determinação dos valores mínimo e máximo, média, desvio-padrão e coeficiente de variação. Para verificar possíveis relações entre as variáveis ambientais e biológicas do fitoplâncton, foi realizada a correlação de Spearman.

Resultados

Dos meses amostrados, agosto e setembro/2006 apresentaram os menores índices pluviométricos e as menores temperaturas médias do ar, representando a estação seca. De outubro/2006 a janeiro/2007, foram registrados os maiores índices pluviométricos e elevação da temperatura média mensal, com os meses de dezembro, janeiro e fevereiro caracterizando a estação chuvosa (Figura 2).

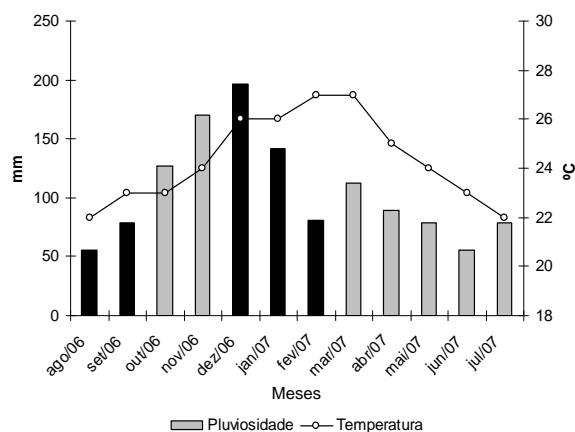


Figura 2. Médias mensais de temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$) e totais mensais de pluviosidade (mm), com destaque para os meses de amostragem (barras em preto).

Conforme ilustra a Figura 3, a lagoa Mãe-Bá se apresentou desestratificada, térmica e quimicamente, durante o período de estudo. O oxigênio dissolvido apresentou diferenças temporais e entre os pontos amostrais, com menores concentrações sendo registradas na estação chuvosa e no Ponto 2. A temperatura da água apresentou variação temporal, com maiores valores durante a estação chuvosa.

As variáveis ambientais analisadas estão apresentadas na Tabela 1. Apesar da redução dos valores de transparência da água na estação chuvosa, a zona eufótica abrangeu toda a coluna d'água, nos dois pontos estudados. Os valores médios de condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos e sólidos totais em suspensão foram maiores no Ponto 1. Com exceção dos sólidos suspensos, estas variáveis, associadas ao pH e à transparência, apresentaram diferenças temporais, com redução dos valores durante a estação chuvosa. No geral, os nutrientes não apresentaram variações temporais e entre os pontos amostrais, e as concentrações de nitrato e nitrito sempre estiveram abaixo do limite de detecção ($14 \mu\text{g L}^{-1}$).

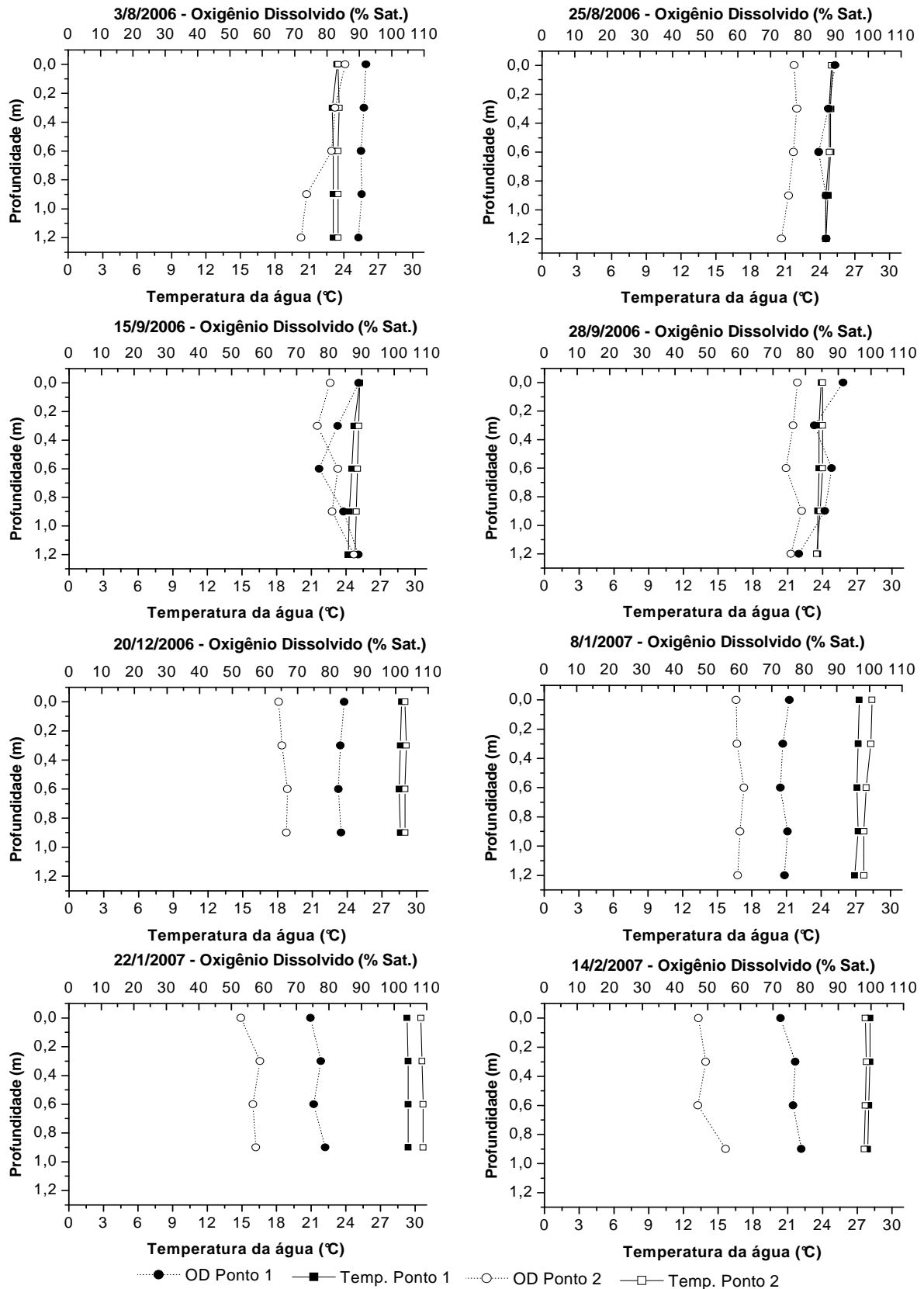
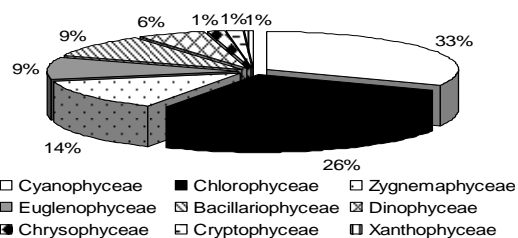


Figura 3. Perfis verticais de temperatura e oxigênio dissolvido, nos dois pontos amostrados, no período de ago.-set./2006 e jan.-fev./2007.

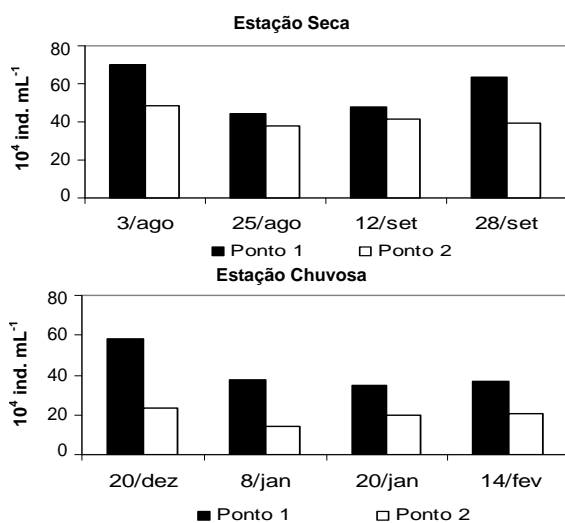
Tabela 1. Estatística descritiva das variáveis ambientais avaliadas no período de ago-set/2006 e jan-fev/2007, na lagoa Mãe-Bá.

Variáveis	Ponto 1				Ponto 2			
	Mín.-Máx.	Média	Desv. Pad.	CV (%)	Mín.-Máx.	Média	Desv. Pad.	CV (%)
Profundidade (m)	1,1-1,3	1,3	0,1	7,7	1,1-1,4	1,3	0,1	7,7
Transparência (m)	0,7-1,3	1,1	0,2	18,2	0,8-1,4	1,1	0,2	18,2
Zona Eufórica (m)	1,1-1,3	1,3	0,1	7,7	1,1-1,4	1,3	0,1	7,7
Temperatura do ar (°C)	20,5-30,0	27,0	3,0	11,1	20,0-29,8	26,4	3,4	12,9
Temperatura da água (°C)	23,0-29,4	26,0	2,2	8,6	23,5-30,7	26,3	2,4	9,2
Oxigênio dissolvido (% Sat.)	72,3-92,0	82,5	6,4	7,7	47,0-87,6	70,9	12,2	17,2
Condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	550,0-1062,0	782,0	178,2	22,8	318,0-726,0	572,0	151,6	26,4
Sólitos totais dissolvidos (mg L^{-1})	208,0-1088,0	757,0	295,8	39,1	119,0-722,0	537,0	226,5	42,2
Sólitos totais suspensos (mg L^{-1})	5,0-11,0	7,1	2,1	29,6	2,0-6,3	4,3	1,3	30,2
pH	6,7-8,6	8,0	0,6	7,5	5,6-8,4	7,1	1,0	14,1
Turbidez (NTU)	5,3-17,8	10,4	3,8	36,5	5,1-11,5	9,3	2,3	24,7
Fósforo total ($\mu\text{g L}^{-1}$)	10,9-19,0	14,5	2,9	20,0	10,0-15,0	12,2	1,5	12,3
Ortofosfato ($\mu\text{g L}^{-1}$)	4,3-17,8	8,1	4,5	55,6	3,8-11,6	7,4	3,0	40,5
Nitrogênio Total ($\mu\text{g L}^{-1}$)	832,0-1560,0	1125,4	261,8	23,3	776,0-1660,0	1124,3	341,3	30,4
Nitrogênio amoniacal ($\mu\text{g L}^{-1}$)	2,7-162,0	38,6	57,4	148,7	10,6-106,6	42,6	31,7	74,4

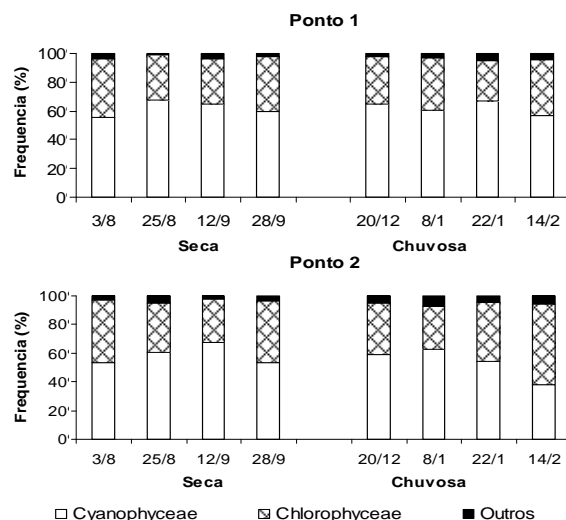
A comunidade fitoplanctônica da lagoa Mãe-Bá esteve composta por 138 táxons, distribuídos em nove Classes (Figura 4), sendo a Classe Cyanophyceae a mais representativa em termos de riqueza de táxons.

**Figura 4.** Contribuição percentual das Classes do fitoplâncton, quanto à riqueza de táxons, na lagoa Mãe-Bá, no período de ago.-set./2006 e jan.-fev./2007.

A densidade total do fitoplâncton variou de 34.699 a 70.067 ind. mL⁻¹ no Ponto 1 e de 14.093 a 48.278 ind. mL⁻¹ no Ponto 2, apresentando variação temporal e entre os pontos de amostragem, com maiores valores no Ponto 1 e durante a estação seca (Figura 5).

**Figura 5.** Variação temporal da densidade total do fitoplâncton na lagoa Mãe-Bá, no período de ago.-set./2006 e jan.-fev./2007.

Quanto à contribuição relativa de cada Classe na densidade total, Cyanophyceae e Chlorophyceae apresentaram maiores contribuições nos dois pontos de amostragem. As demais Classes registradas não chegaram a contribuir com 10% em todo o período estudado (Figura 6).

**Figura 6.** Variação temporal da contribuição relativa (%) das Classes de algas em relação à densidade total, registradas no período de ago.-set./2006 e jan.-fev./2007.

A composição da comunidade fitoplanctônica não apresentou grandes alterações ao longo do tempo. Espécies das Classes Cyanophyceae e Chlorophyceae, apesar de não terem sido dominantes, foram abundantes em todos os meses amostrados, como *Synechocystis aquatilis* e *Synechocystis* sp. (Cyanophyceae), *Koliella longiseta* f. *variabilis* e *Koliella longiseta* f. *tenues* (Chlorophyceae). Outras espécies que apresentaram abundância em vários meses, nos dois pontos amostrados, foram *Pseudanabaena papillaterminata*, *Limnospira redekei* e *Synechococcus* sp., pertencentes à Classe Cyanophyceae.

Na Tabela 2 observa-se que a precipitação (Ppt) e a temperatura da água (Tag) apresentaram correlação negativa com a densidade total (DsT) e com a densidade de Chlorophyceae. As variáveis oxigênio dissolvido (OD), pH, condutividade elétrica (CE) e sólidos totais dissolvidos (STD) mostraram-se positivamente correlacionadas com a densidade total e com a densidade das Classes Chlorophyceae e Cyanophyceae.

Tabela 2. Matriz de correlação de Spearman entre as variáveis ambientais e biológicas do fitoplâncton da lagoa Mãe-Bá. Estão apresentados os resultados estatisticamente significativos ($p < 0,05$).

Variáveis	Densidade Total	Densidade de Chlorophyceae	Densidade de Cyanophyceae
Temperatura da água	-0,7411	-0,7088	-
Precipitação	-0,5573	-0,5754	-
Oxigênio dissolvido	0,8852	0,8029	0,8794
pH	0,7776	0,7893	0,7555
Condutividade elétrica	0,8352	0,7088	0,8235
Sólidos totais dissolvidos	0,8617	0,697	0,8205

Os índices de diversidade específica (Div) e equitabilidade (Equ) apresentaram certa homogeneidade temporal em ambos os pontos de amostragem (Figura 7).

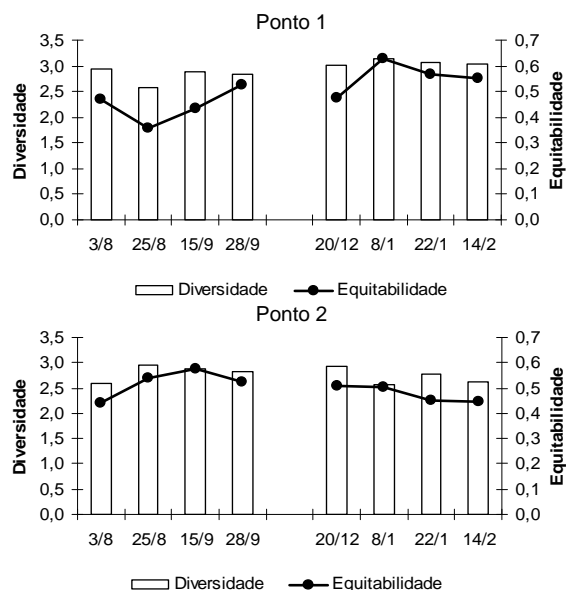


Figura 7. Variação temporal da diversidade (bits ind.⁻¹) e equitabilidade da comunidade fitoplanctônica da lagoa Mãe-Bá, no período de ago.-set./2006 e jan.-fev./2007.

No Ponto 1, os valores de diversidade e equitabilidade variaram de 2,58 a 3,15 bits ind.⁻¹ e de 0,36 e 0,63, respectivamente. No Ponto 2, a diversidade específica oscilou entre 2,55 e 2,93 bits ind.⁻¹ e a equitabilidade esteve entre 0,44 e 0,58.

Discussão

As lagoas costeiras têm sua dinâmica intimamente ligada aos fatores climáticos, como temperatura, ventos e precipitação, que são decisivos para o estabelecimento do padrão de funcionamento destes ecossistemas (KJERFVE, 1994). De acordo com os perfis térmico e químico analisados, os pontos de amostragem caracterizaram-se pela isoterma da coluna d'água e perfil ortogrado de oxigênio, devido à pequena profundidade da lagoa e exposição contínua à ação de ventos. Segundo Petrucio (1998), perfis ortogradados são frequentemente registrados em lagoas costeiras, pela baixa profundidade e pela exposição aos ventos, permitindo maior circulação e, conseqüentemente, maior oxigenação da coluna d'água. O mesmo padrão de distribuição vertical do oxigênio dissolvido foi registrado, por Bozelli et al. (1992), em várias lagoas da região do baixo rio Doce, em Linhares, Estado do Espírito Santo; por Leite e Fonseca (2002), na lagoa do Caconde, Estado do Rio Grande do Sul; e por Enrich-Prast et al. (2004), em diversas lagoas da restinga de Jurubatiba, em Macaé, Estado do Rio de Janeiro.

De modo geral, a lagoa Mãe-Bá apresentou elevadas concentrações de oxigênio dissolvido, as quais apresentaram variações temporais e entre os pontos de amostragem. No Ponto 1, os elevados valores de oxigênio dissolvido podem estar relacionados a dois fatores: influência dos ventos, por ser uma das regiões da lagoa de maior proximidade com o mar; e maior densidade de organismos fitoplanctônicos, que, por meio da fotossíntese, contribuem para elevar a oxigenação da água. Em relação à variação temporal, os menores valores de oxigênio dissolvido registrados na estação chuvosa concordaram com elevados valores de temperatura da água, que influencia a solubilidade deste gás, além de terem sido registradas menores densidades fitoplanctônicas nesse período.

Na estação chuvosa, foram registrados maiores valores de turbidez e de sólidos totais em suspensão, resultando em redução da transparência decorrente do carreamento de material alóctone para dentro do sistema, aliado à ressuspensão mais frequente do sedimento, devido à turbulência promovida pelas chuvas. Além disso, a precipitação pode ter promovido diluição dos sais e íons presentes na água, contribuindo para a redução acentuada da condutividade elétrica e dos sólidos totais dissolvidos verificada nesse período. Cavati e Fernandes (2008) também registraram menores valores de condutividade elétrica e de sólidos totais dissolvidos na lagoa Juparanã, Estado do Espírito Santo, durante

a estação chuvosa. Apesar da redução da transparência observada nos períodos de maior pluviosidade, a zona eufótica abrangeu toda a coluna d'água em todos os meses amostrados, evidenciando, portanto, que a luz não se constitui em um fator limitante para a produtividade fitoplanctônica no ecossistema estudado.

Na lagoa Mãe-Bá, foram baixas as concentrações de nitrogênio amoniacal, nitrato e ortofosfato, que são as formas preferencialmente assimiláveis pelo fitoplâncton, denotando considerável consumo não apenas por esta comunidade, mas pelas macrófitas aquáticas e pelo perifiton. Araújo et al. (2000) registraram baixas concentrações de fosfato na lagoa de Extremoz, Estado do Rio Grande do Norte, e atribuíram os reduzidos valores à intensa assimilação pelo fitoplâncton. Além disso, Esteves (1998b) cita que vários fatores físicos e químicos interferem na precipitação dos íons fosfato no ambiente aquático, e o ferro é o íon de maior importância nessa imobilização. A proximidade da Samarco Mineração S.A. e, conseqüentemente, a carga de ferro advinda da usina de pelotização da empresa, podem favorecer a precipitação do fosfato no sedimento da lagoa Mãe-Bá, contribuindo para que este nutriente se apresente em baixas concentrações. Apesar disso, os valores médios de ortofosfato estiveram acima de $5,0 \mu\text{g L}^{-1}$, considerado por Reynolds (1997) como sendo o valor limitante para a comunidade fitoplanctônica. Ainda, segundo este mesmo autor, um ambiente limitado por nitrogênio deve apresentar valores de DIN menores que $80 \mu\text{g L}^{-1}$. Na lagoa Mãe-Bá, as concentrações de nitrato e nitrito estiveram sempre abaixo do limite de detecção do método ($14 \mu\text{g L}^{-1}$) e as concentrações médias de nitrogênio amoniacal foram respectivamente, de 38,6 e $42,6 \mu\text{g L}^{-1}$ nos Pontos 1 e 2, demonstrando possível limitação por nitrogênio ao fitoplâncton deste ambiente.

Os valores de nitrogênio total da lagoa Mãe-Bá foram elevados, se comparados aos valores de fósforo total. Neste ecossistema, as fontes de nitrogênio podem ser: a chuva e os materiais orgânico e inorgânico de origem alóctone (ESTEVES, 1998b). Além desses, o despejo de efluente industrial na lagoa Mãe-Bá, previamente tratado pela Samarco Mineração S.A., que possivelmente utiliza amina em uma etapa do processo industrial, pode ser outro fator que contribui para elevar as concentrações de nitrogênio no local de estudo.

Compreender o funcionamento dos ambientes aquáticos requer, primeiramente, adequado

conhecimento taxonômico e dos padrões espacial e temporal das populações fitoplanctônicas (MELO; SUZUKI, 1998), os quais podem funcionar como bons indicadores do estado trófico de tais ecossistemas. Nas composições qualitativa e quantitativa da comunidade fitoplanctônica da lagoa Mãe-Bá, houve predomínio das Classes Chlorophyceae e Cyanophyceae. Estas Classes foram representadas por algas de pequeno tamanho, como *Synechocystis* (Cyanophyceae) e *Koliella* (Chlorophyceae), que foram abundantes em todos os meses amostrados. Segundo Haphey-Wood (1988), células pequenas e com grande relação superfície/volume possuem grande capacidade para absorção de nutrientes dissolvidos e elevada taxa de difusão de gases, além de apresentarem baixa taxa de sedimentação, minimizando as perdas por afundamento.

Na lagoa Mãe-Bá, a densidade total foi elevada, variando de 14.093 a $70.067 \text{ ind. mL}^{-1}$ (considerando os pontos P1 e P2), apresentando-se maior que a registrada por Huszar et al. (1990), em 18 lagoas da região de Linhares, Estado do Espírito Santo, cujos valores variaram de 674 a $18.674 \text{ ind. mL}^{-1}$, considerando todos os ecossistemas estudados; e por Melo e Suzuki (1998), na lagoa Cabiúnas, Estado do Rio de Janeiro, onde as densidades variaram entre 2.300 e $4.700 \text{ ind. mL}^{-1}$.

Quanto à variação temporal, os valores de densidade total foram maiores na estação seca, nos dois pontos de amostragem. A menor densidade registrada no período de chuvas pode ser explicada, entre outros fatores, pela diluição e limitação do crescimento fitoplanctônico por um maior estresse mecânico sobre a comunidade (BICUDO et al., 1999). Esse mesmo padrão de variação temporal com redução da densidade total fitoplanctônica na estação chuvosa foi registrado por Nogueira (2000), por Bicudo et al. (1999) e por Giani e Figueiredo (1999), estudando reservatórios brasileiros. Na lagoa Mãe-Bá, o coeficiente de correlação de Spearman indicou que a temperatura da água e a precipitação apresentaram correlação negativa com a densidade total, corroborando os dados acima.

Com relação à variação entre os pontos amostrais, em todas as amostragens, o Ponto 1 apresentou maiores valores de densidade total fitoplanctônica, se comparado ao Ponto 2. Apesar de não terem sido registradas grandes diferenças nas concentrações de nutrientes entre os pontos amostrados, alguns picos de fósforo total foram observados no Ponto 1, decorrentes dos aportes de nutrientes de origem doméstica e industrial. Sendo assim, este ponto de amostragem apresentaria

condições mais propícias ao desenvolvimento da comunidade fitoplanctônica, resultando em valores mais elevados de pH e oxigênio dissolvido, em função do processo fotossintético.

Os índices de diversidade e equitabilidade não apresentaram variação temporal e entre os pontos de amostragem. A diversidade média ($P1 = 2,9$ e $P2 = 2,8$ bits ind.⁻¹) foi semelhante à registrada por Martins e Fernandes (2006), na lagoa da Universidade Federal do Espírito Santo (2,3 bits ind.⁻¹), e superior à registrada por Huszar et al. (1990), nas lagoas Nova e Parda (1,7 bits ind.⁻¹ em ambas), também localizadas no Estado do Espírito Santo. Os dados médios de equitabilidade ($P1$ e $P2 = 0,5$) foram próximos aos obtidos por Henry et al. (2006), nas lagoas do Camargo (0,6), dos Cavalos (0,6) e do Coqueiral (0,5), em São Paulo. Os valores de diversidade e equitabilidade registrados na lagoa Mãe-Bá resultaram da ausência de dominância de espécies neste ecossistema, além do registro de poucas espécies abundantes durante todo o período estudado.

Sendo assim, na lagoa Mãe-Bá, as variáveis limnológicas e o fitoplâncton são afetados pelo ciclo climatológico; são, portanto, influenciados por alterações na precipitação e temperatura do ar. Neste ecossistema, a constante circulação da coluna d'água favorece a ciclagem dos nutrientes, que, associados à intensa disponibilidade de luz, propiciam o desenvolvimento da comunidade fitoplanctônica. No entanto, os baixos valores de nitrato e de nitrogênio amoniacal podem funcionar como fatores controladores e até limitantes desta comunidade.

Agradecimentos

À Samarco Mineração S.A., pelo apoio logístico; ao Laboratório de Limnologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro e ao Laboratório de Química da Aracruz Celulose, pela determinação dos nutrientes; à UENF, pela bolsa de Mestrado concedida à primeira autora.

Referências

- APHA-American Publication Health Association. **Standards methods for the examination of water and wastewater**. 18. ed. Washington, D.C., 1992.
- ARAÚJO, M. F. F.; COSTA, I. A. S.; CHELLAPPA, N. T. Comunidade fitoplanctônica e variáveis ambientais na lagoa de Extremoz, Natal – RN, Brasil. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 12, n. 1, p. 127-140, 2000.
- BICUDO, C. E. M.; MENEZES, M. **Gêneros de algas de águas continentais do Brasil**: chave para identificação e descrições. São Carlos: Rima, 2005.
- BICUDO, C. E. M.; RAMÍREZ, R. J. J.; TUCCI, A.;

BICUDO, D. C. Dinâmica de populações fitoplanctônicas em ambiente eutrofizado: o Lago das Garças, São Paulo. In: HENRY, R. (Ed.). **Ecologia de reservatórios**: estrutura, função e aspectos sociais. Botucatu: Fundibio/Fapesp, 1999. cap. 15, p. 449-507.

BRANCO, C. W. C.; SENNA, P. A. C. Phytoplankton composition, community structure and seasonal changes in a tropical reservoir (Paraná Reservoir, Brazil). **Algological Studies**, v. 81, n. 1, p. 69-84, 1996.

BOZELLI, R. L.; ESTEVES, F. A.; ROLAND, F.; SUZUKI, M. S. Padrões de funcionamento das lagoas do Baixo Rio Doce: variáveis abióticas e clorofila a (Espírito Santo – Brasil). **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 3, n. 1, p. 13-31, 1992.

CARMOUZE J. **O metabolismo dos ecossistemas aquáticos**: fundamentos teóricos, métodos de estudo e análises químicas. São Paulo: Edgard Blücher, 1994.

CAVATI, B.; FERNANDES, V. O. F. Algas perifíticas em dois ambientes do baixo rio Doce (lagoa Juparanã e rio Pequeno – Linhares, Estado do Espírito Santo, Brasil): variação espacial e temporal. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 30, n. 4, p. 439-448, 2008.

CEPEMAR-Serviços de Consultoria em Meio Ambiente. **Relatório técnico dos estudos de impacto ambiental da terceira pelotização da Samarco em Ponta UBU**. Vitória, 2004.

ENRICH-PRAST, A.; BOZELLI, R. L.; ESTEVES, F. A.; MEIRELLES, F. P. Lagoas costeiras da restinga de Jurubatiba: descrição de suas variáveis limnológicas. In: ROCHA, C. F.; ESTEVES, F. A.; SCARANO, F. R. (Org.). **Pesquisas de longa duração na restinga de Jurubatiba**: ecologia, história natural e conservação. São Carlos: Rima, 2004. cap. 14, p. 245-253.

ESTEVES, F. A. Lagoas costeiras: origem, funcionamento e possibilidades de manejo. In: ESTEVES, F. A. (Ed.). **Ecologia das lagoas costeiras do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e do Município de Macaé (RJ)**. Rio de Janeiro: Nupem/UFRJ, 1998a. cap. 2, p. 63-87.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de limnologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998b.

GIANI, A.; FIGUEIREDO, C. C. Recorrência de padrões sazonais do fitoplâncton num reservatório eutrófico (reservatório da Pampulha, MG). In: HENRY, R. (Ed.). **Ecologia de reservatórios**: estrutura, função e aspectos sociais. Botucatu: Fundibio/Fapesp, 1999. cap. 17, p. 531-549.

HAPPEY-WOOD, C. M. Ecology of freshwater planktonic green algae. In: SANDGREW, C. D. (Ed.). **Growth and reproduction strategies of freshwater phytoplankton**. Cambridge: Cambridge University Press, 1988.

HENRY, R.; USHINOHAMA, E.; FERREIRA, R. M. R. Fitoplâncton em três lagoas marginais ao rio Paranapanema e em sua desembocadura no reservatório Jurumirim (São Paulo, Brasil) durante um período prolongado de seca. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 29, n. 3, p. 399-414, 2006.

HUSZAR, V. L. M.; GIANI, A. Amostragem da comunidade fitoplanctônica em águas continentais: reconhecimento de padrões espaciais e temporais. In: BICUDO, C. E. M.;

- BICUDO, D. C. (Org.). **Amostragem em limnologia**. São Carlos: Rima, 2004. cap. 8, p. 133-147.
- HUSZAR, V. L. M.; SAMPAIO, L. H. S.; ESTEVES, F. A. Estrutura das comunidades fitoplanctônicas de 18 lagoas da região do Baixo Rio Doce, Linhares, Espírito Santo, Brasil. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 50, n. 3, p. 585-598, 1990.
- KJERFVE, B. Coastal lagoon processes. In: KJERFVE, B. (Ed.). **Coastal lagoon processes**. Amsterdam: Elsevier Oceanography Series, 1994.
- LEITE, E. P. N.; FONSECA, O. J. M. Variação espacial e temporal de parâmetros ambientais da lagoa Caconde, Osório, RS. **Acta Limnológica Brasiliensis**, v. 14, n. 2, p. 39-50, 2002.
- LOBO, E.; LEIGHTON, G. Estruturas comunitárias de las fitocenosis planktonicas de los sistemas de desembocaduras y esteros de rios de la zona central de Chile. **Revista de Biología Marina**, v. 22, n. 1, p. 1-29, 1986.
- MARTINS, F. C. O.; FERNANDES, V. O. Fitoplâncton da lagoa do campus universitário da UFES (Vitória, ES): estrutura da comunidade e considerações ecológicas. **Neotropical Biology and Conservation**, v. 1, n. 1, p. 101-109, 2006.
- MELO, S.; SUZUKI, M. S. Variações temporais e espaciais do fitoplâncton das lagoas Imboassica, Cabiúnas e Comprida. In: ESTEVES, F. A. (Ed.). **Ecologia de lagoas costeiras do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e do Município de Macaé (RJ)**. Rio de Janeiro: UFRJ, 1998. cap. 4, p. 177-203.
- NOGUEIRA, M. G. Phytoplankton composition, dominance and abundance as indicators of environmental compartmentalization in Jurumirim Reservoir (Paranapanema River), São Paulo, Brazil. **Hydrobiologia**, v. 431, n. 2-3, p. 115-128, 2000.
- ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1983.
- PETRUCIO, M. M. Caracterização das lagoas Imboassica, Cabiúnas, Comprida e Carapebus a partir da temperatura, salinidade, condutividade, alcalinidade, O₂ dissolvido, pH, transparência e material em suspensão. In: ESTEVES, F. A. (Ed.). **Ecologia de lagoas costeiras do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e do Município de Macaé (RJ)**. Rio de Janeiro: UFRJ, 1998. cap. 3, p. 91-105.
- PIELOU, E. C. **The interpretation of ecological data**. New York: John Wiley and Sons, 1984.
- PINTO-COELHO, R. M.; COELHO, M. M.; ESPÍRITO SANTO, M. M.; CORNELISSEN, T. G. Efeitos da eutrofização na estrutura da comunidade planctônica na lagoa da Pampulha, Belo Horizonte, MG. In: HENRY, R. (Ed.). **Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais**. Botucatu: Fundibio, 1999. cap. 18, p. 551-572.
- PIVATO, B. M.; TRAIN, S.; RODRIGUES, L. Dinâmica nictemeral das assembleias fitoplanctônicas em um reservatório tropical (reservatório Corumbá, Estado de Goiás, Brasil), em dois períodos do ciclo hidrológico. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 28, n. 1, p. 19-29, 2006.
- REYNOLDS, C. S. **The ecology of freshwater phytoplankton**. Cambridge: Cambridge University Press, 1984.
- REYNOLDS, C. S. Vegetation process in the pelagic: a model for ecosystem theory. In: KINNE, O. (Ed.). **Excellence in ecology**. Oldenford: ECI, 1997.
- SHANNON, C. E.; WEANNER, W. **The mathematical theory of communication**. Urbana: University of Illinois Press, 1963.
- UEHLINGER, V. Étude statistique des methods de dénombrement planctonique. **Archives des Sciences**, v. 17, n. 2, p. 121-123, 1964.
- UTERMÖHL, H. Zur vervollkommung der quantitativen phytoplankton: methodik. **Verhandlungen der Internationalen Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie**, v. 9, p. 1-38, 1958.
- ZAGATTO, E. A. G.; JACINTHO, A. O.; REIS, B. F.; KRUG, F.; BERGAMIN FILHO, H.; PESSENDA, R. C. L.; MORTATTI, J.; GINÉ, M. F. **Manual de análises de plantas e águas empregando sistema de injeção em fluxo**. Piracicaba: USP/CENA, 1981.
- WEBER, C. I. Plankton. In: WEBER, C. I. (Ed.). **Biological field and laboratory methods for measuring the quality surface water and effluents**. Cincinnati: Environmental Protection Agency, 1973.

Received on March 18, 2008.

Accepted on September 5, 2008.

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.