

Variação temporal do fitoplâncton de um lago pertencente à Área de Proteção Permanente no estado de Alagoas, nordeste do Brasil

Karla Priscila Barros da Silva^{1,3}, Manoel Messias da Silva Costa² e Élica Amara Cecília Guedes²

Recebido em 5/10/2010. Aceito em 3/10/2011

RESUMO

(Variação temporal do fitoplâncton de um lago pertencente à Área de Proteção Permanente no estado de Alagoas, nordeste do Brasil). Este trabalho teve como objetivo determinar a variação espaço-temporal do microfitoplâncton e variáveis ambientais no Lago Azul, Área de Proteção Permanente do município de Marechal Deodoro, Alagoas. As coletas ocorreram no período de abril a setembro de 2008. As amostras do fitoplâncton foram obtidas através de arrastos horizontais superficiais, com rede de abertura de malha de 45 µm e, concomitantemente, coletadas amostras de água utilizando garrafa de Van Dorn, para a determinação dos parâmetros físico-químicos. Foram identificados 27 táxons predominando as Chlorophyta (63%), destacando-se como espécies “dominantes” *Desmidium swartzii* var. *quadrangulatum* (Ralfs) A. Roy (62,3%) e *D. cylindricum* Greville (55,1%), seguidos das Bacillariophyta (26%) e Cyanobacteria (11%). O pH levemente ácido e a baixa disponibilidade de nutrientes ofereceram condições favoráveis para o desenvolvimento das Desmidiaceae: *Closterium* sp., *Cosmarium goniodes* West & West, *C. margaritifera* Meneghini ex Ralfs, *C. vogelii* Gutwinski, *Desmidium cylindricum* Greville, *D. pseudotrepionema* West & West, *D. swartzii* var. *quadrangulatum* (Ralfs) A. Roy, *Euastrum brasiliense* Borge var. *minus* G.S.West, *Gymnozyga moniliformis* Ehrenberg, *Micrasterias denticulata* Brébisson ex Ralfs, *M. (Kützing) Ralfs*, *M. radians* Turner e *Tetmemorus laevis* (Kuetzing) Ralfs.

Palavras-chave: fitoplâncton, ambiente lacustre, desmidiaceae

ABSTRACT

(Temporal variation of phytoplankton in a lake in a permanent protected area in Alagoas State, Northeast Brazil). The objective of this work is to determine the spatial and temporal variation of microphytoplankton and environmental variables in Lake Azul, a permanent protected area in the town of Marechal Deodoro, Alagoas State, Brazil. Samples were collected from April to September 2008. Phytoplankton samples were obtained by surface-horizontal trawling with a 45µm mesh net. Water samples were taken with a Van Dorn bottle, during the phytoplankton collection, in order to determine physical-chemical parameters. A total of 27 taxa were identified, Chlorophyta were the most abundant taxa (63% of the sample) followed by Bacillariophyta (26%) and Cyanobacteria (11%). The dominant species were *Desmidium swartzii* var. *quadrangulatum* (Ralfs) A. Roy (62.3%) and *D. cylindricum* Greville (55.1%). The slightly acid pH associated with low nutrient availability favors the development of Desmidiaceae: *Closterium* sp., *Cosmarium goniodes* West & West, *C. margaritifera* Meneghini ex Ralfs, *C. vogelii* Gutwinski, *Desmidium cylindricum* Greville, *D. pseudotrepionema* West & West, *D. swartzii* var. *quadrangulatum* (Ralfs) A. Roy, *Euastrum brasiliense* Borge var. *minus* G.S.West, *Gymnozyga moniliformis* Ehrenberg, *Micrasterias denticulata* Brébisson ex Ralfs, *M. (Kützing) Ralfs*, *M. radians* Turner and *Tetmemorus laevis* (Kuetzing) Ralfs.

Key words: phytoplankton, lakes, oligotrophic, desmidiaceae

¹ Universidade Federal de Alagoas, Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde, Programa de Pós-Graduação em Diversidade Biológica e Conservação nos Trópicos, Maceió, AL, Brasil

² Universidade Federal de Alagoas, Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde, Setor de Botânica, Laboratório de Ficologia, Maceió, AL, Brasil

³ Autor para correspondência: karlapriscila_barros@hotmail.com

Introdução

Lagos são corpos d'água interiores sem comunicação direta com o mar e suas águas têm em geral baixo teor de íons dissolvidos, quando comparadas às águas oceânicas. O surgimento destes ambientes tem sido objetivo de vários ramos da ciência. Na limnologia, estes estudos têm grande relevância, devido à praticidade dos resultados ecológicos para uma adequada utilização do sistema e pela possibilidade de desenvolvimento teórico e prático do ambiente (Esteves 1998, Padilha 2001).

Desta forma, a compreensão do fitoplâncton lacustre no Brasil é particularmente significativa ajudando a revelar importantes padrões biológicos em relação ao efeito antropogênico local (Araújo *et al.* 2000). Tais estudos com o fitoplâncton contribuem preponderantemente para a compreensão do funcionamento do sistema como um todo (Nogueira 2003), devido a sua contribuição essencial na elaboração da matéria orgânica necessária à sobrevivência dos organismos herbívoros destes ambientes (Câmara *et al.* 2007).

Em lagos tropicais, a produtividade fitoplanctônica é dependente, principalmente, da disponibilidade de radiação dentro do próprio lago, concentração de nutrientes, temperatura e pH da água. Há outras variáveis que podem assumir maior relevância, como precipitação, vento e flutuação do nível da água. Todas estas variáveis, por sua vez, desenvolvem padrões de variações na disponibilidade de nutrientes e luz, refletindo nos ciclos das populações algais (Reynolds 1984, Nogueira & Matsumura-Tundisi 1996, Esteves 1998).

Sendo assim, as modificações na comunidade fitoplanctônica, podem adquirir caráter preditivo sobre as possíveis mudanças no meio onde ocorrem (Huszar 1994), pois o fitoplâncton é essencial para a avaliação da qualidade ambiental, devido a sua capacidade de ocorrer em quase todo tipo de ambiente de água doce (Margalef 1983, Gentil 2007). Logo, a sua identificação e quantificação são de grande interesse para avaliar as condições ecológicas de um ecossistema aquático, além de prevenir ou controlar situações indesejáveis ou incompatíveis.

Este trabalho teve como objetivo caracterizar a estrutura da comunidade fitoplanctônica e sua relação com as variáveis ambientais no Lago Azul, pertencente a uma Área de Proteção Permanente no estado de Alagoas.

Materiais e métodos

Área de estudo

O Lago Azul localiza-se dentro da usina açucareira Sumaúma no Município de Marechal Deodoro, entre as coordenadas: S 09° 40.018' e W 35° 44.922' distando aproximadamente 28 km da capital – Maceió. A região possui clima tropical quente e úmido, com temperatura média em torno de 26°C, com período de chuva nos meses de abril a

junho e período de seca nos meses de julho a setembro. O Lago encontra-se dentro de uma Área de Proteção Permanente da usina, que em torno possui uma vasta vegetação de Mata Atlântica Ombrófila, em bom estado de conservação, mas possuindo trechos com indicações de alterações ambientais, devido à introdução de bambus (espécie exótica). O local também é bastante visitado por diversas instituições de ensino para aulas práticas e de campo (fauna, flora, ecologia, educação ambiental, etc.). O Lago Azul foi represado, mas ainda assim, é considerado um local muito atrativo e frequentemente vem sendo explorado para área de lazer e recreação. Os períodos de maior fluxo, geralmente, são nos meses de junho e julho, devido ao período de férias. Geralmente, é frequentado durante a semana pela população local, sendo, entretanto, de difícil acesso, pois a estrada que dá acesso fica entre os canais da usina. Essas atividades tais como, o represamento do lago e a grande influência antrópica (lazer e recreação), vêm contribuindo para a descaracterização desse ambiente, podendo, desta forma, alterar a dinâmica do lago.

Coletas e análises

As coletas foram realizadas durante o período de abril a setembro de 2008, abrangendo as épocas seca e chuvosa na região. Para a realização das amostras foram determinados dois pontos de coleta (ponto 1 e ponto 2). O ponto 1, sofre maior influência de atividades antrópicas, por estar mais próximo das áreas de lazer e recreação, o ponto 2, se encontra próximo a margem do lago e sofre menos com atividades antrópicas.

As amostras foram obtidas utilizando uma rede de plâncton, com abertura de malha de 45µm por meio de arrastos horizontais e superficiais. Após as coletas as amostras foram acondicionadas em frascos de vidros, devidamente etiquetadas e preservadas em solução de formol a 4%, sendo posteriormente transportados ao Laboratório de Ficologia do Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde (ICBS) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL). Para o estudo qualitativo, foram examinadas alíquotas de 1 mL procedendo-se a análise direta das microalgas identificadas no microscópio óptico binocular. Para a identificação taxonômica dos gêneros e/ou espécies, foram consultados trabalhos específicos na área: Hustedt (1961-1966), Bourrelly (1970), Moreira Filho *et al.* (1977-1978), Streble & Krauter (1987), Anagnostidis & Komárek (1990), Parra & Bicudo (1995), Moreno *et al.* (1996) e Komárek & Anagnostidis (1998). Foi utilizado o Sistema de Classificação de Round *et al.* (1990) para enquadramento taxonômico das diatomáceas, o de Anagnostidis & Komárek (1988) e Komárek & Anagnostidis (2005) para Cyanobacteria e o Sistema de Van den Hoek *et al.* (1995) para os demais grupos taxonômicos.

Após a identificação, foram realizadas contagens dos organismos e calculada a abundância relativa de cada táxon, utilizado a fórmula: $A = N_x 100 / n$ onde, $N = n^\circ$ de espécies na amostra; $n = n^\circ$ total de espécies, sendo estabelecidos os se-

guintes critérios: dominante – ocorrência maior do que 50%; abundante – ocorrência entre 50 e 30%; pouco abundante – ocorrência entre 30 e 10%; rara – menor de 10% (Lobo & Leighton 1986). A frequência de ocorrência foi calculada a partir do número de vezes em que cada táxon ocorreu nas amostras analisadas, de acordo com a metodologia de Mateucci & Colma (1982), por intermédio da fórmula: $F = P \times 100 / p$ onde, $P = n^\circ$ de amostras contendo a espécie; $p = n^\circ$ total de amostras examinadas, sendo estabelecidos os seguintes critérios: muito frequente – ocorrência em mais de 70% das amostras; frequente – ocorrência entre 70% e 40% das amostras; pouco frequente – ocorrência entre 40% e 20% e esporádica menos de 20%.

O índice de diversidade específica foi calculado segundo Shannon (H') (1948), através da seguinte fórmula: $H' = -\sum p_i \log_2 p_i$ onde, $p_i = n_i / N$ onde, $n_i =$ o número de indivíduos de cada espécie $N =$ o número total de indivíduos. Os resultados foram expressos em bits.cél^{-1} , considerando-se que 1 bit equivale a uma unidade de informação (Valentin 2000), cujos valores podem ser enquadrados nas seguintes categorias: alta diversidade = $\geq 3,0 \text{ bits.cél}^{-1}$; média diversidade = $< 3,0 \geq 2,0 \text{ bits.cél}^{-1}$; baixa diversidade = $< 2 > 1,0 \text{ bits.cél}^{-1}$; muito baixa diversidade = $< 1,0 \text{ bits.cél}^{-1}$. A Equitabilidade (J) foi calculada segundo Pielou (1977), através da fórmula: $J = H' / \log_2 S$, onde: $H' =$ índice de Shannon; $S = n^\circ$ total de espécies de cada amostra. Apresentando valores entre 0 e 1, sendo considerado alto ou equitativo os valores superiores a 0,50, o qual representa uma distribuição uniforme dos táxons na amostra analisada. Para estes cálculos foi utilizado o programa estatístico *Ecológica* (Measures of Community and Measures of Community Similarity).

As coletas de água para determinação dos parâmetros físico-químicos e da clorofila “a” foram efetuadas na camada superficial, com auxílio de uma garrafa coletora do tipo “Van Dorn”, com capacidade de 1 litro. As análises foram realizadas pela equipe do Laboratório de Hidroquímica do Laboratório de Biologia Marinha (LABMAR) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), onde foram determinados: condutividade ($\mu\text{S.cm}^{-1}$), pH (Potenciômetro Alfa Tecnológica Ltda), salinidade e turbidez (UNT) utilizando-se a “International Oceanographic Tables” (UNESCO 1973) e os nutrientes, nitrito (NO_2^-) nitrato (NO_3^-) e amônio (NH_4^+), determinados pelo método descrito por Strickland & Parsons (1972), silicato (SiO_2^-) e fósforo dissolvido (PO_4^{3-}) segundo Grasshoff *et al.* (1983), Clorofila a ($\mu\text{g.L}^{-1}$) analisadas em espectrofotômetro de acordo com UNESCO (1966).

Resultados e discussão

A condutividade apresentou uma ampla variação, tendo um valor mínimo de $79 \mu\text{S.cm}^{-1}$, registrado em julho/2008 e máximo de $142 \mu\text{S.cm}^{-1}$ em abril/2008, ambos no ponto 1 (Tab. 1), sendo considerada alta no estudo realizado. O ponto 1 sofreu maiores influências antrópicas do que o ponto 2, por estar mais próximo das atividades de recreação

dos banhistas. A condutividade elétrica é a medida da capacidade da água em conduzir corrente elétrica e será tanto maior, quanto maior for a concentração de íons dissolvidos (Esteves 1998). A condutividade elétrica é considerada um bom indicador de qualidade das águas, uma vez que altos valores podem indicar poluição antropogênica (Esteves 1998, Brigante *et al.* 2003). A distribuição dos valores de condutividade elétrica indica baixas quantidades de sólidos em suspensão na coluna d'água. No geral a condutividade teve altos valores, indicando uma poluição antropogênica no Lago Azul, possivelmente devido à frequência que este ambiente é utilizado para lazer e recreação.

Margalef (1983) afirma que águas naturais com valores normais em geral, apresentam condutividade até $100 \mu\text{S.cm}^{-1}$. No trabalho de Macedo & Sipaúba-Tavares (2005) em viveiros de piscicultura em São Paulo, verificaram variação na condutividade elétrica ao longo do ano.

Matsuzaki *et al.* (2004) relata que valores elevados de condutividade elétrica indicam alto grau de decomposição de matéria orgânica que libera maior quantidade de íons na coluna de água. Além disso, também detecta processo de eutrofização em corpos de água e ajuda a identificar fontes poluidoras nos ecossistemas aquáticos. Os valores de pH da água, variaram de um mínimo de 4,6 registrado na coleta do mês de setembro/2008 (ponto 2) e um valor máximo de 5,6 no mês de maio/2008 (ponto 1), em geral, não houve uma variação durante o período estudado, caracterizando um pH ácido.

Nos estudos de Nogueira (2003), afirma que o pH em lagos tende a ser geralmente ácido nos períodos de secas, devido à presença dos ácidos húmicos oriundos da decomposição de materiais vegetais (fitoplâncton e macrófitas aquáticas), da própria vegetação local e de animais. Este mesmo padrão foi encontrado em um lago marginal no estudo de Peres & Senna (2000) na lagoa do Diogo em um ciclo hidrológico na Estação Ecológica de Jataí, SP, e em lagos Amazônicos investigados por Sioli (1991).

Os baixos valores de pH verificados no Lago Azul estão associados às características ácidas dos solos e a decomposição de macrófitas aquáticas. Os valores de pH encontrados no lago Azul correspondem aos encontrados em outros estudos realizados em lagos no centro-oeste e nordeste do Brasil (Espíndola *et al.* 1996, Dellamano-Oliveira *et al.* 2003).

As comunidades aquáticas podem interferir nos valores de pH do meio, sendo que as algas podem elevar o pH por meio do processo de fotossíntese (Matsuzaki *et al.* 2004). O mesmo foi dito por Hellowell (1989), que afirmou que os organismos autotróficos, como macrófitas aquáticas e algas, podem elevar o pH por meio do processo de assimilação de CO_2 na fotossíntese e os organismos heterotróficos, por outro lado, podem diminuir o pH do meio através dos processos de decomposição e respiração, liberando CO_2 , formando ácido carbônico e íons hidrogênio.

Quanto as concentrações de nutrientes, o fósforo teve a menor concentração no período de seca, nos meses de

julho/2008 (ponto 2) e agosto/2008 (pontos 1 e 2), com valores de 0,05 μM e a maior concentração foi registrada no período chuvoso, no mês de abril/2008 (ponto 1), com 1,57 μM . Os valores de nitrato foram altos durante o período de estudo, onde a menor e a maior concentração ocorreram no mês de setembro/2008, 1,88 μM (ponto 1) e 46,0 μM (ponto 2), respectivamente (Tab. 1). Quanto aos valores de sílica, a menor concentração foi encontrada no mês de junho/2008 no ponto 1, com valor de 1,30 μM . No mês de abril/2008, ocorreram as maiores concentrações, tanto no ponto 1 (38,26 μM) como no ponto 2 (20,43 μM) (Tab. 1).

Neste estudo, ficou evidenciado que as concentrações da maioria dos nutrientes foram elevadas nos períodos de seca (julho a setembro). Porém, se destaca os resultados de nitrato e sílica nas duas épocas estudadas.

Os valores encontrados de silicato foram maiores nos meses de abril e setembro de 2008, provavelmente pela estreita relação entre a biomassa de diatomáceas e a concentração de silicato no meio (Esteves 1998), que consequentemente durante estes meses foram bastante elevadas e os resultados de nitrato foram altos durante quase todo o período de estudo, exceto no mês de agosto/2008.

De acordo com Esteves (1998), a concentração dos nutrientes tem papel fundamental sobre a produtividade do fitoplâncton, e dentre os nutrientes mais importantes destacam-se: fosfato, nitrato, amônia e silicato, considerados geralmente limitantes. Alguns podem ser de grande importância na produtividade primária de certos grupos de algas. O silicato, por exemplo, é o principal nutriente controlador da produtividade das diatomáceas.

Em lagos de regiões tropicais tem-se observado que a periodicidade do fitoplâncton não é uniforme e existem poucas evidências para a ocorrência e flutuações ligadas às estações do ano (flutuações sazonais). Assim, a variação da composição específica ou da densidade do fitoplâncton nesses lagos está associada, geralmente, a fatores locais (Esteves 1998).

Moschini-Carlos *et al.* (1998), observaram que as concentrações mais elevadas de nutrientes numa lagoa próximo ao rio Paranapanema, SP, foi durante o período de seca, considerando as variações no nível d'água como um dos fatores determinantes. A biomassa fitoplanctônica, em termos de clorofila *a*, apresentou uma menor concentração nos meses de abril e setembro de 2008, ambos no ponto 1 (0,3 $\mu\text{g.L}^{-1}$) e a maior concentração de clorofila *a* ocorreu no mês de junho de 2008 com 8,5 $\mu\text{g.L}^{-1}$ (ponto 1) (Tab. 1).

A comunidade fitoplanctônica esteve representada por 27 táxons distribuídos nas divisões Cyanobacteria (3 espécies), Bacillariophyta (7 espécies) e Chlorophyta com (17 espécies). A divisão Chlorophyta foi o mais representativo, totalizando 63% da comunidade fitoplanctônica, seguido das Bacillariophyta (26%) e Cyanobacteria (11%).

A dominância das Chlorophyta é comum em ambientes aquáticos tropicais, alguns estudos referentes à comunidade fitoplanctônica em ambientes lacustres demonstram que as Chlorophyta constituem um grupo importante dentro deste ecossistema, sendo muitas vezes o grupo dominante (Huszar 1996, Nogueira & Leandro-Rodrigues 1999, Oliveira & Calheiros 2000, Nabout *et al.* 2006).

Bacillariophyta foi à segunda divisão mais representativa em termos de diversidade de espécies, fato este observado em outros estudos que também relacionam a importante contribuição das bacilariofíceas para a composição de espécies em ambientes tropicais rasos (Huszar *et al.* 2000, Komárek *et al.* 2003, Shubert 2003).

Os táxons pertencentes à divisão Cyanobacteria estiveram posicionados dentro da classe Cyanophyceae que contou com representantes de 2 ordens, 2 famílias, 2 gêneros (*Merismopedia* e *Oscillatoria*) e 3 espécies. As famílias Oscillatoriaceae e Merismopediaceae destacaram-se com o gênero *Oscillatoria* sp., e a espécie *Merismopedia punctata*, respectivamente por estarem presentes em mais de 90% das amostras analisadas (Tab. 2).

Tabela 1. Parâmetros físico-químicos do Lago Azul, Município de Marechal Deodoro-AL, Brasil, nordeste do Brasil, em dois períodos: chuvoso (abril a junho de 2008) e seco (julho a setembro de 2008) em dois pontos de coleta - (P1) ponto 1, (P2) ponto 2, (UNT) unidade de turbidez.

Meses/2008	Pontos	Nitrito $\mu\text{M N.N.O}_2^-$	Nitrato $\mu\text{M N.N.O}_3^-$	Amônia $\mu\text{M N.N.O}_3$	Fósforo $\mu\text{M P.P.O}_4$	Sílica $\mu\text{M Si.SiO}_2$	Clorofila <i>a</i> $\mu\text{g.L}^{-1}$	pH	Turbidez UNT	Salinidade	Condutividade $\mu\text{S.cm}^{-1}$
Abril	P1	0,11	25,08	1,54	1,57	36,26	0,3	4,7	0,8	0,07	142
	P2	<0,01	9,62	1,00	1,10	20,43	2,5	4,7	21,1	0,07	140
Maio	P1	0,05	16,07	0,57	0,14	5,22	0,5	5,6	7,9	0,05	136
	P2	0,11	22,37	0,35	0,09	6,95	0,5	4,8	9,8	0,05	105
Junho	P1	0,11	19,80	<0,01	0,38	1,30	8,5	5,0	4,5	0,04	82
	P2	0,05	21,85	0,42	0,38	12,17	2,3	4,8	6,5	0,04	82
Julho	P1	0,11	5,21	0,11	0,09	2,60	5,4	5,0	4,2	0,04	79
	P2	0,03	35,79	<0,01	0,05	2,52	1,3	4,7	7,1	0,03	97
Agosto	P1	0,05	4,68	0,23	0,05	3,47	6,7	5,3	1,4	0,05	111
	P2	0,05	5,75	0,34	0,05	3,04	1,5	5,3	4,8	0,05	106
Setembro	P1	0,08	1,88	4,70	0,19	16,52	0,3	4,7	0,4	0,04	102
	P2	0,03	46,00	4,23	0,38	17,82	1,0	4,6	2,0	0,02	96

Tabela 2. Distribuição percentual das espécies fitoplanctônicas identificadas no Lago Azul, Município de Marechal Deodoro-AL, Brasil, nordeste do Brasil, em dois períodos: chuvoso (abril a junho de 2008) e seco (julho a setembro de 2008) em dois pontos de coleta – (P1) ponto 1, (P2) ponto 2, (F.O) frequência de ocorrência, (MF) muito frequente (F) frequente, (PF) pouco frequente, (E) esporádico, (Categ.) categorias.

SINOPSE DOS TÁXONS	PERÍODOS												F.O/	CATEG.
	abr/08		mai/08		jun/08		jul/08		ago/08		set/08			
	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2		
CYANOBACTERIA														
Cyanophyceae - Chroococcales -														
Merismopediaceae														
<i>Merismopedia punctata</i> Meyen	0,9	0,5	0,6	0,2	0,1	0,3	0,9	---	0,3	1,4	1,9	0,3	91,7	MF
Oscillatoriales - Oscillatoriaceae														
<i>Oscillatoria chlorina</i> Kützing	---	---	0,4	---	0,1	0,5	---	---	1,1	5,7	---	---	41,7	F
<i>Oscillatoria</i> sp.	6,7	7,8	12,8	5,4	19,3	17,7	---	0,9	17,4	0,3	2,6	9,1	91,7	MF
BACILLARIOPHYTA														
Coccinodiscophyceae - Coccinodiscales														
Coccinodiscaceae														
<i>Coccinodiscus</i> sp.	0,1	0,4	0,8	1,1	0,4	---	---	---	---	1,4	---	---	50,0	F
Fragilariophyceae														
Fragilariales - Fragilariaceae														
<i>Fragilaria capuccina</i> Desmazières	0,2	---	0,4	---	---	---	---	---	---	---	---	---	16,7	E
Thalassionematales - Thalassionemataceae														
<i>Thalassionema nitzschioides</i> (Grunow)	---	---	---	---	---	1,9	---	---	5,4	2,4	3,2	0,5	41,7	F
Mereschkowsky														
Bacillariophyceae														
Eunotiales - Eunotiaceae														
<i>Eunotia</i> sp.	30,2	21,3	13,4	5,4	11,6	9,1	2,8	8,2	5,5	10,1	19,2	7,3	100,0	MF
Naviculales - Amphipleuraceae														
<i>Frustulia</i> sp.	5,9	3,9	2,3	2	1,5	8,6	4,7	1,8	15,3	1,6	12,8	1,3	100,0	MF
BACILLARIOPHYTA														
Bacillariophyceae														
Naviculales - Neidiaceae														
<i>Neidium affine</i> (Ehrenberg) Pfitzer	4,6	8,5	10,7	14,3	22,5	16,3	---	4,1	3,8	3,5	16,7	2,5	91,7	MF
Bacillariales - Bacillariaceae														
<i>Nitzschia longissima</i> var. <i>reversa</i> Grunow	13,4	12	9,6	8,2	21,6	12,2	7,5	9,1	5,4	6,5	2,6	4,3	100,0	MF
CHLOROPHYTA														
Chlorophyceae														
Chlorococcales - Hydrodictyceae														
<i>Pediastrum duplex</i> Meyen	---	---	---	---	---	0,2	---	---	---	---	---	---	8,3	E
Ulothrichales - Ulothrichaceae														
<i>Ulothrix</i> sp.	0,1	---	---	---	---	12,8	0,9	2,7	7,1	10,3	---	---	50,0	F
Zygnematales - Desmidiaceae														
<i>Closterium</i> sp.	5,2	3,2	13,2	18,4	6,6	3,0	---	0,9	0,4	0,8	6,4	---	83,3	MF
<i>Cosmarium goniodes</i> W.West & G.S. West	2,1	4,0	1	1,2	0,8	6,8	---	0,9	2,9	3	1,3	0,5	91,7	MF
<i>Cosmarium margaritiferrum</i> Meneghini ex Ralfs	0,2	0,1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	16,7	E
<i>Cosmarium vogeciicum</i> Gutwinski	0,2	0,1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	16,7	E
<i>Desmidium cylindricum</i> Greville	---	---	---	---	---	---	7,5	9,1	1,6	10,0	7,7	55,1	50,0	F
<i>Desmidium pseudotreplonema</i> W.West & G.S. West	---	2,2	2,9	1,1	0,4	0,3	2,0	0,9	---	5,2	0,6	0,8	83,3	MF
<i>Desmidium swartzii</i> var. <i>quadrangulatum</i> (Ralfs) A. Roy	1,2	0,6	7,5	6,4	6,2	2,7	62,5	26,7	9,5	18,2	5,1	2,0	100,0	MF
<i>Euastrum brasiliense</i> Borge var. <i>minus</i> G.S. West	---	0,3	---	---	---	0,2	---	---	---	---	---	---	16,7	E
<i>Gymnozyga moniliformis</i> Ehrenberg	0,1	---	---	8,2	---	---	---	---	0,4	1,9	---	0,3	41,7	F
<i>Micrasterias denticulata</i> Brébisson ex Ralfs	0,5	0,1	0,4	---	---	0,4	---	0,5	0,4	---	---	0,3	58,3	F
<i>Micrasterias pinatifida</i> Kützing ex Ralfs	0,2	0,1	---	---	0,3	---	---	0,5	---	---	---	---	33,3	PF

Continua.

Tabela 2. Continuação.

SINOPSE DOS TÁXONS	PERÍODOS												F.O/	CATEG.
	abr/08		mai/08		jun/08		jul/08		ago/08		set/08			
	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2		
CHLOROPHYTA														
Zygnematales														
Desmidiaceae														
<i>Micrasterias radians</i> Turner	1,4	0,1	---	0,2	0,1	0,4	0,9	---	---	---	---	0,3	58,3	F
<i>Tetmemorus laevis</i> (Kuetzing) Ralfs	0,5	0,2	0,2	---	0,3	0,4	---	---	0,1	0,8	1,3	0,8	75,0	MF
Mesotaeniaceae														
<i>Roya obtusa</i> (Brébisson) W.West & G.S. West	26,3	34,5	22,8	26,8	7,7	5,4	9,4	27,3	23,1	15,8	18,6	14,6	100,0	MF
Zygnemataceae														
<i>Spirogyra setiformis</i> Kuetzing	---	0,1	1,0	1,1	0,5	0,8	0,9	6,4	0,3	1,1	---	---	75,0	MF
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	---	---
Riqueza de espécies	20	20	17	15	17	20	11	15	18	19	14	16	---	---
Diversidade específica (bits.cel ⁻¹)	2,86	2,82	3,22	3,12	2,9	3,4	2,03	2,95	3,27	3,62	3,23	2,27	---	---
Equitabilidade	0,66	0,65	0,79	0,8	0,71	0,79	0,56	0,75	0,78	0,85	0,85	0,57	---	---

(---) dados não existentes

Os representantes da divisão Bacillariophyta estiveram distribuídos entre as classes Coscinodiscophyceae, Fragilariophyceae e Bacillariophyceae. A classe Coscinodiscophyceae registrou a presença de apenas 1 ordem e 1 família, com 1 gênero (*Coscinodiscus* sp.). A classe Fragilariophyceae esteve representada por 2 ordens, 2 famílias, 2 gêneros (*Fragilaria* e *Thalassionema*) e 2 espécies. A classe Bacillariophyceae apresentou o maior número de táxons e contou com a presença de 3 ordens, 4 famílias, 4 gêneros (*Eunotia*, *Frustulia*, *Neidium* e *Nitzschia*), 4 espécies e 1 variedade, tendo os representantes dessa classe, presentes em 90% das amostras analisadas durante o período estudado (Tab. 2).

A divisão Chlorophyta foi representada pela classe Chlorophyceae, cujos táxons estiveram distribuídos dentro de 3 ordens, 5 famílias, 2 gêneros (*Closterium* e *Ulothrix*) e 15 espécies. A família Desmidiaceae destacou-se com a presença de 3 gêneros, 10 espécies e 2 variedades, sendo 9 destas, pertencentes aos gêneros *Cosmarium* (3sp.), *Desmidiium* (3sp.) e *Micrasterias* (3sp.) (Tab. 2). A predominância das Desmidiaceae: *Closterium* sp., *Cosmarium gonioides*, *C. margaritifera*, *C. vogeciacum*, *Desmidiium cylindricum*, *D. pseudotreplonema*, *D. swartzii* var. *quadrangulatum*, *Euastrum brasiliense* var. *minus*, *Gymnozyga moniliformis*, *Micrasterias denticulata*, *M. pinnatifida*, *M. radians*, *Roya obtusa* e *Tetmemorus laevis*, pode estar associada ao pH levemente ácido e a baixa disponibilidade de nutrientes, condições estas adequadas ao desenvolvimento dessas algas que foram verificadas no lago.

Segundo Silva (2008) o pH levemente ácido e a baixa disponibilidade de nutrientes favorecem condições adequadas ao desenvolvimento das Desmidiaceae. Representantes da família Desmidiaceae distribuem-se de forma cosmopolita e são abundantes em lagos, tanques e rios oligotróficos e mesotróficos (Wehr & Sheat 2003). As desmídias destacam-se entre os diversos grupos algais, principalmente, pela

riqueza específica (Felisberto & Rodrigues 2002) e podem ser encontradas no perifíton, no metafíton e no plâncton (Margalef 1983).

Outros estudos evidenciam a frequência das desmídiaceas no fitoplâncton em outros ambientes, como o estudo de Paiva *et al.* (2006) realizado na baía do Guajará e foz do rio Guamá, Pará.

Segundo Uherkovich (1981) e Coesel (1982) as condições que favorecem o sucesso das desmídias são geralmente atribuídas à ambientes aquáticos de águas ácidas, baixa condutividade elétrica e oligotróficas, esse fato é bastante observado em ambientes aquáticos amazônicos (Keppeler *et al.* 1999, Huszar 2000, Melo *et al.* 2005, Melo *et al.* 2009). Em nossa pesquisa o ambiente se mostrou geralmente com pH ácido, com baixa condutividade e poucos nutrientes, com exceção nos períodos de recreação, onde houve um aumento da concentração dos nutrientes. A presença do grupo das desmídiaceas não foi observado em trabalhos realizados em ambientes aquáticos de região litorânea, sendo esse o primeiro relato para nossa região.

As 27 espécies identificadas apresentaram uma distribuição pouco uniforme ao longo do período de coleta, tendo ocorrido menor riqueza no mês de julho/2008 (11 táxons) no ponto 1 e a maior riqueza de espécies foram observadas nos meses de abril/2008 (ponto 1 e ponto 2) e junho/2008 (ponto 2), com um total de 20 táxons (Fig. 1 e Tab. 2).

Considerando a contribuição de cada divisão fitoplancônica para a riqueza de espécies, as Chlorophyta foram o grupo mais representativo nos períodos estudados, resultado este que corrobora com trabalhos de outros autores (Sant'anna *et al.* 1997, Bicudo *et al.* 1999, Pinto-Coelho *et al.* 1999) que estudaram lagos e reservatórios brasileiro.

Algumas espécies ocorreram com percentuais significativos de abundância, durante o período estudado, sendo observadas duas espécies "dominantes", *Desmidiium swartzii*

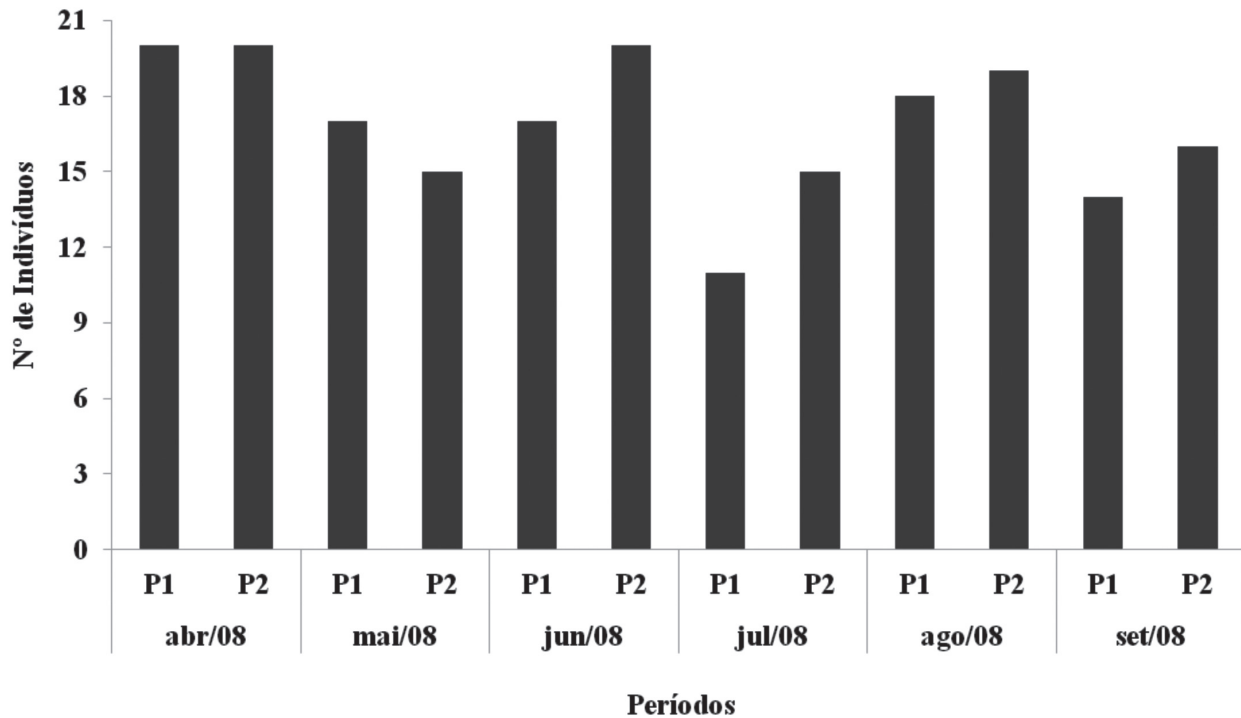


Figura 1. Riqueza de espécies identificadas no Lago Azul, Município de Marechal Deodoro-AL, nordeste do Brasil, durante o período de abril a setembro de 2008 – (P1) ponto 1, (P2) ponto 2.

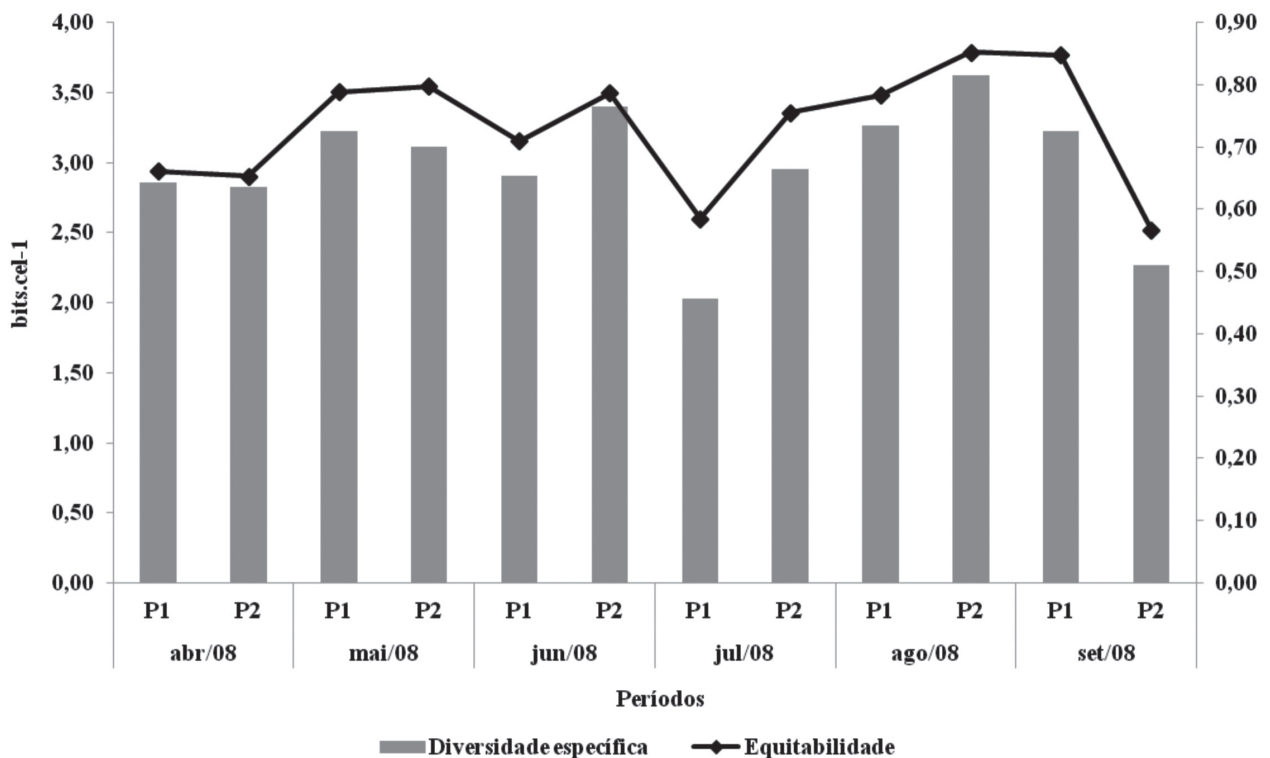


Figura 2. Índice de Diversidade específica (bits.cel⁻¹) e Equitabilidade das espécies fitoplancônicas identificadas no Lago Azul, Município de Marechal Deodoro-AL, nordeste do Brasil, durante o período de abril a setembro de 2008 – (P1) ponto 1, (P2) ponto 2.

com 62,3% no mês de julho/2008 e *Desmidium cylindricum* com 55,1% em setembro/2008 (Tab. 2), influenciando os índices de diversidade específica, a qual variou entre 2,03 bits.cel⁻¹ em julho/2008 (ponto 1) e 3,62 bits.cel⁻¹ no mês de agosto/2008 no ponto 2 (Fig. 2 e Tab. 2). As demais espécies não contribuíram para o aumento da diversidade do ambiente estudado, sendo consideradas pouco abundantes e raras.

A condição de menor diversidade nos meses de julho e setembro de 2008 foi devido à elevada dominância das espécies *Desmidium swartzii* e *D. cylindricum*, embora estas espécies tenham sido registradas nos outros meses. As amostras mostraram uma distribuição equitativa, com valores acima a 0,50 caracterizando uma distribuição uniforme das espécies (Fig. 2 e Tab. 2).

As seguintes espécies caracterizaram a estrutura da comunidade fitoplanctônica do Lago Azul, por estarem presentes em mais 70% das amostras analisadas e, assim, consideradas espécies muito frequentes: *Cosmarium goniodes*, *Closterium* sp., *Desmidium pseudotrepionema*, *D. swartzii*, *Eunotia* sp., *Frustulia rhomboides*, *Merismopedia punctata*, *Neidium affine*, *Nitzschia longissima*, *Oscillatoria*

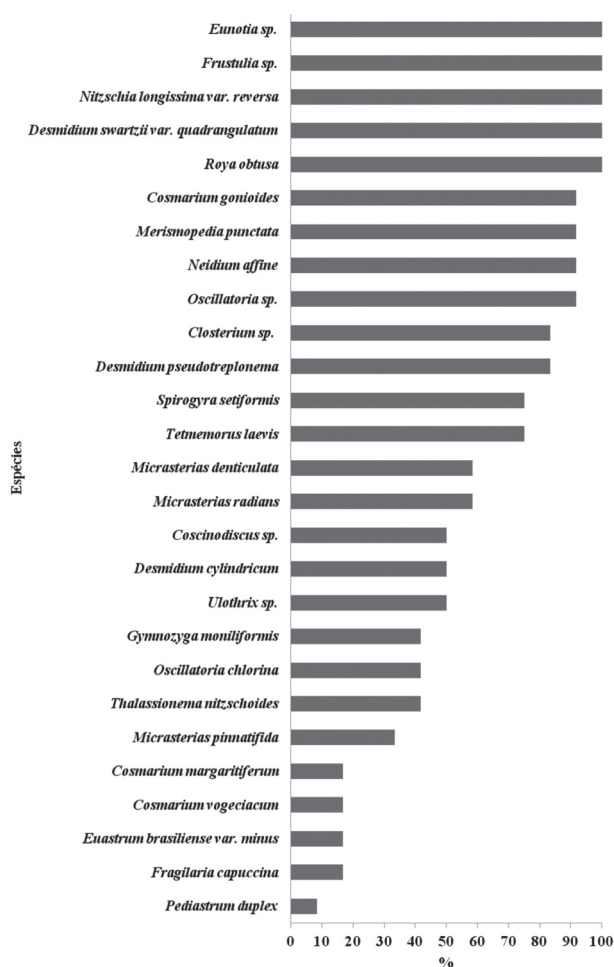


Figura 3. Frequência de ocorrência (%) das espécies identificadas no Lago Azul, Município de Marechal Deodoro-AL, nordeste do Brasil, durante o período de abril a setembro de 2008.

sp., *Roya obtusa*, *Spirogyra setiformis* e *Tetmemorus laevis*, representando 52% de todos os táxons analisados. Os demais táxons se enquadraram nas seguintes categorias: frequentes (26%), pouco frequentes (4%) e esporádicos (18%) (Fig. 3 e Tab. 2).

A partir dos resultados obtidos, pode-se inferir que o lago Azul é um sistema que sofre grande influência das atividades antropogênicas, contribuindo dessa forma, para a acidez do ambiente, reduzindo a riqueza de espécies fitoplanctônicas e favorecendo o surgimento das desmídias, fato esse não observado para lagos da região nordestina.

Referências bibliográficas

- Araújo, M.F.F.; Costa, J.A.S.; & Chellappa, N.T. 2000. Comunidade fitoplanctônica e variáveis ambientais na lagoa de Extremoz, Natal-RN, Brasil. *Acta de Limnologia Brasileira* 12: 127-140.
- Anagnostidis, K. & Komárek, J. 1988. Modern approach to the classification system of Cyanophyta, 3: Oscillatoriales. *Algological Studies* 80(1/4): 327-472.
- Anagnostidis, K. & Komárek, J. 1990. Modern approach to the classification system of Cyanophyta, 5: Stigonematales. *Algological Studies* 59: 1-73.
- 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. 451-507. In: Henry, R. (Ed.) *Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais*. Botucatu, FUNDIBIO/FAPESP.
- Bourrelly, P. 1970. *Lés Algues d' Eau Douce: Initiation à la Systématique*. v.3: Les et rouges Les Euglénies, Peidiniens et Cryptomonodines. Paris, N. Boubée.
- Brigante, J.; Espíndola, E.L.G.; Povinelli, J. & Nogueira, A.M. 2003. **Caracterização física, química e biológica da água do Rio Mogi-Guaçu**. Pp.55-76. In: Brigante, J. & Espíndola, E.L.G. (Eds.) *Limnologia Fluvial – um estudo no Rio Mogi-Guaçu*. São Carlos, RiMA.
- Câmara, F.R.A.; Lima, A.K.A. & Chellappa, N.T. 2007. Diversidade da comunidade fitoplanctônica do canal do Pataxó, Rio Grande do Norte. *Revista Brasileira de Biociências* 5: 21-22.
- Coesel, P.F.M. 1982. Structural characteristics and adaptations of desmids communities. *Journal of Ecology* 70: 163-177.
- Dellamano-oliveira, M.J.; Senna, P.A.C. & Taniguchi, G.M. 2003. Limnological characteristics and seasonal changes in density and diversity of the phytoplanktonic community at the Caçó-Pond, Maranhão State, Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology* 46(4): 641-651.
- Esteves, F.A. 1998. *Fundamentos de Limnologia*. 2 ed. Rio de Janeiro, Editora Interciência.
- Espíndola, E.G.; Matsumura-tundisi, T. & Moreno, I.D. 1996. Estrutura da comunidade fitoplanctônica da lagoa Albuquerque (Pantanal Matogrossense), Mato Grosso do Sul, Brasil. *Acta Limnologica Brasiliensis* 8: 13-37.
- Felisberto, S.A. & Rodrigues, L. 2002. Desmídias (exceto o gênero *Cosmarium*) perifíticas no reservatório de Corumbá, Goiás, Brasil. *Iheringia, Série Botânica* 57: 75-97.
- Gentil, R.C. 2007. **Estrutura da comunidade fitoplanctônica de pesqueiros da Região Metropolitana de São Paulo, SP, em dois períodos: primavera e verão**. Tese de Doutorado. Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio Ambiente, São Paulo.
- Grasshoff, K.; Ehrhardt, M. & Kremling, K. 1983. *Methods of seawater analysis*. 2 ed. New York, Verlag Chemie.
- Hellawell, J.M. 1989. Biological indicators of freshwater pollution and environmental management. *Elsevier Applied Science*. London, Pollution Monitoring Series.
- Hustedt, F. 1961-1966. Die Kieselaagen. Deutschlands, Österreichs und der Schweiz unter Berücksichtigung der übrigen Länder Europas sowie der angrenzenden Meeresgebiete. Leipzig, Akademische Verlagsge-

- sellschaft Geest & Portig K-G. (L. Rabenhorst) **Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz** 7: 1-4.
- Huszar, V.L.M. 1994. **Fitoplâncton de um lago amazônico impactado por rejeito de bauxita (Lago Batata, Pará, Brasil): estrutura da comunidade, flutuações espaciais e temporais**. Tese de Doutorado, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.
- Huszar, V.L.M. 1996. Floristic composition and biogeographical aspects of phytoplankton of an Amazonian floodplain lake (Lago Batata, Pará, Brasil). **Acta Limnológica Brasiliensia** 8: 127-136.
- Huszar, V.L.M. 2000. Fitoplâncton. Pp.91-104. In: Bozelli, R.L.; Esteves, F.A. & Roland, F. (Eds.). **Lago Batata: impacto e recuperação de um ecossistema amazônico**. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Huszar, V.L.M.; Silva, L.H.S.; Marinho, M.M.; Domingos, P. & Sant'anna, C.L. 2000. Cyanoprokaryote assemblages in eight productive tropical Brazilian waters. Pp.67-77. In: Reynolds, C.S.; Dokulil, M. & Padisák, J. (Eds.). **The trophic spectrum revisited: The influence of trophic state on the assembly of phytoplankton communities**. Dordrecht, Academic Publishers.
- Keppeler, E.C.; Lopes, M.R.M & Lima, C.S. 1999. Ficoflórua do lago Amapá em Rio Branco-Acre, II: Chlorophyta. **Revista Brasileira de Biologia** 59(4): 687-691
- Komárek, J. & Anagnostidis, K. 1999. **Cyanoprokaryota** 1. Teil: Chroococcales. Pp. 1-548. In: Ettl, H.; Gärtner, G.; Heynigh, H. & Mollenhauer, D. (Eds.). **Süßwasserflora von Mitteleuropa**. Gustav Fischer, Jena-Stuttgart-Lübeck-Ulm.
- Komárek, J.; Kling, H. & Komárková, J. 2003. Filamentous Cyanobacteria. Pp.117-196. In: Wehr, J.D. & Sheath, R.G. (Eds.). **Freshwater algae of North America: ecology and classification**. New York, Academic Press.
- Komárek, J. & Anagnostidis, K. 2005. **Cyanoprokaryota**. 2. Oscillatoriales. Pp. 1-759. In: Bridel, B.; Krienitz, L.; Gartner, G.; Scharger, M. (Eds.). **Oscillatoriales**. Subwasserflora von Mitteleuropa. München, Elsevier GmbH.
- Lobo, E. & Leighton, G. 1986. Estruturas comunitarias de las fitocenosis planctónicas de los sistemas de desembocaduras de rios y esteros de la zona central de Chile. **Biología Marina** 22: 1-29.
- Macedo, C.F. & Sipaúba-Tavares, L.H. 2005. Comunidade planctônica em viveiros de criação de peixes, em disposição seqüencial. **Instituto Pesca** 31(1): 21-27.
- Margalef, R. 1983. **Limnologia**. Barcelona, Omega.
- Mateucci, S. & Colma, A. (1982). La metodología para El estudio de la vegetacion. Colección de monografías científicas. **Serie Biología** 22:1-168.
- Matsukazi, M.; Mucci, J.L.N. & Rocha, A.A. 2004. Comunidade fitoplânctônica de um pesqueiro na cidade de São Paulo. **Revista Saúde Pública** 38(5): 679-686.
- Melo, S.; Rebelo, S.R.M.; Souza, K.F.; Soares, C.C.; Sophia, M.G. 2005a. Desmídias com ocorrência planctônica. Pp. 99-108. In: Santos Silva, E.N.; Aprile, F.M.; Scudeller, V.V.; Melo, S. (Eds.). **Biotupé: meio físico, diversidade biológica e sócio-cultura do baixo rio Negro, Amazônia Central**. Manaus.
- Melo, S.; Souza, K.F.; Rebelo, S.R.M. & Sophia, M.G. 2009 Gêneros *Euastrum* Ehrenberg ex Ralfs e *Micrasterias* C. Agardh (Conjugatophyceae-Desmidiaceae) de dois ambientes amazônicos de águas pretas (Manaus, Amazonas-Brasil). **Acta Amazonica** 39(1): 13-19.
- Moreira Filho, H.; Mattos, A. & Valente-moreira, I.M. 1977-1978. Diatomáceas epífitas em *Codium decorticatum* (Woodward) Howe. **Tribuna Farmacêutica** 45-46(1-2): 3-17.
- Moreno, J.L.; Llicea, S. & Santoyo, H. 1996. **Diatomeas del Golfo de Califórnia**. 1 ed. Mexico. Universidad Autonoma de Baja California Sur, SEP-FOMES, PROMARCO.
- Moschini-Carlos, V.; Pompêo, M.L.M. & Henry, R. 1998. Temporal variation of the elements on the C, N and P periphyton on the tropical aquatic macrophyte *Echinochloa polystachy* HBK Hitch. (SP, Brasil). **Japanese Journal of Limnology** 59(3): 251-264.
- Nabout, J.C., Nogueira, I.S. & Oliveira, L.G. 2006. Phytoplankton community of floodplain lakes of the Araguaia River, Brazil, in the rainy and dry seasons. **Journal of Plankton Research** 28(2): 181-193.
- Nogueira, N.M.C. 2003. **Estrutura da comunidade fitoplanctônica, em cinco lagos marginais do rio turiaçu, (Maranhão, Brasil) e sua relação com o pulso de inundação**. Tese de Doutorado, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.
- Nogueira, M.G. & Matsumura-tundisi, T. 1996. Limnologia de um sistema artificial raso (Represa do Monjolinho São Carlos-SP) Dinâmica das populações planctônicas. **Acta Limnológica Brasiliensia** 8: 149-168.
- Nogueira, I.S. & Leandro-Rodrigues, N.C. 1999. Algas planctônicas de um lago artificial do Jardim Botânico Chico Mendes, Goiânia, Goiás: Florística e algumas considerações ecológicas. **Revista Brasileira de Biologia** 59(3): 377-395.
- Oliveira, M.D. & Calheiros, D.F. 2000. Flood pulse influence on phytoplankton communities of the south Pantanal floodplain, Brazil. **Hydrobiologia** 427: 101-112.
- Padilha, R.S. 2001. **Contribuição á tipologia de lagoas costeiras do litoral Norte do Rio Grande do Sul, com ênfase na comunidade fitoplanctônica**. Dissertação de Mestrado, Universidade do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Parra, O.O. & Bicudo, C.E.M. 1995. **Introducción a la Biología y Sistemática de las Algas de Aguas Continentales**. Santiago, Andes.
- Paiva, R.S.; Eskinazi-leça, E.; Passavante, J.Z.O.; Silva-Cunha, M.G.G. & Melo, N.F.A.C. 2006. Considerações ecológicas sobre o fitoplâncton da baía do Guajará e foz do rio Guamá (Pará, Brasil). **Boletim Museu do Paraná Emílio Goeldi** 2(2): 133-146.
- Peres, A.C. & Senna, P.A.C. 2000. Estudo quantitativo e estatístico do fitoplâncton da lagoa do Diogo em um ciclo hidrológico (1995-1996). Pp.483-495. In: Santos, J.E. & Pires, J.S.R. (Eds.). **Estação Ecológica de Jataí**. São Carlos, RiMA.
- Pielou, E.C. 1977. **Mathematical ecology**. New York, J. Wiley.
- Pinto-Coelho, R.M.; Coelho, M.M.; Espírito Santo, M.M. & Cornelissen, T.G. 1999. Efeitos da eutrofização na estrutura da comunidade planctônica na lagoa da Pampulha. Pp.551-72. In: Henry, R. (Ed.). **Ecologia de reservatórios: estrutura, funções e aspectos sociais**. Botucatu, Fundibio: Fapesp.
- Reynolds, C.S. 1984. **The ecology of freshwater phytoplankton**. Cambridge, Cambridge University Press.
- Round, E.E.; Crawford, R.M. & Mann, D.G. 1990. **The diatoms: biology and morphology of the genera**. New York, Cambridge University Press.
- Sant'anna, C.L.; Sormus, L.; Tucci, A. & Azevedo, M.T.P. 1997. Variação sazonal do fitoplâncton do Lago das Garças, São Paulo, SP. **Hoehnea** 24: 67-86.
- Shannon, C.E. 1948. A mathematical theory of communication. **Bulletin of System Technology Journal** 27: 379-423.
- Sioli, H. 1991. **Amazônia - Fundamentos da Ecologia da Maior Região de Florestas Tropicais**. Petrópolis, Vozes.
- Silva, I.G. 2008. **Estrutura e funcionamento da comunidade fitoplanctônica em ambientes lacustres do estado de Roraima, Brasil**. Tese de Doutorado em Botânica, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- Shubert, E. 2003. Nonmotile coccoid and colonial green algae. Pp.253-309. In: Wehr, J.D. & Sheath, R.G. (Eds.). **Freshwater algae of North America: ecology and classification**. New York, Academic Press.
- Streble, H. & Krauter, D. 1987. **Atlas de los microorganismos de agua dulce: la vida en una gota de agua**. Barcelona, Omega.
- Strickland, T.D.H. & Parsons, T.R. 1972. A manual of seawater analysis. **Bulletin Fisheries Research Board of Canadá** 125: 1-205.
- Uherkovich, G. 1981. Algen aus einigen Gewässern Amazoniens. **Amazoniana** 7(2): 191-219.
- Unesco. 1966. **Determination of photosynthetic pigments in sea water: report of SCOR/UNESCO (Monography on Oceanography Methodology)**.
- Unesco. 1973. **International oceanographic tables**. Wormley, UNESCO.
- Valentin, J.L. 2000. **Ecologia numérica: uma introdução à análise multivariada de dados ecológicos**. Rio de Janeiro, Interciência.
- Van den Hoek, C.; Mann, D.G. & Jahns, H.M. 1995. **Algae: An introduction to phycology**. Cambridge, Cambridge University Press.
- Wehr, J.D. & Sheath, R.G. 2003. **Freshwater Algae of North America**. Ecology and Classification. New York, Academic Press.