

FITOPLÂNCTON DE UMA LAGOA DE ESTABILIZAÇÃO NO NORDESTE DO BRASIL

AQUINO, E. P.^{1*}; OLIVEIRA, E. C. C.^{1,2}; FERNANDES, U. L.^{1,3} & LACERDA, S. R.^{1,4}

1 - Universidade Regional do Cariri/ Departamento de Ciências Físicas e Biológicas/ Laboratório de Botânica; 2 - elaine_lavras@hotmail.com; 3 - osl_ubira@hotmail.com
4 - sirleis@terra.com.br

* Corresponding author: eveline_aquino@yahoo.com.br

ABSTRACT

Aquino, E. P.; Oliveira, E. C. C.; Fernandes, U. L. & Lacerda, S. R. 2011. Phytoplankton in stabilization ponds in northeast Brazil. Braz. J. Aquat. Sci. Technol., 2011, 15(1): 71-77. ISSN 1808-7035. The study of phytoplanktonic organisms has grown in recent times, as a consequence of its importance in several aquatic ecosystems, both in continental and marine environments. In stabilization ponds, for example, they act in the biological treatment of sewage. These ponds are an eutrophic environment, characterized by a considerable growth of phytoplankton. To study the phytoplankton composition in such ponds, samples were collected in a facultative pond in a sewage treatment station, located in Barbalha (Ceará State, Brasil), from March/2006 to January/2007. The samples were analyzed *in vivo* and fixed, then indexes of abundance, frequency, diversity and equitability were calculated. Cyanophyta, Euglenophyta, Bacillariophyta and Chlorophyta species were identified. The most abundant species and present in all samples were *Planktothrix isothrix* (Skuja) Komárek et Komárková. and *Microcystis aeruginosa* (Kütz.) Kütz., which are both toxic species. In both dry and rainy seasons, variation of the phytoplankton composition wasn't observed and the high presence of *P. isothrix* resulted in a low diversity. The phytoplankton groups observed are typical of eutrophic environments.

Keywords: eutrophication, phytoplankton, sewage treatment station

INTRODUÇÃO

O estudo dos organismos fitoplanctônicos vem se destacando nas últimas décadas, devido a sua importância nos diversos ecossistemas aquáticos em águas continentais, estuarinas e marinhas (Calijuri et al., 2006; Costa et al., 2006). Os componentes desse grupo microbiano são considerados os principais responsáveis pela produtividade primária em ecossistemas aquáticos (Sant'Anna et al., 2006).

Nas lagoas de estabilização atuam no tratamento biológico do esgoto em simbiose com bactérias aeróbias, disponibilizando oxigênio, pela ação fotossintetizante, para a decomposição da matéria orgânica (Branco, 1975; von Sperling, 1996a; Kellner & Pires, 1998) e mantém as condições aeróbicas do sistema (Furtado et al., 2009). Adicionalmente, o fitoplâncton pode ser considerado um bioindicador da qualidade da água e das condições ambientais em ecossistemas aquáticos (Sant'Anna et al., 2006).

As lagoas de estabilização são ecossistemas aquáticos construídos pelo homem, com a finalidade da biodegradação dos compostos presentes nos esgotos (fonte de nutrientes e matéria orgânica), para o posterior lançamento do efluente tratado nos rios, lagos e águas costeiras (Kellner & Pires, 1998). Neste tipo de ambiente, o aumento significativo de nutrientes favorece o crescimento excessivo do fitoplâncton (von

Sperling, 1996a), que dependendo de sua variedade e composição, pode acarretar grande risco à saúde pública, uma vez que possuem a capacidade de liberar substâncias tóxicas e ofensivas ao homem e ao meio ambiente (Azevedo, 1998; Calijuri et al., 2006; Sant'Anna et al., 2006). Portanto, é fundamental o conhecimento das espécies fitoplanctônicas dominantes neste tipo de ambiente (Di Bernardo, 1995). Segundo König (1990), os grupos comumente encontrados são Cyanophyta (cianobactérias), Chlorophyta (clorofíceas), Bacillariophyta (diatomáceas) e Euglenophyta (euglenofíceas).

Estudos realizados em lagoas de tratamento de esgotos, bem como em ambientes eutrofizados artificialmente, indicam a dominância das cianobactérias (Vasconcelos & Pereira, 2001; Costa et al., 2006; Tucci et al., 2006; Furtado et al., 2009; Shanthala et al., 2009).

De maneira geral, informações sobre o estudo fitoplanctônico em lagoas de estabilização são poucos (Vasconcelos & Pereira, 2001; Shanthala et al., 2009). No Brasil são evidenciados os estudos de König (1990) no Estado da Paraíba, von Sperling (1996b) em Minas Gerais e Furtado et al. (2009) em São Paulo, os quais relataram a presença de espécies ecologicamente tolerantes a este tipo de ambiente.

Considerando a importância das lagoas de estabilização para o tratamento de esgoto e o seu despejo em corpos aquáticos e tendo em vista a ampla distri-

buição geográfica e ecológica do fitoplâncton, este trabalho teve como objetivo realizar um levantamento da composição fitoplanctônica de uma lagoa de estabilização facultativa de Tratamento de Esgoto (ETE) do Município de Barbalha, Ceará, Brasil, buscando evidenciar as características ecológicas do fitoplâncton da lagoa.

MATERIAL E MÉTODOS

O local de estudo foi a lagoa de estabilização de processo facultativo que compõe a Estação de Tratamento de Esgoto (ETE), localizada no Município de Barbalha, ao sul do Estado do Ceará, região metropolitana do Cariri (7°18'21.83 S e 39°18'73 W). Esta ETE é formada por um tratamento preliminar, correspondente à fase sólida do sistema, o qual é composto por um sistema de gradeamento, caixa de areia e medidor de vazão. Posterior a essa fase está uma lagoa facultativa, de dimensões 420 x 246m x 1,5m, seguida de duas lagoas de maturação. Atualmente estas últimas lagoas encontram-se desativadas, devido ao pouco aporte de esgoto recebido, impossibilitando a coleta do efluente nas mesmas. A ETE encontra-se próxima ao rio que corta o Município, o rio Salamanca, onde é despejado o efluente final, após o tratamento completo.

As amostras para o estudo do fitoplâncton foram monitoradas mensalmente em apenas um ponto fixo selecionado, correspondente à saída do efluente da lagoa facultativa. Foram coletadas amostras de subsuperfície, as quais obedeceram a um horário, entre oito e nove horas da manhã, durante o período de março de 2006 a janeiro de 2007, com uso de um coletor de polietileno de 5L, acondicionadas em frascos de aproximadamente 500ml, divididas em duas subamostras para análise do material *in vivo* e fixadas com formol neutro a 4%. Em seguida, as amostras foram transportadas para o acervo do Laboratório de Botânica da Universidade Regional do Cariri e analisadas em microscópio óptico BIOVAL L2000 acoplado a uma câmara fotográfica. Deste modo, as algas foram identificadas e quando possível fotomicrografadas. Para distinguir o bacterioplâncton não fotossintético das cianobactérias, quando necessário, fez-se o uso do microscópio de epifluorescência Zeiss Axioplan, na Seção de Ficologia do Instituto de Botânica de São Paulo.

Para a análise da sazonalidade (períodos seco e chuvoso) utilizou-se os dados referentes ao quadro de precipitação dos últimos trinta anos e os dados mensais de acordo com o período de coletas (março/2006 a janeiro/2007), obtidos na Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos – FUNCEME.

A riqueza de espécies foi calculada levando em consideração o número de táxons por amostras. Foram calculados também os valores de abundância relativa, expressa como sendo o número total de organismos de cada táxon na amostra e segundo recomendações de Lobo & Leighton (1986). Já a frequência de ocorrência, foi expressa levando em consideração o número de amostras em que cada táxon ocorreu, de acordo com o proposto por Mateucci & Colma (1982).

Foram calculados os valores diversidade específica (Shannon 1948) e equitabilidade (Pielou 1977), utilizando o software Ecologia (*Measures of Community and Measures of Community Similarity*).

Para identificação e sistematização dos táxons foram consultadas as seguintes bibliografias: Desikachary (1959), Prescott (1962), Mizuno (1968), Compère (1976), Parra et al. (1983), Streble & Krauter (1987), Parra & Bicudo (1993), Bicudo & Menezes (2005) e Sant'Anna et al. (2006). A identificação das espécies foi confirmada na Seção de Ficologia do Instituto de Botânica de São Paulo, Brasil.

Os sistemas de classificação adotados foram Komárek & Anagnostidis (1986, 1998, 2005) e Anagnostidis & Komárek (1988) para Cyanophyceae, Sant'Anna (1984) para Chlorophyceae e Bourrelly (1985) para as demais classes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No sul do Ceará, as chuvas mais significativas iniciam em dezembro e podem estender-se até maio ou junho (Figura 1). Desse modo, considera-se o período seco de julho a novembro. O período de observação dos últimos trinta anos indica uma precipitação média anual da ordem de 1.060 mm para o município de Barbalha, Ceará (FUNCEME, 2007).

A lagoa facultativa da ETE Barbalha manteve uma coloração esverdeada durante o ano e foi representada por 22 táxons fitoplanctônicos, distribuídos nas seguintes divisões: Cyanophyta (Sete), Euglenophyta (Quatro), Bacillariophyta (Um) e Chlorophyta (Dez). Esta última apresentou uma maior ocorrência de táxons com 45%, seguida de Cyanophyta 32%, Euglenophyta 18% e Bacillariophyta 5% (Figura 2).

A composição fitoplanctônica local permaneceu em sua maioria estável nos períodos seco e chuvoso, ou seja, apresentou uma discreta alteração na sua composição e riqueza, envolvendo espécies de baixa representatividade no local em estudo. Dos 22 táxons encontrados, apenas seis estiveram presentes somente durante o período chuvoso (as clorofíceas *Oocystis* sp., *Chlorella vulgaris* Beijerinck. e *Pandorina morum* Playfair., as euglenofíceas *Euglena acus* Ehrenberg. e *Phacus* sp., bem como a cianobactéria *Synechococcus*

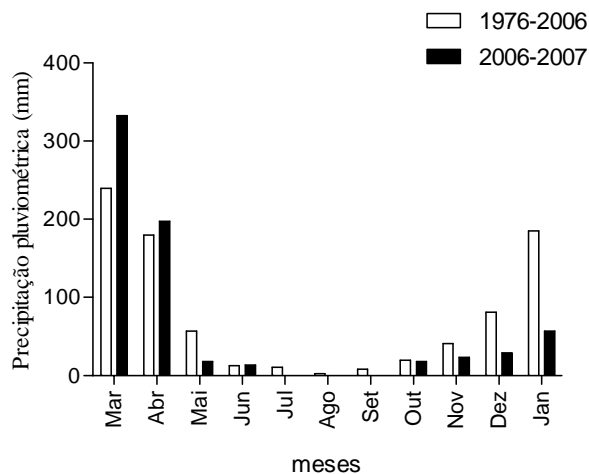


Figura 1 - Precipitação pluviométrica (mm) do Município de Barbalha, Ceará, indicando a média histórica (últimos 30 anos) e mensal, de acordo com o período de coletas (março/2006 a janeiro/2007). Fonte: FUNCEME (2007).

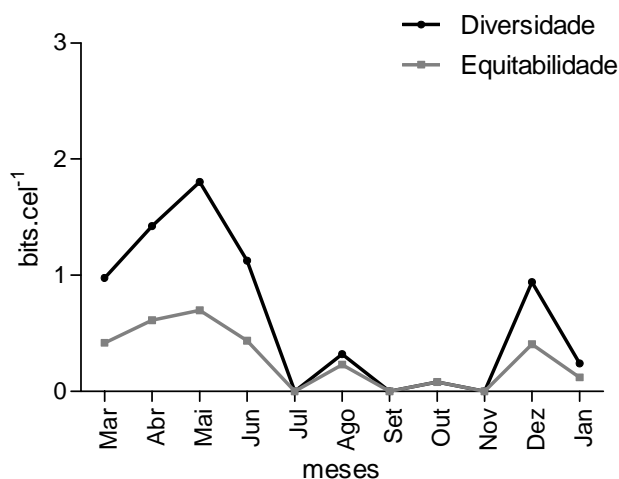


Figura 3 - Diversidade e equitabilidade fitoplanctônica da ETE Barbalha durante o período de coletas (março/2006 a janeiro/2007).

sp.), enquanto que as clorofíceas *Micractinium pusillum* Fresenius. e *Dictyosphaerium* sp. ocorreram somente no período seco (Tabela 1).

De acordo com a tabela, foi destaque a cianobactéria *Planktothrix isothrix* (Skuja) Komárek et Komárková e considerada a espécie dominante na área em estudo, tanto no período seco (76%), quanto nos meses correspondentes ao período chuvoso (75.3%). A grande maioria dos táxons foi considerada rara para o local.

Quanto à frequência de ocorrência, nos meses correspondentes ao período chuvoso as cianobactérias foram destaque, com os seguintes táxons enquadrados na categoria muito frequente: *Microcystis aeruginosa* (Kütz) Kütz. (83.3%), *Merismopedia trolleri* Bachmann. (83.3%), *Oscillatoria* sp. (100%), *P. isothrix* (100%) e *Geitlerinema unigranulatum* (Sing) Kom. & Azevedo. (83,3%). Já no período seco, esteve representada como muito frequente somente a cianobactéria *P. isothrix* (100%). Devido a sua presença marcante em ambos os períodos (seco e chuvoso), esta cianobactéria destaca-se na área em estudo, estando presente em to-

dos os meses de coleta. A grande maioria das espécies foi classificada como pouco frequente, não ocorrendo táxons esporádicos (Tabela 1).

Os valores de diversidade específica variaram de zero a 1,803 bits.cel⁻¹ (Figura 3). Estes índices indicaram que a comunidade fitoplanctônica esteve caracterizada por uma diversidade muito baixa, em virtude das condições de eutrofização local, apresentando também os valores de equitabilidade muito baixos (entre zero e 0,698), que indicam uma distribuição não uniforme da comunidade fitoplanctônica. Acompanhando a precipitação pluviométrica no município, foram observados os valores de diversidade e equitabilidade mais altos no período chuvoso, enquanto os mais baixos foram registrados no período seco.

Estes valores refletem na dominância da espécie *P. isothrix*, a qual ocorreu no local de estudo em grande quantidade (100%) e esteve presente em todas as amostras dos períodos seco e chuvoso. Este fato é responsável pela coloração esverdeada da água durante todo o ano. A dominância das cianobactérias no meio aquático é favorecida, principalmente, pelas condições de eutrofização (Calijuri et al., 2006).

Na divisão Cyanophyta os gêneros *Microcystis*, *Anabaena* e *Oscillatoria*, ocorrentes no presente trabalho, são considerados potencialmente tóxicos por Di Bernardo (1995), Azevedo (1998), Bicudo & Menezes (2005), Calijuri et al. (2006), Sant'Anna et al. (2006), dentre outros.

Destaca-se também a presença de *M. aeruginosa*, considerada na literatura como sendo uma cianobactéria indicadora de poluição e produtora de toxinas, podendo reproduzir-se intensamente em lagoas de estabilização (Branco, 1975; von Sperling, 1996a; Kellner & Pires, 1998; Vasconcelos & Pereira, 2001).

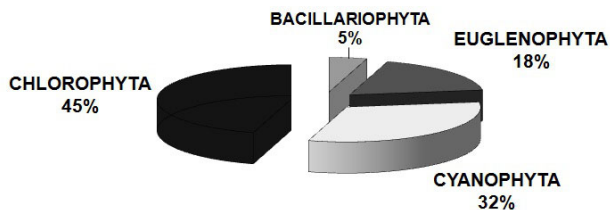


Figura 2 - Distribuição em percentual das divisões do fitoplâncton da Lagoa Facultativa da ETE Barbalha, Ceará, durante o período de março de 2006 a janeiro de 2007.

Tabela 1 - Abundância relativa (%) e frequência de ocorrência (%) dos táxons fitoplanctônicos identificados na lagoa de estabilização da ETE Barbalha, de acordo com os períodos seco (julho à novembro) e chuvoso (dezembro à junho) - (*) Táxons Raros; (-) Ausência.

Táxons	Abundância (%)		Frequência (%)	
	Seco	Chuvoso	Seco	Chuvoso
Cyanophyta				
Chroococcales				
Microcystaceae				
<i>Microcystis aeruginosa</i> (Kütz) Kütz.	*	*	60,0	83,3
Merismopediaceae				
<i>Merismopedia trolleri</i> Bachmann.	*	11	60,0	83,3
Synechococcaceae				
<i>Synechococcus</i> sp.	*	*	-	16,7
Oscillatoriales				
Oscillatoriaceae				
<i>Oscillatoria</i> sp.	*	*	60,0	100,0
Phormidiaceae				
<i>Planktothrix isothrix</i> (Skj.) Kom. et Komárková.	76,0	75,3	100,0	100,0
Pseudoanabaenaceae				
<i>Geitlerinema unigranulatum</i> (Sing) Kom. & Azevedo.	*	*	60,0	83,3
Nostocales				
Nostocaceae				
<i>Anabaena spiroides</i> Klebahn.	*	*	40,0	66,7
Euglenophyta				
Euglenales				
Euglenaceae				
<i>Euglena acus</i> Ehrenberg.	*	*	-	16,7
<i>Euglena limnophila</i> Lemmermann.	*	*	20,0	50,0
<i>Lepocinclis</i> sp.	*	*	20,0	50,0
<i>Phacus</i> sp.	*	*	-	16,7
Bacillariophyta				
Pennales				
Pennales 1	*	*	20,0	33,3
Chlorophyta				
Chlorococcales				
Chlorellaceae				
<i>Monoraphidium griffithi</i> (Berk). Kom–Legn.	*	*	60,0	66,7
<i>Monoraphidium contortum</i> (Thur) Kom–Legn.	*	*	40,0	50,0
<i>Chlorella vulgaris</i> Beijerinck.	*	12,0	-	66,7
<i>Dictyosphaerium</i> sp.	*	*	40,0	-
Oocystaceae				
<i>Oocystis</i> sp.	*	*	-	50,0
Micractiniaceae				
<i>Micractinium pusillum</i> Fresenius.	*	*	20,0	-
Zygnematales				
Desmidiaceae				
<i>Closterium</i> sp.	*	*	60,0	50,0
Volvocales				
Volvocaceae				
<i>Pandorina morum</i> (O.F. Müller) Bory de Saint-Vincent.	*	*	-	33,3
Chlamydomonadaceae				
<i>Carteria</i> sp.	*	*	20,0	16,7
<i>Chlamydomonas</i> sp.	*	*	20,0	16,7

Esta espécie foi considerada por von Sperling et. al. (2008) como sendo dominante em um reservatório eutrófico artificial no Estado de Minas Gerais, Brasil.

Sant'Anna & Azevedo (2000) relatam que já foi registrada a ocorrência de pelo menos 20 espécies de cianobactérias potencialmente tóxicas, incluídas em 14 gêneros, em diferentes ambientes aquáticos brasileiros. Esses autores afirmam que a espécie *M. aeruginosa* apresenta a distribuição mais ampla no Brasil e *Anabaena* é o gênero com o maior número de espécies potencialmente tóxicas (*A. circinalis*, *A. flos-aquae*, *A. planctonica*, *A. solitaria* e *A. spiroides*).

Nos lagos e represas eutrofizados artificialmente são observadas altas densidades populacionais de algas, sobretudo florações de cianobactérias dos gêneros *Microcystis*, *Anabaena* e *Aphanizomenon* (Wehr & Sheath, 2003; Costa et al., 2006). Em um estudo realizado no Brasil, na lagoa de estabilização de processo facultativo de Cajati, no Estado de São Paulo, Furtado et. al. (2009) confirmaram a presença de toxina em alguns gêneros de cianobactérias (*Merismopedia*, *Limnothrix* e *Leptolyngbya*).

Dentre as euglenofíceas, o gênero *Euglena* é frequente em águas ricas em matéria orgânica, como em lagoas de estabilização (Branco, 1978; Shanthala et. al., 2009) e é considerada por Mendonça (1990) como sendo a microalga mais tolerante à poluição, a qual esteve presente na ETE Barbalha. Quanto aos gêneros *Lepocinclis* e *Phacus*, que foram também ocorrentes no presente trabalho, são considerados por von Sperling (1996a) táxons característicos de lagoas de tratamento de esgoto.

Corroborando com Kellner & Pires (1998), bem como Shanthala et. al. (2009), nas lagoas facultativas destacam-se as clorofíceas e as cianobactérias, por apresentarem características adaptativas, como por exemplo, a tolerância a elevados níveis de matéria orgânica no ambiente (*Merismopedia* sp., *Planktothrix* sp., *Oscillatoria* sp., *Chorella* sp., *Scenedesmus* sp., *Micractinium* sp., entre outros). A predominância das algas verdes em efluentes de lagoas de tratamento de esgotos também foi observada nas ETE no Estado da Paraíba, Brasil (König, 1990) e na Índia (Shanthala et. al., 2009). Considerando as clorofíceas flageladas, destacaram-se *Chlamydomonas* sp. e *Carteria* sp., que suportam perfeitamente ambientes ricos em matéria orgânica em decomposição e são frequentes em lagoas de estabilização (Branco, 1978). Dentre as demais clorofíceas, o gênero *Chlorella* sp. habita principalmente sistemas de águas paradas (Bicudo & Menezes, 2005), como as lagoas de estabilização e podem ser tolerantes a condições anaeróbias (Shanthala et. al., 2009).

As diatomáceas são raras em lagoas de estabilização (Branco, 1978), sem grande representatividade

na área em estudo, ocorrendo somente um único representante da ordem Pennales, no período seco. Este grupo fitoplanctônico é considerado um bioindicador de poluição orgânica e exercem um papel muito importante como produtores primários. Porém, poucas espécies são consideradas prejudiciais ao homem (Reviere, 2006).

A área em estudo demonstrou ser fortemente influenciada pelas condições ambientais necessárias para o crescimento excessivo do fitoplâncton. Desse modo, foi caracterizada pela cianobactéria *P. isothrix*, em ambos os períodos (seco e chuvoso) e comportou-se como um ambiente de diversificação taxonômica muito baixa, devido à predominância de poucas espécies.

Baseando-se nas características ecológicas e aspectos sanitários dos táxons fitoplanctônicos, foi constatado que estes são característicos de ambientes eutróficos e podem se reproduzir em grande quantidade.

A grande maioria das clorofíceas presente na ETE Barbalha é característica de ambientes eutróficos e podem viver em ambientes com altas concentrações de matéria orgânica, sendo portanto, frequentes em lagoas de estabilização.

Quanto às euglenofíceas identificadas no presente estudo, estas são frequentes em águas poluídas, e tolerantes a altas concentrações de matéria orgânica, ocorrendo em lagoas de estabilização de tratamento de esgoto.

Este estudo pode comprovar que o efluente resultante do tratamento de esgoto esteve representado, durante todo o ano, principalmente pelas cianobactérias, as quais podem ser consideradas organismos fitoplanctônicos potencialmente tóxicos. Tal efluente é despejado no principal rio do Município de Barbalha, representando uma preocupação à saúde ambiental local e ressalta-se a necessidade de atividades de monitoramento do efluente final, com ênfase para identificação e quantificação das espécies de cianobactérias potencialmente tóxicas e, se necessário, a verificação da concentração de cianotoxinas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Dra. Andréa Tucci e à Dra. Célia L. Sant'Anna, da Seção de Ficologia do Instituto de Botânica de São Paulo, pela confirmação das espécies fitoplanctônicas e concessão de bibliografias especializadas; à CAGECE, Companhia de Água e Esgoto do Ceará, pela permissão de coletas; à URCA, Universidade Regional do Cariri, pela infra-estrutura.

REFERÊNCIAS

- Azevedo, S.M.F.O. 1998. Toxinas de cianobactérias: causas e conseqüências para a saúde pública. *Medicina on-line*, 1(3), disponível on line em < http://medonline.com.br/med_ed/med3/microcis.htm >
- Anagnostidis, K. & Komárek, J. 1988. Modern approach to the classification system of Cyanophytes, 3: Oscillatoriales. *Algol. Stud.* 50: 327-472.
- Bicudo, C.E.M. & Menezes, M. 2005. Gêneros de algas de águas continentais do Brasil: chave para identificação e descrições. 2ª edição. Rima, São Carlos, 502 p.
- Branco, S.M. 1975. Lagoas aeróbias. In: CETESB: Lagoas de Estabilização. 2ª edição. CETESB, São Paulo, 241p.
- Branco, S.M. 1978. Hidrobiologia aplicada à engenharia sanitária. 2ª edição. CETESB, São Paulo, 620p.
- Bourrelly, P. 1985. Les algues d'eau douce: initiation à la systématique: les algues bleues et rouges, les Eugléniens, Peridiniens, et Cryptomonadines. Éditions N. Boubée, Paris.
- Calijuri, M.C.; Alves, M.S.A.; Santos, A.C.A. 2006. Cianobactérias e cianotoxinas em águas continentais. Rima, São Carlos, 109p.
- Compère, P. 1976. Algues de la région du lac Tchad. V – Chlorophycophytes (1. partie). *Série Hydrobiologia, Cah. O. R. S. T. O. M.* 10(2) : 77–118.
- Costa, I.A.S.; Azevedo, S.M.F.O.; Senna, P.A.C.; Bernardo, R.R.; Costa, S.M. & Chellappa, N.T. 2006. Occurrence of toxin-producing cyanobacteria blooms in a Brazilian semiarid reservoir. *Braz. J. Biol.* 66(1) : 211-219.
- Desikachary, T.V. 1959. Cyanophyta. Indian Council of Agricultural Research, New Delhi, 686p.
- Di Bernardo, L. 1995. Algas e suas influências na qualidade das águas e nas tecnologias de tratamento. ABES, Rio de Janeiro, 140p.
- FUNCEME. Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. 2007. Histórico e Quadros de Precipitação Pluviométrica.
- Furtado, A. L. F. F.; Calijuri, M. C.; Lorenzi, A. S.; Honda, R. Y.; Genuário, D. B. & Fiore, M. F. 2009. Morphological and molecular characterization of cyanobacteria from a Brazilian facultative wastewater stabilization pond and evaluation of microcystin production. *Hydrobiologia* 627(1): 195-209.
- Kellner, E. & Pires, E.C. 1998. Lagoas de estabilização: projeto e operação. ABES, Rio de Janeiro, 244p.
- König, A. 1990. Biologia das lagoas. In: Mendonça, S.R. 1990. Lagoas de estabilização aeradas mecanicamente: novos conceitos. Ed Universitária da Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 388p.
- Komárek, J. & Anagnostidis, K. 1986. Modern approach to the classification system of cyanophyte, 2: Chroococcales. *Algol. Stud.* 43: 157-226.
- Komárek, J. & Anagnostidis, K. 1998. Cyanoprokaryota. 1. Teil Chroococcales. In: H. Ettl, G. Gärtner, H. Heynig & D. Möllenhauer (eds.). *Sübwasserflora von Mitteleuropa*. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart. 1-548.
- Komárek, J. & Anagnostidis, K. 2005. Cyanoprokaryota. 2. Teil Oscillatoriales. In: B. Büdel, L. Krienitz, G. Gärtner & M. Schagerl (eds.). *Sübwasserflora von Mitteleuropa*. Elsevier: Spektrum Akademischer Verlag, Munique. 759p.
- Lobo, E. & Leighton, G. 1986. Estructuras comunitarias de las fitocenosis planctonicas de los sistemas de desembocaduras de rios y esteros de la zona central de Chile. *Rev. Biol. Mar.* 22: 1-29.
- Mateucci, S. D. & Colma, A. (1982). La metodologia para el estudio de la vegetacion. *Coleccion de Monografias Cientificas, Serie Biologia.* 22: 1-168.
- Mendonça, S.R. 1990. Lagoas de estabilização aeradas mecanicamente: novos conceitos. Ed Universitária da Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 388p.
- Mizuno, T. 1968. Illustrations of the freshwater plankton of Japan. Hoikusha, Osaka, 351p.
- Moura, A. N. 2007. Phytoplankton associations: a tool understand dominance events in a tropical Brazilian reservoir. *Acta Bot. Bras.* 21: 641-648.
- Padisák, J., Crossetti, L. O. & Naselli-Flores, L. 2009. Use and misuse in the application of the phytoplankton functional classification: a critical review with updates. *Hydrobiologia* 621: 1–19.
- Parra, O.O.; Gonzalez, M.; Delarrosa, V. 1983. Manual taxonomico del fitoplancton de aguas continentales: com especial referencia al fitoplancton de Chile. V. Chlorophyceae. Parte I: Vovocales, tetrasporales, chlorococcales y ulotricales. Editorial Universidad de Concepción, Concepción, 151p.
- Parra, O.O. & Bicudo, C.E.M. 1993. Introduccion a la biologia y sistematica de las algas de aguas continentales. Santiago, Chile. Ediciones Universidad de Concepción, Concepción, 268p.
- Pielou, E.C. 1977. *Mathematical ecology*. Wiley, New York, 385p.
- Prescott, G.W. 1962. *Algae of the Western Great Lakes Area: With an illustrated key to the Genera of Desmids and Fresh water Diatoms*. Wm. C. Brown Company Publishers, Iowa, 300p.
- Reviere, B. 2006. *Biologia e filogenia das algas*. Artmed, Porto Alegre, 280p.
- Reynolds, C S., Huszar, V., Kruk, C., Naselli-Flores, L. & Melo, S. 2002. Towards a functional classification of the freshwater phytoplankton. *J. Plankton Res.* 24(5): 417-428.

- Sant'Anna, C.L. 1984. Chloroccales (Chlorophyceae) do Estado de São Paulo, Brasil. Stauss & Cramer, Germany, 348p.
- Sant'Anna, C.L. & Azevedo, M.T.P. 2000. Contribution to the knowledge of potentially toxic Cyanobacteria from Brazil. *Nova Hedwigia* 71(3-4): 359-85.
- Sant'Anna, C.L., Azevedo, M.T.P., Agujaro, L.F., Carvalho, M.C., Carvalho, L.R. & Souza, R.C.R. 2006. Manual ilustrado para identificação e contagem de cianobactérias planctônicas de águas continentais brasileiras. Interciência/ Sociedade Brasileira de Ficologia – SBFic, São Paulo, 58p.
- Shannon, C.E. 1948. A mathematical theory of communication. *The Bell System Technical Journal* 27: 379-423.
- Shanthala, M.; Hosmani, S. P. & Hosetti, B. B. 2009. Diversity of phytoplanktons in a waste stabilization pond at Shimoga Town, Karnataka State, India. *Environ. Monit. Assess.* 151: 437-443
- Streble, H. & Krauter, D. 1987. Atlas de los Microorganismos de Agua Doce: La vida en una gota de agua. Omega, Barcelona, 357p
- Tucci, A., Sant'Anna, C.L., Gentil, R.C. & Azevedo, M.T.P. 2006. Fitoplâncton do Lago das Garças, São Paulo, Brasil: um reservatório urbano eutrófico. *Hoehnea*, São Paulo. 33(2): 147-175.
- Vasconcelos, V. M. & Pereira, E. 2001. Cyanobacteria diversity and toxicity in a Wastewater Treatment Plant (Portugal). *Water Res.* 35(5): 1354-1357
- von Sperling, M. 1966a. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 2ª edição. v. 1. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 246p.
- von Sperling, M. 1966b. Lagoas de estabilização. v. 3. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 140p.
- von Sperling, E.; Ferreira, A.C. da S.; Gomes, L.N.L. 2008. Comparative eutrophication development in two Brazilian water supply reservoirs with respect to nutrient concentrations and bacteria growth. *Desalination* 226: 169-174
- Wehr, J.D. & Sheath, R.G. 2003. Freshwater Habitats of Algae. In: Wehr, J.D. & Sheath, R.G (eds). 2003. *Freshwater Algae of North America: Ecology and Classification*. Academic Press, San Diego, 11-57p.

Submetido: Setembro/2009
Revisado: Março/2010
Aceito: Junho/2011