

AVALIAÇÃO PONTUAL QUANTO A PRESENÇA DE CIANOBACTÉRIAS EM MANANCIAS SUPERFICIAIS UTILIZADOS PARA ABASTECIMENTO DE ALDEIAS INDÍGENAS E MUNICÍPIOS COM SERVIÇOS AUTÔNOMOS DE FORNECIMENTO DE ÁGUA, DE ESTADOS DO NORDESTE DO BRASIL.

Giulliani Alan da Silva Tavares de Lira¹; Alba Lemos de Oliveira² Eliane Lopes Borges¹; Maria de Fátima de Vasconcelos Silva²; Osman de Oliveira Lira²; Vilma Ramos Feitosa³

¹ Organização Pan-Americana da Saúde – OPAS/ Fundação Nacional de Saúde – FUNASA, Brasília, DF, Brasil; giulliani@gmail.com

² Unidade Regional de Controle da Qualidade da Água – URCQA/ Fundação Nacional de Saúde – FUNASA, Recife, PE, Brasil;

³ Fundação Nacional de Saúde – FUNASA - Presidência, Brasília, DF, Brasil.

Abstract

Considering the importance of monitoring cyanobacteria in aquatic systems, the fact that these organisms are potential toxin producers and the obligation to ensure water quality through control and vigilance in compliance with Brazilian Ministry of Health ordinance nº 518/2004, the aim of the present study was to assess the water quality of surface springs that supply indigenous villages and municipalities with autonomous water-supply services with regard to the presence of these organisms. Qualitative and quantitative analyses were carried out in the springs of indigenous villages in the states of Pernambuco, Paraíba, Alagoas, Ceará and Bahia as well as municipalities with autonomous services in the states Pernambuco, Rio Grande do Norte and Sergipe. In the majority of ecosystems studied, the number of cells/mL⁻¹ was below the limits established in the ordinance. However, the presence of species with a history of toxic blooms in Brazil was frequent, underscoring the need for the implantation of monthly monitoring plans in these environments.

Palavras Chave: Análise Qualitativa e Quantitativa; Sistemas de Abastecimento; Vigilância Ambiental.

Introdução:

Nas últimas décadas, a relevância do patrimônio hídrico da humanidade tem sido potencializada, levando em consideração a crescente degradação e conseqüente diminuição das reservas de água doce. O despertar desta problemática tem levado inúmeros pesquisadores ao desenvolvimento de estudos em ecossistemas aquáticos, que visam ao amplo conhecimento das comunidades e suas interações com o meio, contribuindo para a conservação e recuperação destes ambientes.

Atualmente, um dos principais problemas relacionados à degradação dos sistemas aquáticos é o enriquecimento nutricional, principalmente por compostos nitrogenados e fosfatados, provenientes de atividades humanas como as descargas de esgotos domésticos e industriais dos centros urbanos e a poluição difusa originada nas regiões agricultáveis.

Tais circunstâncias caracterizam o que se conhece por eutrofização artificial, pois tem origem a partir de ações de desenvolvimento humano, acarretando inúmeras mudanças à qualidade da água, incluindo a redução de oxigênio dissolvido, a perda das qualidades cênicas (características estéticas do ambiente), diminuição do potencial de lazer, a morte extensiva de peixes, além do aumento da incidência de florações de microalgas e cianobactérias. Quando se trata de manancial de abastecimento público, todas essas conseqüências negativas refletem sobre a eficiência e custo de tratamento da água.

Nesse sentido, as cianobactérias constituem um dos grupos fitoplanctônicos mais pesquisados atualmente e têm como característica a rápida resposta às modificações ambientais. Suas propriedades morfológicas, bioquímicas e fisiológicas, adquiridas durante uma longa história evolutiva, tornaram possível sua sobrevivência nos mais diversos habitats. Esses seres tanto podem ser autotróficos, assimilando CO₂ a partir da energia solar, como mixotróficos, assimilando compostos orgânicos, o que possibilita pleno desenvolvimento nas partes mais profundas de um ambiente aquático sob a total ausência de luz (Esteves, 1998).

Condições ambientais favoráveis permitem que muitas espécies de cianobactéria desenvolvam-se em altas densidades, constituindo um fenômeno denominado de florações algais ou “blooms”, resultado de uma elevada concentração de nutrientes, aliada ao aumento de luz, temperatura e estratificação térmica da água (Neilan, 1996).

Tais eventos podem ocasionar inúmeros prejuízos ambientais, sócio-econômicos e de saúde pública, sendo este último o mais preocupante, tendo em vista que as cianobactérias são consideradas organismos potencialmente tóxicos, ou seja, apresentam a capacidade de produção de metabólitos secundários denominados cianotoxinas. Nesse sentido, quando há ocorrência de florações, a possibilidade de produção e liberação de uma grande quantidade de toxinas no ambiente aumenta consideravelmente, o que pode gerar risco de acidentes atingindo a saúde de homens e animais. As cianotoxinas podem atingir o corpo humano causando graves lesões no fígado e no sistema nervoso central (Carmichael, 1997).

Um exemplo bastante conhecido de acidentes relacionados à contaminação por cianotoxinas ocorreu em uma clínica de hemodiálise no município de Caruaru, interior do estado de Pernambuco. No período de 17 a 27 de fevereiro de 1996, aproximadamente 130 pacientes do IDR (Instituto de Doenças Renais) foram contaminados por microcistinas, tipo de cianotoxina que provocou mais de 70 óbitos na ocasião (Jochimsen *et al.*, 1998).

Após a referida tragédia as pesquisas relacionadas às cianobactérias foram intensificadas. Nesse sentido, a região nordeste do país que naturalmente apresenta condições favoráveis ao crescimento desses organismos, devido as suas características climáticas que apresentam temperaturas acima de 20°C ao longo de todo o ano, tem apresentado inúmeros eventos de florações. Em mananciais superficiais do estado de Pernambuco a dinâmica de florações da Cyanobacteria tóxica *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenaya & Subba Raju foi avaliada após análise do padrão sucessional da comunidade fitoplanctônica (Bouvy *et al.*, 1999). Dando prosseguimento, a ocorrência de *Cylindrospermopsis* foi estudada em 39 mananciais do estado, relacionando os fatores que condicionavam a sua presença e dominância (Bouvy *et al.*, 2000). No reservatório de Ingazeira - PE, o aumento do teor de nutrientes foi associado ao domínio deste gênero (Bouvy *et al.*, 2001).

Condições ambientais com baixos teores de fósforo, altas temperaturas, pH alcalino e baixa luminosidade foram relacionados à dominância de populações de *Cylindrospermopsis raciborskii* nos reservatórios de Tabocas e Tapacurá, ambos localizados no estado de Pernambuco (Bressan, 2001; Ferreira, 2002). No reservatório de Tabocas, cianotoxinas foram isoladas em blooms de *C. raciborskii* (Mollica *et al.*, 2002). No reservatório de Tapacurá - PE, *C. raciborskii* predominou durante longos períodos de estiagem, ocorrido entre os anos de 1998 e 2000, decorrentes do fenômeno El Niño de 1997 (Bouvy *et al.*, 2003). A presença de saxitoxinas e anatoxina-a, durante bloom provocado por *Anabaena spiroides* Klebahn, *Pseudanabaena* sp., *C. raciborskii* e *Microcystis aeruginosa* (Kützing) Kützing foram detectadas em amostras coletadas também em Tapacurá-PE de março a maio de 2002 (Mollica *et al.*, 2005).

Em ecossistemas aquáticos do estado da Paraíba as cianobactérias também atingem altas densidades (Barbosa e Mendes 2005; Diniz, 2005). Da mesma forma, no estado do Rio Grande do Norte estudos com cianobactérias no reservatório Gargalheiras (RN), apresentaram dominância de *C. raciborskii*, *Raphidiopsis curvata* F. E. Fritsch & M. F. Rich, *Microcystis aeruginosa* e *Oscillatoria* sp. durante o período seco da região, sendo atribuído a abundância destas espécies à diminuição da transparência da água causada pelo autosombreamento provocado pelas elevadas densidades destes mesmos organismos (Chellappa e Costa, 2003). No reservatório Armando Ribeiro Gonçalves – RN, Costa *et al.* (2006) reportaram a existência de florações de cianobactérias constituídas por espécies de *Microcystis* (*Microcystis* sp., *M. protocystis* Crow, *M. panniformis* e *M. novacekii* (Komárek) Compère), *Aphanizomenon* (*A. gracile* Lemmermann, *A. cf. manguinii* Bourrelly, *A. cf. issatschenkoi* (Usacev) Proshkina-Lavrenko) e *C. raciborskii*,

Ainda no Rio Grande do Norte Panosso *et al.* (2007) realizaram um monitoramento de cianobactérias, cianotoxinas e medidas de controle de florações em cinco reservatórios do Rio Grande do Norte (Gargalheiras, Parelhas, Itans, Passagem das Traíras e Sabugi). No estudo é relatada a ocorrência de espécies potencialmente tóxicas (*C. raciborskii*, *Microcystis* spp., *Aphanizomenon* sp. e *Anabaena circinalis* Rabenhorst ex Bornet & Flahault) como dominantes, representando 90% da biomassa total e formação de florações.

Dentro desse contexto e considerando a importância do monitoramento das cianobactérias em sistemas aquáticos, principalmente daqueles voltados ao abastecimento público, o fato destes organismos atuarem como fonte produtora de toxinas, possibilitando riscos à saúde pública, e a obrigação em garantir água de qualidade através do controle e vigilância, em conformidade com a Portaria nº 518/04/GM, se faz necessário a aplicação e desenvolvimento de técnicas de identificação e quantificação desses organismos.

Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade da água dos mananciais superficiais que abastecem aldeias indígenas e municípios com serviços autônomos de abastecimento de água e esgoto (SAAE), quanto à presença de cianobactérias, em alguns estados da região nordeste (Pernambuco, Paraíba, Alagoas, Ceará, Bahia, Rio Grande do Norte e Sergipe). Com a elaboração do presente estudo pretende-se a princípio identificar as Aldeias indígenas e os municípios com SAAE que são abastecidos por mananciais superficiais, indicando o diagnóstico quanto às cianobactérias com base nos preceitos da Portaria MS nº 518/04, possibilitando a orientação para o planejamento do monitoramento desses ecossistemas e colaborando desta forma com a FUNASA, que desenvolve importante trabalho de análises de qualidade da água e orientação quanto ao seu consumo, em comunidades muitas vezes negligenciadas.

Metodologia

Área de estudo

Foram realizadas coletas em 45 (quarenta e cinco) mananciais superficiais de abastecimento, dos quais 28 (vinte e oito) são utilizados em aldeias indígenas e 17 (dezessete) em municípios com serviços autônomos de água e esgoto - SAAE. As coletas foram realizadas entre o período de 27/09/2010 a 04/03/2011 distribuídas em sete estados do nordeste do Brasil: aldeias indígenas - Pernambuco (10

mananciais), Paraíba (01 manancial), Alagoas (06 mananciais), Ceará (06 mananciais) e Bahia (05 mananciais); municípios com SAAE - Pernambuco (07 mananciais), Rio Grande do Norte (03 mananciais) e Sergipe (07 mananciais). Para cada ponto de coleta foram registradas as coordenadas geográficas no sistema de Graus Minutos Decimais, conforme apresentado nas Tabelas 01 e 02.

Tabela 01. Localização dos pontos de coleta em mananciais superficiais de aldeias indígenas, com detalhamento do município, aldeia, etnias indígenas e coordenadas geográficas.

Município	Aldeia	Etnia indígena	Coordenadas geográficas	Tipo de Manancial/ Ponto de coleta
Tacarátú - PE	Jitó	Pankararú	S 09°07.740' WO 38°11.377'	Nascente (ponto de captação)
Tacarátú - PE	Brejo dos Padres	Pankararú	S 09°07.434' WO 38°11.407'	Nascente (ponto de captação)
Jatobá - PE	Bem Querer	Pankararú	S 09°08.503' WO 38°13.457'	Rio (sistema abastecido pelo Rio São Francisco)
Jatobá - PE	Bem Querer	Pankararú	S 09°10.522' WO 38°16.898'	Rio (leito do Rio São Francisco)
Águas Belas -PE	Águas Belas	Funi-ô	S 09°06.294' WO 37°05.044'	Barragem da Ribeira do Alto (ponto de captação)
Pesqueira - PE	Cajueiro I	Xucurú	S 08°21.564' WO 36°49.680'	Nascente (ponto de captação)
Pesqueira - PE	Cajueiro II	Xucurú	S 08°21.504' WO 36°49.620'	Nascente (ponto de captação)
Pesqueira - PE	Tapera	Xucurú	S 08°20.735' WO 36°48.662'	Nascente (ponto de captação)
Orocó - PE	Ilha da Tapera	Truká	S 08°36.498' WO 39°34.955'	Rio (leito do Rio São Francisco – ponto de captação)
Cabrobó - PE	Caatinga Grande	Truká	S 08°31.498' WO 39°18.544'	Rio (leito do Rio São Francisco – ponto de captação)
Baía da Traição - PB	Vila São Miguel	Potiguara	S 06°40.936' WO 34°57.028'	Rio (Rio Senibú – ponto de captação)
Palmeira dos Índios - AL	Serra do Capela	Karapotó	S 09°23.380' WO 36°37.447'	Nascente (ponto de captação Pedra d'Água)
Palmeira dos Índios - AL	Cafurna de Baixo	Karapotó	S 09°23.450' WO 36°38.055'	Nascente (ponto de captação nascente Cafurna de Baixo)
Palmeira dos Índios - AL	Fazenda Canto	Karapotó	S 09°24.400' WO 36°35.335'	Açude (açude Fazenda Canto)
São Sebastião - AL	Terra Nova -Salobá	Karapotó	S 09°57.643' WO 36°36.051'	Açude (ponto de captação açude Salobá)
São Sebastião - AL	Karapotó - Plank-ô	Karapotó - Plank-ô	S 10°02.054' WO 36°38.391'	Açude (açude Campo Alegre)
Porto Real do Colégio - AL	Kariri - Xokó	Kariri - Xokó	S 10°02.930' WO 36°40.036'	Rio (ponto de captação leito do rio São Francisco)
Caucaia - CE	Lagoa Dois	Tapeba	S 03°44.661' WO 38°42.177'	Lagoa (lagoa Pau Branco)
Caucaia - CE	Lagoa Dois	Tapeba	S 03°44.598' WO 38°42.349'	Lagoa Pedreira I (inundação de pedreira)
Caucaia - CE	Lagoa Dois	Tapeba	S 03°44.652' WO 38°42.357'	Lagoa Pedreira II (inundação de pedreira)
Caucaia – CE	Lagoa Dois	Tapeba	S 03°44.599' WO 38°42.539'	Lagoa Pedreira III (inundação de pedreira)
Maracanaú - CE	Pitaguary	Pitaguary	S 03°56.374' WO 38°38.506'	Açude (açude do Santo Antônio)
Aquiraz - CE	Jenipapo	Jenipapo Kanindé	S 03°58.481' WO 38°16.741'	Lagoa (lagoa Encantada)
Itajú Colônia - BA	Barretá	Pataxó Hã Hã Hai	S 15°09.567' WO 39°44.223'	Rio (rio Colônia)
Pau Brasil - BA	Caramurú	Pataxó Hã Hã Hai	S 15°25.011' WO 39°42.762'	Riacho (riacho da Serra Availson)
Pau Brasil - BA	Vermelha	Pataxó Hã Hã Hai	S 15°23.293' WO 39°40.931'	Rio (rio Vermelho)
Camacan - BA	Panelão	Pataxó Hã Hã Hai	S 15°16.873' WO 39°37.211'	Riacho (riacho Panelão)
Camamú - BA	Nova Vida	Pataxó Hã Hã Hai	S 13°57.672' WO 39°12.320'	Nascente (nascente Nova Vida)

Tabela 02. Localização dos pontos de coleta em mananciais superficiais de municípios com SAAE, com detalhamento do município, nome do manancial, coordenadas geográficas e tipo do manancial.

Município	Nome do Manancial	Coordenadas geográficas	Tipo de Manancial
Água Preta - PE	Ourives	S 08°43.008' WO 35°31.250'	Riacho
Água Preta - PE	Igino	S 08°43.016' WO 35°31.212'	Riacho
Água Preta - PE	Venturoso	S 08°43.572' WO 35°31.908'	Riacho
Palmares - PE	Serro Azul – riacho do Engenho Almirante	S 08°35.005' WO 35°39.740'	Riacho
Palmares - PE	Newton Carneiro – riacho CLT Altair	S 08°40.091' WO 35°34.743'	Riacho
Palmares - PE	Japaranduba – riacho dos Cachorros	S 08°41.603' WO 35°39.275'	Riacho
Palmares - PE	Japaranduba – riacho da Pastora	S 08°41.479' WO 35°36.880'	Riacho
Alexandria - RN	Açude Bananeiras	S 06°25.739' WO 38°04.980'	Açude
Alexandria - RN	Açude das Pulgas	S 06°23.020' WO 38°02.414'	Açude
Serra Negra - RN	Barragem Dinamarca (rio Espinhais)	S 06°40.288' WO 37°23.301'	Barragem
Capela - SE	Riacho Saco de Antônio	S 10°29.241' WO 36°57.218'	Riacho
Capela - SE	Riacho Pajau	S 10°35.780' WO 37°01.229'	Riacho
Capela - SE	Riacho Lagartixo	S 10°31.910' WO 37°03.121'	Riacho
São Cristovão - SE	Rio Cumprido	S 11°00.440' WO 37°15.218'	Rio
São Cristovão - SE	Barragem da Colina	S 11°01.019' WO 37°12.009'	Barragem
Estância - SE	Rio Piauítinga	S 11°15.785' WO 37°26.569'	Rio
Estância - SE	Biriba	S 11°13.776' WO 37°23.980'	Córrego

Coleta

As coletas foram realizadas nos pontos de captação para todos os mananciais estudados, com a realização de duas amostragens por manancial: uma destinada à análise qualitativa e outra para análise quantitativa de cianobactérias

Análise qualitativa

As amostras foram coletadas na superfície dos mananciais (até aproximadamente, 25cm da lâmina d'água), com auxílio de rede de plâncton, com abertura de malha de 20µm. Tais coletas foram realizadas a partir de arrastos horizontais, com o objetivo de concentrar um maior número de organismos, o que possibilita melhores resultados durante as análises de identificação. As amostras foram acondicionadas em recipientes de polietileno denso, graduados, com volume de 250mL, fixadas com formol, para uma concentração final de 2%, e transportadas para análise ao laboratório da URCQA/FUNASA-PE em caixas térmicas.

A análise qualitativa consiste na identificação das espécies fitoplanctônicas e baseia-se na observação das características morfofisiológicas, acrescido da medição dos organismos e de suas estruturas. Foram utilizados equipamentos, acessórios e substâncias que facilitam a observação de algumas importantes características citológicas, morfológicas, estruturais e morfométricas para definição dos táxons: microscópio óptico binocular, retículo micrométrico (acoplado a ocular do microscópio), câmera fotográfica, lâminas e lamínulas, pipetas Pasteur (não estéril), tinta nanquim e etc.

No estudo qualitativo, além das cianobactérias foram incluídos todos os demais grupos fitoplanctônicos observados nas amostras, no entanto a identificação destes táxons ocorreu apenas à categoria de gênero e na expressão dos resultados, foram considerados dentro de suas respectivas classes taxonômicas, uma vez que não consistiam no objeto principal da pesquisa. Os sistemas de Simonsen (1979) para as Bacillariophyceae, Round (1971) para as classes Chlorophyceae e Zignemaphyceae, e, Bourrelly (1981 e 1985) para os demais grupos, foram adotados para auxiliar na identificação desses gêneros. Para as cianobactérias, sempre que possível, os organismos foram identificados até a última categoria taxonômica. Para identificação das cianobactérias foram adotados os sistemas de classificação de Komárek e Anagnostidis (1986, 1989, 1998 e 2005) e Anagnostidis e Komárek (1988).

Análise quantitativa

As amostras foram coletadas na superfície dos mananciais (até aproximadamente, 25cm da lâmina d'água), com auxílio de um balde. As amostras foram acondicionadas em recipientes de polietileno denso, graduados, com volume de 250mL e fixadas com lugol acético (aproximadamente 1,5mL) e, posteriormente, transportadas para o laboratório da URCQA/FUNASA-PE em caixas térmicas.

As análises quantitativas das cianobactérias foram realizadas através do método de contagem de Utermöhl (1958), que consiste na sedimentação dos organismos em câmeras de Utermöhl em volumes predeterminados. Após o período de sedimentação, que pode variar entre 24 até 72h de acordo com o volume sedimentado, as amostras foram conduzidas para posterior observação e quantificação dos organismos em microscópio invertido. A contagem dos organismos foi realizada considerando campos alinhados em transectos verticais, onde em média foram analisados 50 campos por amostra.

O cálculo da densidade das cianobactérias, assim como dos demais grupos fitoplanctônicos quantificados, foram desenvolvidos com base na descrição adotada pela Norma Técnica CETESB/L5.303 (2005), que consiste na determinação do Fator (F) (de acordo com a formula abaixo) e multiplicação deste pelo número de células contadas.

$$Fator (F) = A/a/v$$

A = área da cubeta;

a = área contada (área da objetiva x n° de campos contados);

v = volume sedimentado.

Resultados e Discussões

Análise Qualitativa

Nas amostragens realizadas nos mananciais superficiais que abastecem aldeias indígenas e municípios com SAAE foram inventariados 50 táxons de cianobactérias (incluído *Anabaena* sp.1, *Anabaena* sp.2, *Anabaena* sp.3, *Anabaenopsis* sp., *Aphanizomenon* sp., *Aphanocapsa* sp., *Borzia* sp., *Coelomoron* sp., *Gomphosphaeria* sp., *Hapalosiphon* sp., *Microcystis* sp., *Nostochopsis* sp., *Oscillatoria* sp., *Planktolyngbya* sp., *Planktothrix* sp., *Raphidiopsis* sp., *Rhabdoderma* sp., *Spirulina* sp. e *Woronichinia* sp.), distribuídos em 03 (três) ordens (Chroococcales 20 spp., Oscillatoriales 15 spp. e Nostocales 15 spp.) e 11 (onze) famílias (Chroococaceae, Gomphosphaeriaceae, Merismopediaceae, Microcystaceae, Synechococcaceae, Borziaceae, Oscillatoriaceae, Phormidiaceae, Pseudanabaenaceae, Nostocaceae e Hapalosiphonaceae). A distribuição dos táxons entre os estados ocorreu da seguinte forma: Pernambuco (27 spp.), Ceará (24 spp.), Rio Grande do Norte (24 spp.) Alagoas (21 spp.), Sergipe (18 spp.), Bahia (14 spp.) e Paraíba (04 spp.) (Tabela 3).

• Pernambuco

Em Pernambuco foi observado o maior número de táxons, porém foi o estado com o quantitativo mais elevado de mananciais (17) estudados. A família Nostocaceae foi a melhor representada com 07 (sete) táxons, destacando-se a espécie *Anabaena planctonica* Brunnth., Sitz. Ak. Wiss. Wien presente em 50% dos ambientes analisados para as aldeias indígenas (cinco mananciais). Dentre os táxons *Geitlerinema amphibium* (C. Agardh) Anagnostidis apresentou a melhor representatividade nos mananciais analisados, presente em 60% destes, seguida por *A. planctonica* e *Planktolyngbya* sp., com 50% cada. O gênero *Geitlerinema* é cosmopolita e de fácil adaptação aos mais variados ecossistemas aquáticos (Komárek e Anagnostidis, 2005). Os gêneros *Anabaena* (04 spp.), *Chroococcus* (03 spp.) e *Geitlerinema* (03 spp.) destacaram-se com o maior número de representantes, seguidos por *Pseudanabaena* (02 spp.) e *Cylindrospermopsis* (02 spp.).

Tabela 3. Lista de táxons identificados durante o estudo de mananciais superficiais que abastecem aldeias indígenas e municípios com SAAE nos estados de Pernambuco, Paraíba, Alagoas, Ceará, Bahia, Rio Grande do Norte e Sergipe.

Taxons total	Pernambuco	Paraíba	Alagoas	Ceará	Bahia	R. G. Norte	Sergipe
Cyanobacteria							
Chroococcales							
Chroococaceae							
<i>Chroococcus limneticus</i> Lemmermann	X				X		
<i>Chroococcus minimus</i> (Keissler) Lemmermann	X		X		X		X
<i>Chroococcus minutus</i> (Kütz.) Näg.	X		X	X	X	X	X
<i>Chroococcus turgidus</i> (Kützing) Nägeli				X		X	
Gomphosphaeriaceae							
<i>Gomphosphaeria</i> sp.				X		X	
Merismopediaceae							
<i>Aphanocapsa delicatissima</i> West & G.S.West	X		X	X		X	
<i>Aphanocapsa incerta</i> (Lemmermann) Cronberg & Komárek				X		X	
<i>Aphanocapsa</i> sp.			X			X	X
<i>Coelomoron</i> sp.						X	
<i>Eucapsis densa</i> Azevedo							X
<i>Merismopedia glauca</i> (Ehrenberg) Kützing						X	
<i>Merismopedia minima</i> Beck				X		X	X
<i>Merismopedia punctata</i> Meyen				X			
<i>Merismopedia tenuissima</i> Lemmermann						X	
<i>Woronichinia</i> sp.				X			
Microcystaceae							
<i>Microcystis</i> sp.				X			
<i>Synechocystis aquatilis</i> Sauvageau, Bull.	X		X	X	X		X
Synechococcaceae							
<i>Aphanothece</i> cf. <i>smithii</i> Kom. - Legn & Cronberg	X						
<i>Rhabdoderma</i> sp.						X	X
<i>Synechococcus nidulans</i> (Pringsheim) Kom. in Bourr.	X		X	X	X	X	X
Oscillatoriales							
Borziaceae							
<i>Borzia</i> sp.	X				X		
Oscillatoriaceae							
<i>Oscillatoria princeps</i> Vaucher ex Gomont	X		X	X		X	
<i>Oscillatoria</i> sp.	X		X		X	X	
Phormidiaceae							
<i>Geitlerinema amphibium</i> (C.Agardh) Anagnostidis	X	X	X	X	X	X	X
<i>Geitlerinema unigranulatum</i> (Singh) Kom. & Azevedo	X				X	X	X
<i>Geitlerinema splendidum</i> (Greville) Anagnostidis	X		X				X
<i>Planktothrix agardhii</i> (Gomont) Anagnostidis & Komárek			X			X	
<i>Planktothrix</i> sp.			X				X
Pseudanabaenaceae							
<i>Planktolyngbya minor</i> (Geitler & Ruttner) Komárek & Cronberg				X			
<i>Planktolyngbya</i> sp.	X	X	X	X	X	X	X
<i>Pseudanabaena catenata</i> Lauterborn	X	X	X	X	X		X
<i>Pseudanabaena galeata</i> Böchner	X		X	X			
<i>Pseudanabaena moniliformis</i> Komárek & H.J. Kling							X
<i>Romeria gracilis</i> Koczwara	X			X	X	X	
<i>Spirulina</i> sp.						X	X
Nostocales							
Nostocaceae							
<i>Anabaena constricta</i> (Szafer) Geitler	X						
<i>Anabaena planctonica</i> Brunnth., Sitz. Ak. Wiss. Wien	X	X	X	X		X	
<i>Anabaena</i> sp.1	X		X			X	X
<i>Anabaena</i> sp.2	X		X				
<i>Anabaena</i> sp.3	X						
<i>Anabaenopsis</i> sp.	X						
<i>Aphanizomenon gracile</i> Lemmermann			X	X			X
<i>Aphanizomenon</i> sp.			X				
<i>Cylindrospermopsis catemaco</i> J. Komárková-Legnerová & R.Tavera	X			X			
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i> (Woloszynska) Seenayya & Subba Raju	X		X	X		X	
<i>Raphidiopsis curvata</i> Fritsch et Rich	X						
<i>Raphidiopsis mediterranea</i> Skuja				X		X	
<i>Raphidiopsis</i> sp.				X			
Hapalosiphonaceae							
<i>Hapalosiphon</i> sp.					X		
<i>Nostochopsis</i> sp.					X		

• **Paraíba**

Apenas uma amostragem foi realizada na Paraíba, no manancial que abastece a aldeia indígena Vila de São Miguel no município de Baía da Traição, único ecossistema aquático de superfície que abastece

terras indígenas no estado. Tal manancial foi o que apresentou menor número de táxons de cianobactérias identificados, apenas 04 spp., distribuídos em 02 (duas) ordens (Oscillatoriales e Nostocales) e 03 (três) famílias (Phormidiaceae, Pseudanabaenaceae e Nostocaceae). A ordem Oscillatoriales foi representada com 03 (três) destes táxons.

- **Alagoas**

Em Alagoas, a ordem Oscillatoriales também apresentou maior número de táxons (9 spp.), seguida pelas Nostocales (6 spp.) e Chroococcales (6 spp.). A família Nostocaceae foi representada com 06 (seis) táxons, no entanto com frequência irregular entre os mananciais, presentes em apenas um dos seis ecossistemas analisados. Dentre as espécies, *Planktolyngbya* sp. apresentou melhor representatividade, freqüente em 83% dos ecossistemas, seguida por *Geitlerinema amphibium* (C. Agardh) Anagnostidis, *Anabaena planctonica* Brunnth., Sitz. Ak. Wiss. Wien, *Oscillatoria princeps* Vaucher ex Gomont e *Pseudanabaena catenata* Lauterborn, presentes em 50% destes. O gênero *Anabaena* destacou-se pelo maior número de representantes (03 spp.). A maior diversidade foi observada no rio São Francisco com 11 (onze) táxons, seguido pelo Açude Canto com 09 (nove).

- **Ceará**

No Ceará, apenas o manancial lagoa Pau Branco não apresentou táxons de cianobactérias, onde foi observado presença de diatomáceas (Bacillariophyceae). Dentre as espécies, *Synechocystis aquatilis* Sauvageau, Bull. e *Planktolyngbya* sp. apresentaram a melhor representatividade nos mananciais analisados, freqüentes em 83% dos ambientes, seguidas por *Synechococcus nidulans* (Pringsheim) Kom. in Bourr. e *Woronichinia* sp., com respectivamente, 66 e 50%. No açude Santo Antônio foi observado a maior diversidade de táxons, 12 (doze) spp..

- **Bahia**

Nas amostragens realizadas nos mananciais superficiais que abastecem aldeias indígenas no estado da Bahia a ordem Oscillatoriales destacou-se com 07 (sete) táxons distribuídos entre 04 (quatro) famílias. Dentre as espécies *Synechocystis aquatilis* (80%), *Synechococcus nidulans* (60%) e *Chroococcus minimus* (Keissler) Lemmermann (60%) apresentaram a melhor representatividade nos mananciais analisados. A maior diversidade de táxons foi observada no rio Colônia, com 09 (nove) spp. e a menor no riacho da Serra Availson, sendo apenas registrado 01 (um) espécie.

- **Rio Grande do Norte**

No Rio Grande do Norte dos 24 (vinte e quatro) táxons de cianobactérias identificados 12 (doze) spp. pertencem a ordem Chroococcales. Merismopediaceae foi a família que apresentou maior número de táxons, 07 (sete) spp. O gênero *Geitlerinema*, com as espécies *G. amphibium* e *G. unigranulatum*, esteve presente em 100% das amostras analisadas. A maior diversidade durante a pesquisa foi encontrada na Barragem Dinamarca (rio Espinhais) com 17 (dezesete) táxons, onde foi observada presença acentuada de espécies da ordem Oscillatoriales (07 spp.).

- **Sergipe**

No estado de Sergipe o gênero *Geitlerinema* apresentou o maior número de espécies (*G. amphibium*, *G. splendidum* e *G. unigranulatum*), estando *G. unigranulatum* presente em 71% das amostras. Da mesma forma, ainda destacaram-se *Pseudanabaena moniliformis* e *Planktolyngbya* sp. presentes em mais de 50% dos ecossistemas analisados. Quanto à diversidade, o riacho Lagartixo e o rio Piauítinga apresentaram o maior número de táxons de cianobactérias, respectivamente 09 (nove) e 07 (sete) spp..

Análise quantitativa

De acordo com o cálculo de densidade, as análises das amostras dos mananciais superficiais que abastecem aldeias indígenas e SAAE dos estados de Pernambuco, Paraíba, Bahia e Sergipe apresentaram baixa concentração de cianobactérias, bem inferiores aos limites estabelecidos na Portaria n° 518/GM/2004 (20.000 cél./mL) (Tabela 4). A baixa concentração desses organismos nos mananciais avaliados não indica, a princípio, risco de ocorrência de florações e deve-se principalmente, ao bom estado de conservação dos ecossistemas, uma vez que a maioria dos ambientes configura-se como nascentes ou estão localizados em áreas pouco impactadas.

Dos 45 mananciais analisados, quando comparados com outros grupos fitoplanctônicos, as cianobactérias representaram maior densidade em 93% destes, demonstrando melhor potencial competitivo dentro da comunidade. Geralmente, há predomínio de cianobactérias em ecossistemas tropicais e quando estes ambientes apresentam condições de eutrofização, podem sofrer graves consequências com o aumento acelerado desses organismos, comprometendo a qualidade das suas águas (Bouvry et al. 2000; Chellapa e Costa, 2003).

Em Alagoas apenas um manancial apresentou valores acima do limite estabelecido pela Portaria n° 518, sendo este o açude Fazenda Canto, com 32.689 cél./mL⁻¹, o que indica a necessidade de

monitoramento semanal de cianotoxinas. A alta densidade de cianobactérias observada neste açude provavelmente, deve-se ao acúmulo de matéria orgânica disponível no ambiente, uma vez que havia grande diversidade de vegetação aquática, formando densos camalotes ou bancos de macrófitas.

Tabela 4. Lista de mananciais com as respectivas densidades em cél.mL^{-1} , detalhada entre os grupos fitoplanctônicos observados durante o estudo: Cyan - Cyanobacteria, Chlo - Chlorophyceae, Baci - Bacillariophyceae, Eugl - Euglenophyceae, Dino - Dinophyceae, Chry - Chryptophyta, Oedo - Oedogoniophyceae, Zyg - Zygnemaphyceae, Chry - Chrysophyceae e Chla - Chlamydomonadaceae.

Mananciais/UF	GRUPOS FITOPLANCTÔNICOS									
	Cyan	Chlo	Baci	Eugl	Dino	Chryp	Oedo	Zygn	Chrys	Chla
Jitó/PE	48		1				0			
Brejo dos Padres/PE	13		2							
Bem Querer/PE (sistema)	40	19	10				2			
Bem Querer/PE (rio)	84	17	43	0	1	6				
Águas Belas/PE	657	39	225	10						
Cajueiro I/PE	350	43	15	1						
Cajueiro II/PE	206	1	9							
Tapera/PE	519	6	2		369	50				
Caatinga Grande/PE	2639	36	12	1	1	1				
Ilha da Tapera/PE	419	27	19							
Vila de São Miguel/PB	45	4	29	8						
Pedra d' Água/AL	74	4	31	1				54		
Cafurna de Baixo/AL	110		3	1						
Fazenda Canto/AL	32689	147	404	37	12		123			
Terra Nova - Salobá/AL	541	2	9	1				1		
Campo Alegre/AL	294		0	19				0	68	
Rio São Francisco/AL	358	44	33	1				3		
Lagoa encantada/CE	1045247	22848	6279							
Lagoa Dois - Pedreira II/CE	41115	88	29	29				10		
Açude do Santo Antônio/CE	194955		1845	41				41		
Lagoa Dois - Pedreira III/CE	2028596	4060	116		116	116				116
Lagoa Dois - Pedreira I/CE	8207592	574	123							
Lagoa Dois - Pau Branco/CE			208							
Panelão/BA	98		17							
Nova Vida/BA	403	15	1							
Rio Vermelho/BA	46		6	1						
Riacho Serra Availson/BA	4		12	1						
Rio Colônia/BA	286	116	147	2				2		
Riacho Ourives/PE	263	2	44	4						
Riacho Igino/PE	507		6							
Riacho Venturoso/PE	6	7	10	2						
Newton Carneiro - Riacho CLTAltair/PE	132	5	8	2						
Serro Azul - Engenho Almirante/PE	139	2	8							
Japaranduba - Riacho dos Cachorros/PE	120	5	6							
Japaranduba - Riacho das Pastora/PE	34	2	3							
Açude Bananeiras/RN	1208	10	44	49				25		
Açude das Pulgas/RN	263323	2285	163	82						
Barragem Dinamarca (rio Espinhais)/RN	6059	255	59	93				5		
Riacho Saco de Antônio/SE	213	6	19	1						
Riacho Lagartixo/SE	347	2	64	1				85		
Riacho Pajáú/SE	2331		2							
Manancial Biriba/SE	58	1	7							
Barragem da Colina/SE	189	2	35	4						
Rio Piauítinga/SE	478	35	41				6			
Rio Cumprido/SE	51		39							

Segundo Esteves (1998) em ecossistemas ricos em macrófitas aquáticas, a taxa de decomposição desses organismos disponibiliza matéria orgânica em abundância para manutenção de comunidades fitoplanctônicas. Além disso, o açude Fazenda Canto tem como característica, segundo relato do AISAN (agente Indígena de Saneamento) local, tratar-se de um ecossistema não perene, e tal fator colabora para o incremento de nutrientes por lixiviação no período chuvoso da região, fase em que o ecossistema acumula

toda a sua água. Desta forma, com disponibilidade de nutrientes e condições climáticas favoráveis, as cianobactérias dominaram o ambiente. O gênero *Geitlerinema*, com as espécies *Geitlerinema amphibium* e *G. splendidum*, foi o que apresentou maior contribuição para densidade das cianobactérias, com mais de 20.000 cél./mL.

Os cálculos da densidade de cianobactérias nas amostras dos mananciais analisados para o estado do Ceará apresentaram valores elevados em cinco dos seis ecossistemas estudados (lagoa Pedreira I, II e III, açude do Santo Antônio e lagoa Encantada), bem superiores aos limites estabelecidos na Portaria MS nº 518, variando entre 41.115,4 cél./mL, na lagoa Pedreira II, a 8.207.592 cél./mL, na lagoa Pedreira I. As altas concentrações desses organismos nos mananciais avaliados indicam risco eminente às populações que consomem suas águas, uma vez que não foram observados nenhum tipo de sistema de tratamento e as florações já estabelecidas, são constituídas por gêneros ou espécies que apresentam histórico de produção de toxinas.

As lagoas Pedreira I, II e III se formaram em áreas desativadas de extração de pedras, alimentadas apenas pela entrada de águas proveniente de precipitação, com elevado tempo de residência, onde a vegetação ciliar é ausente ou constituída de espécies herbáceas, o que favorece o acúmulo de nutrientes por lixiviação do solo e a elevação da temperatura a níveis favoráveis ao crescimento das cianobactérias. De acordo com Dokulil e Teubner (2000), condições de elevadas temperaturas, pH alcalino e altas concentrações de nutrientes, principalmente N e P, são tidas como ideais para o crescimento de populações de destes organismos, no entanto a dominância de uma ou outra espécie dependerá de suas próprias características adaptativas.

As espécies *Synechococcus nidulans*, *Synechocystis aquatilis*, *Planktolyngbya* sp., *Planktolyngbya minor* (Geitler & Ruttner) Komárek & Cronberg, *Raphidiopsis* sp., *Raphidiopsis mediterranea* Skuja, *Microcystis* sp. e *Aphanocapsa delicatissima* West & G. S. West destacaram-se como formadoras de florações nos mananciais analisados no Ceará.

No Rio Grande do Norte, de acordo com o cálculo da densidade, com exceção do açude das Pulgas, as análises das amostras realizadas nos mananciais superficiais de municípios com serviços autônomos apresentaram baixa concentração de cianobactérias, inferior aos limites estabelecidos pela já referida Portaria. No açude das Pulgas a análise de cianobactérias apresentou 263.323,2 cél./mL, o que também implica no monitoramento semanal de cianotoxinas. Aparentemente, o elevado número de cianobactérias nesse ambiente foi favorecido pelo baixo tempo de retenção de água apresentado no período da coleta, nessa ocasião, o açude apresentava menos de 50% de sua capacidade acumulativa. Tais condições associadas a altas temperaturas e chuvas esporádicas de baixa intensidade, que possibilitam o incremento de nutrientes no ecossistema, favorecem o crescimento de organismos oportunistas e competidores como as cianobactérias (Chellappa e Costa, 2003).

Nesse manancial *Cylindrospermopsis raciborskii* e *Planktolyngbya* sp. foram as espécies que apresentaram maior contribuição para densidade das cianobactérias, com respectivamente 176.256 e 48.960 cél./mL⁻¹. *C. raciborskii* é uma espécie altamente competitiva que possui inúmeras vantagens evolutivas com relação aos demais organismos fitoplanctônicos, sendo adaptável a todos os tipos de clima e quando em condições favoráveis, rapidamente apresenta domínio sobre a comunidade (Padisak, 1997). De acordo com Padisak (1997) e Reynolds (1988 e 1997) o melhor desempenho de *C. raciborskii* está relacionado a habilidade no deslocamento ao longo da coluna d'água, fixação de nitrogênio atmosférico, dispersão, tolerância a baixa luminosidade, afinidades com fósforo, amônio e águas levemente salinas, além de adaptações às condições de mistura vertical.

No presente trabalho, considerando todos os ecossistemas analisados, as cianobactérias apresentaram-se em elevadas densidades nos mananciais artificiais, tais como reservatórios. Esses ecossistemas aquáticos são considerados favoráveis a formação de florações de cianobactérias no Brasil, pois são geralmente rasos e facilmente tornam-se eutrofizados, devido ao longo tempo de retenção de água (Sant' Anna et al. 2008).

Independente dos mananciais analisados apresentarem ou não altas densidades de cianobactérias, dentre os 50 táxons identificados 56% (28 spp.) pertencem a gêneros (*Aphanocapsa*, *Microcystis*, *Synechocystis*, *Synechococcus*, *Geitlerinema*, *Planktothrix*, *Planktolyngbya*, *Pseudanabaena*, *Anabaena*, *Aphanizomenon*, *Cylindrospermopsis* e *Raphidiopsis*) que apresentam histórico de florações tóxicas no Brasil, considerando a revisão de espécies tóxicas de cianobactérias descrita por Sant' Anna et al. (2008). As espécies, comprovadamente produtoras de florações tóxicas presentes nas amostras foram *Synechocystis aquatilis*, *Synechococcus nidulans*, *Geitlerinema amphibium*, *Geitlerinema unigranulatum*, *Planktothrix agardhii*, *Anabaena planctonica* e *Cylindrospermopsis raciborskii*.

Conclusões

Com relação às densidades de cianobactérias, nos ambientes onde os números de células ocorreram abaixo de 10.000 cél./mL⁻¹, recomenda-se o estabelecimento de plano de amostragem com monitoramento mensal no ponto de captação de água, de acordo com os valores de referência citados na Portaria nº 518 (Nº de células menor que 10.000 cél./mL⁻¹, frequência de coleta mensal). Considerando a Resolução CONAMA nº 357, para os referidos mananciais sugere-se a classificação como, ecossistemas aquáticos de

águas doces de classe I (N° de células maior que 20.000 cel.mL⁻¹ em desacordo para as águas doces de classe I).

Para os mananciais onde as densidades apresentaram-se acima de 20.000 cél./mL⁻¹, recomenda-se o estabelecimento de planos de amostragem com monitoramento semanal para análise de cianobactérias e cianotoxinas, de acordo com os valores de referência da Portaria supracitada (N° de células maior que 10.000 cel.mL⁻¹, análise semanal de cianobactérias; N° de células maior que 20.000 cel.mL⁻¹, análise semanal de cianotoxinas). Considerando a Resolução CONAMA n° 357, os ecossistemas com n° de células superior a 20.000 cél.mL⁻¹ ou 100.000 cél.mL⁻¹, encontram-se em desacordo com a classificação para águas doces de classes I (citada acima) e classe III (N° de células maior que 100.000 cél.mL⁻¹ em desacordo para as águas doces de classe III), respectivamente.

Dos 45 mananciais analisados, quando comparados com outros grupos fitoplanctônicos, as cianobactérias apresentaram maior densidade em 93% destes, demonstrando melhor potencial competitivo dentro da comunidade. Cinquenta e seis por cento (28 spp.) das cianobactérias presentes nos mananciais estudados pertencem a gêneros de espécies que já apresentaram florações tóxicas no Brasil (*Aphanocapsa*, *Microcystis*, *Synechocystis*, *Synechococcus*, *Geitlerinema*, *Planktothrix*, *Planktolyngbya*, *Pseudanabaena*, *Anabaena*, *Aphanizomenon*, *Cylindrospermopsis* e *Raphidiopsis*). Destas, sete espécies (*Synechocystis aquatilis*, *Synechococcus nidulans*, *Geitlerinema amphibium*, *Geitlerinema unigranulatum*, *Planktothrix agardhii*, *Anabaena planctonica* e *Cylindrospermopsis raciborskii*) presentes em mais de 90% dos ecossistemas são comprovadamente produtoras de florações tóxicas, reforçando a necessidade de implantação de planos de monitoramento contínuos nestes ambientes, até mesmo naqueles onde as densidades foram consideradas baixas, o que permitirá o desenvolvimento de ações eficazes para garantia de água de boa qualidade para essas populações menos privilegiadas.

Referências Bibliográficas

- ANAGNOSTIDIS, K.; KOMÁREK, J. 1988. Modern approach to the classification system of Cyanophyta, 3: Oscillatoriales. **Algological Studies** 80 (1/4): 327-472.
- BARBOSA, J.E.; MENDES, J. 2005. Estrutura da comunidade fitoplanctônica e aspectos físicos e químicos das águas do reservatório Acauã, semi-árido paraibano. Reunião Brasileira de Ficologia, 10, 2004, Salvador. **Anais da Reunião Brasileira de Ficologia**, Rio de Janeiro, Museu Nacional, p.339-390.
- BRASIL. Ministério da Saúde Portaria n° 518, de 03/2004. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 26 mar. 2004. Seção 1, p. 266-270.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Resolução CONAMA n° 357 de 03/2005. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 17 mar. 2005. Seção 1, p. 58-63.
- BOURRELLY, P. 1981. **Les algues d'eau douce: initiation à la systémsitique: les algues jaunes et brunes, les Chrysophycées, Phéophycées, Xanthophycées et Diatomées**. Éditions N. Boubée, Paris.
- BOURRELLY, P. 1985. **Les algues d'eau douce: initiation à la systématique: les algues blenes et rouges, les Eugléniens, Peridiniens, et Cryptomonadines**. Éditions N. Boubée, Paris.
- BOUVY, M.; MOLICA, R.; DE OLIVEIRA, S.; MARINHO, M.; BECKER, B. Dynamics of a toxic cyanobacterial bloom (*Cylindropermopsis raciborskii*) in a shallow reservoir in the semi-arid region of northeast Brazil. **Aquatic Microbiol Ecology**, v. 20, n. 3, p. 285-297. 1999.

- BOUVY, M. A.; FALCÃO, D.; MARINHO, M.; PAGANO, M.; MOURA, A. Occurrence of *Cylindrospermopsis* (Cyanobacteria) in 39 Brazilian tropical reservoirs during the 1998 drought. **Aquatic Microbiol Ecology**, v. 23, p. 13-27. 2000.
- BOUVY, M. A.; PAGANO, M.; TROUSSELLIER, M. Effects of a cyanobacterial bloom (*Cylindrospermopsis raciborskii*) on bacteria and zooplankton communities in Ingazeira reservoir (northeast Brazil). **Aquatic Microbiol Ecology**, v. 25, n. 3, p. 215-227. 2001.
- BOUVY, M. A.; NASCIMENTO, S. M.; MOLICA, R. J. R.; FERREIRA, A.; HUSZAR, V.; AZEVEDO, S. M. F. O. Limnological features in Tapacurá reservoir (northeast Brazil) during a severe drought. **Hydrobiologia**, Bucuresti, v. 493, p.115-130, 2003.
- BRESSAN, F. A. Fatores reguladores da dominância de *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszyska) Seenayya & Subba-Raju no reservatório Tabocas. 2001. **Dissertação**, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- CARMICHAEL, W.W., EVANS, W.R., YIN, Q.Q., BELL, P. AND MOCAUKLOWSKI, E. 1997 Evidence for paralytic shellfish poisons in the freshwater cyanobacterium *Lyngbya wollei* (Farlow ex Gomont) comb. nov. **Appl. Environ. Microbiol.**, **63**, 3104-3110.
- CETESB. 2005 **Fitoplâncton de água doce. Métodos qualitativo e quantitativo**. São Paulo, Normas Técnicas (CETESB/L5.303),. 23p.
- CHELLAPPA, N. T.; COSTA, M. A. M. Dominant and co-existing species of Cyanobacteria from a Eutrophicated reservoir of Rio Grande do Norte State, Brazil. **Acta Oecologica**, v. 24, p. S3–S10. 2003.
- COSTA, I. A. S.; AZEVEDO, S. M. F. O.; SENNA, P. A. C.; BERNARDO, R. R.; COSTA, S. M.; CHELLAPPA, N. T. Occurrence of toxin-producing Cyanobacteria blooms in a Brazilian semiarid reservoir. **Brazilian Journal of Biology**, v. 66, n. 1B, p. 211-219. 2006.
- DINIZ, R. 2005. Ritmos nictemerai e distribuição espaço-temporal de variáveis limnológicas e sanitárias em dois açudes do trópico semi-árido (PB). **Tese de Doutorado**, UFCG, Campina Grande, PB. 194p.
- DOKULIL, T. M.; TEUBNER, K. Cyanobacterial dominance in lakes. **Hydrobiologia**, Dordrecht, v. 438, p. 1-12. 2000.
- ESTEVES, F. A. 1998 **Fundamentos da Limnologia**. Rio de Janeiro, Interciência, 602p.
- FERREIRA, A.C. S. Dinâmica do fitoplâncton de um reservatório hipereutrófico (reservatório tapacurá, Recife, PE), com ênfase em *Cylindrospermopsis raciborskii* e seus morfotipos. 2002. **Dissertação** (Mestrado em Ciências Biológicas - Botânica) - Museu Nacional, Universidade do Rio de Janeiro. 2002.
- JOCHIMSEN E.M., CARMICHAEL W.W., AN J., CARDO D., COOKSON S.T., HOLMES C.E.M., ANTUNES M.B.C., MELO FILHO D.A., LYRA T.M., BARRETO V., AZEVEDO S.M.F.O., JARVIS W.R. 1998 Liver

- failure and death following exposure to microcystin toxins at a hemodialysis center in Brazil. **The New England Journal of Medicine**, 36: 373-378.
- KOMÁREK, J.; ANAGNOSTIDIS, K. 1986. Modern approach to the classification system of cyanophyte, 2: Chroococcales. **Algological Studies** 43: 157-226.
- KOMÁREK, J.; ANAGNOSTIDIS, K. 1989. Modern approach to the classification system of cyanophytes, 4: Nostocales. **Algological Studies** 56: 247-345.
- 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, pp.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, pp. 759.
- MOLICA, R.; OLIVEIRA, E. J. A.; CARVALHO, P. V. V. C.; COSTA, A. N. S. F.; CUNHA, M. C. C.; MELO, G. L.; AZEVEDO, A. M. F. O. Occurrence of saxitoxins and an anatoxin-a(s)-like anticholinesterase in a Brazilian drinking water supply. **Harmful Algae**, v. 4, p. 743-753. 2005.
- MOLICA, R.; ONODERA, M.; GARCIA, C.; RIVAS, M.; ANDRINOLO, D.; NASCIMENTO, S.; OSHIMA, Y.; AZEVEDO, S.; LAGOS, N. Toxins in the freshwater cyanobacterium *Cylindrospermopsis raciborskii* (Cyanophyceae) isolated from Tabocas reservoir in Caruaru, Brazil, including demonstration of a new saxitoxin analogue. **Phycologia**, v. 41, p. 606-611. 2002.
- NEILAN, B. A. 1996 Detection and identification of cyanobacteria associated with toxic blooms: DNA amplification protocols. **Phycologia** 35, 147-155.
- PADISÁK, J. *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynnska) Seenayya et Subba Raju, an expanding, highly adaptive cyanobacterium: worldwide distribution and review of its ecology. **Archiv Für Hydrobiologie**, v. 107, p. 63-593. 1997.
- PANOSSO, R.; COSTA, I. A. S.; SOUZA, N. R.; ATTAYDE, J. L.; CUNHA, S. R. S.; GOMES, F. C. F. Cianobactérias e cianotoxinas em reservatórios do estado do Rio Grande do Norte e o potencial controle das florações pela Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Oecologia Brasiliensia**, v. 11, n. 3, p. 433-449. 2007.
- REYNOLDS, C. S. Functional morphology and adaptive strategies of freshwater phytoplankton. *In* **Sandgre, C.D. ed. Growth and reproductive strategies of freshwater phytoplankton**. Cambridge: Cambridge University Press, p.388-433. 1988.

- REYNOLDS, C. S. Vegetation process in the pelagic: A model for ecosystem theory, **Ecology Institute**, Germany: 377p. 1997.
- ROUND, F.E. 1971. The taxonomy of the Chlorophyta II. **British Phycological Journal** 6: 235-264.
- SANT'ANNA, C. L.; AZEVEDO, M. T. P.; WERNER, V.R., DOGO, C. R.; RIOS, F. R.; CARVALHO, L. R. Review of toxic of Cyanobacteria in Brazil. **Algological Studies**, Stuttgart, v. 126, p. 215-265. 2008.
- SIMONSEN, R. 1979. **The diatom system: ideas on phylogeny**. Bacillaria 2: 9-71.
- UTHERMOHL, H. 1958. Zur Vervollkommung der quantitativen Phytoplankton - **Methodic. Internationalen Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie** 9: 1-38