

## Artigo Técnico

# Análise da presença do fitoplâncton em bacia integrante do Projeto de Integração do Rio São Francisco, região semiárida, Nordeste brasileiro

*Analysis of phytoplankton presence in an integral basin of the Integration Project of São Francisco River, semiarid region, Northeast Brazil*

Ariane Silva Cardoso<sup>1</sup>, Davi Tadeu Borges Marwell<sup>2</sup>, Maria do Carmo Martins Sobral<sup>3</sup>, Gustavo Lira de Melo<sup>4</sup>, Maristela Costa Cunha Casé<sup>5</sup>

## RESUMO

Estudos taxonômicos do fitoplâncton são importantes ferramentas para advertir a qualidade da água, possibilitando o monitoramento das águas utilizadas para fins múltiplos. Assim, este trabalho visou estudar a composição e a distribuição fitoplanctônica em trechos da Bacia do Rio Piranhas-Açu, na região semiárida do Nordeste brasileiro, de 2010 a 2011, com 13 pontos amostrais, em rios e reservatórios. Foram identificados 81 táxons infragenéricos, os quais foram distribuídos em 9 classes: *Cyanophyceae*, *Chlorophyceae*, *Bacillariophyceae*, *Trebouxiophyceae*, *Euglenophyceae*, *Coccolodiscophyceae*, *Zygnematophyceae*, *Mediophyceae* e *Klebsormidiophyceae*. As divisões *Chlorophyta* e *Cyanophyta* foram as mais representativas, com 30 (37%) e 24 (30%) táxons, respectivamente. Contudo, elas estiveram dominantes durante o período de estudo. Em alguns pontos de amostragem, as cianobactérias apresentaram densidades com valores limites acima de 20.000 células/mL, e, portanto, necessitaram monitoramento semanal como disposto pela Portaria 2.914, de 12 de dezembro de 2011, do Ministério da Saúde. Dentre as espécies com alto índice de abundância, destacam-se aquelas potencialmente produtoras de toxinas, representadas por *Cylindrospermopsis raciborskii*, *Pseudanabaena limnetica*, *Microcystis* sp., *Dolichospermum* sp. e *Oscillatoria* sp. Os dados indicam um potencial risco à saúde da população beneficiada por essas águas.

**Palavras-chave:** bioindicador; microalgas; qualidade da água; semiárido nordestino; taxonomia.

## ABSTRACT

Phytoplankton taxonomic studies are important tools to analyze the quality of water, allowing the monitoring of waters used for multiple purposes. Thus, this work aimed at studying the formation and distribution of phytoplankton in stretches of the Piranhas-Açu River Basin, in the semiarid region of Northeastern Brazil, from 2010 to 2011, with 13 sampling points in river and reservoirs. We identified 81 infrageneric taxa, distributed into 9 classes: *Cyanophyceae*, *Chlorophyceae*, *Bacillariophyceae*, *Trebouxiophyceae*, *Euglenophyceae*, *Coccolodiscophyceae*, *Zygnematophyceae*, *Mediophyceae*, and *Klebsormidiophyceae*. The *Chlorophyta* and *Cyanophyta* divisions were the most representative, with 30 (37%) and 24 (30%) taxa, respectively. However, the cyanobacteria were more seen throughout the study period. In some sampling points, they had limits above 20.000 cells/mL, requiring weekly monitoring as provided by Decree 2914 from December 12, 2011, of the Brazilian Ministry of Health. The species with high abundance are those producing toxins, represented by *Cylindrospermopsis raciborskii*, *Pseudanabaena limnetica*, *Microcystis* sp., *Dolichospermum* sp., and *Oscillatoria* sp. The data indicate a potential health risk to the population served by these waters.

**Keywords:** bioindicator; microalgae; water quality; semiarid Brazilian Northeast; taxonomy.

<sup>1</sup>Especialista em Gestão Ambiental e Recursos Hídricos pela Faculdade São Luís de França, Campus Paulo Afonso. Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) - Recife (PE), Brasil.

<sup>2</sup>Mestre em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos pela Universidade de Brasília (UnB). Analista de Infraestrutura do Ministério da Integração Nacional - Recife (PE), Brasil.

<sup>3</sup>Doutora em Saneamento Ambiental pela Technische Universität Berlin, Alemanha. Professora Titular, Departamento de Engenharia Civil, Centro de Tecnologia e Geociências da UFPE - Recife (PE), Brasil.

<sup>4</sup>Doutor em Engenharia Civil pela UFPE. Pós-doutorando em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos na UFPE - Recife (PE), Brasil.

<sup>5</sup>Doutora em Oceanografia pela UFPE. Professora Adjunta do Departamento de Educação da Universidade do Estado da Bahia (UNEB) - Paulo Afonso (BA), Brasil.

**Endereço para correspondência:** Maristela Costa Cunha Casé - Rua do Gangorra, 503 - Alves de Sousa - 48600-000 - Paulo Afonso (BA), Brasil - E-mail: maristelacase@gmail.com

**Recebido:** 03/03/15 - **Aceito:** 25/07/16 - **Reg. ABES:** 146707

## INTRODUÇÃO

A água possui importância primordial para a vida, pois nenhum processo metabólico ocorre sem a sua ação direta ou indireta, sendo, portanto, o ambiente aquático essencial à existência humana e à manutenção dos ecossistemas do planeta (ESTEVES, 2011). Dentre os inúmeros organismos que habitam os ecossistemas aquáticos, a comunidade fitoplanctônica se configura como uma das mais importantes, pois além de ser responsável pela produtividade primária, reflete com boa fidelidade os impactos antrópicos (RODRIGUES, 2004). Esses impactos advindos de múltiplos usos, como abastecimento público, lazer, aquicultura e pesca, nos reservatórios da região semiárida do Nordeste brasileiro, implicam em potenciais danos à saúde da população (PANOSSO *et al.*, 2007; COSTA *et al.*, 2009).

Rodrigues (2004) relata que, historicamente, o fitoplâncton de ambientes lóticos tem recebido menos atenção em estudos limnológicos, pois a medição das variáveis ambientais é mais difícil em um hábitat que se modifica rapidamente tanto no tempo como no espaço. No entanto, em reservatórios de abastecimento público, espécies potencialmente tóxicas, como as cianobactérias, foram designadas como bioindicadoras da qualidade da água (COSTA *et al.*, 2006; ARAGÃO *et al.*, 2007; BROOKE *et al.*, 2008). Dessa forma, conhecimentos sobre a composição, abundância e distribuição de espécies da comunidade fitoplanctônica nos rios e reservatórios que compõem as bacias hidrográficas, sobretudo aquelas localizadas em região semiárida, são relevantes para a compreensão e o monitoramento da qualidade da água utilizada para seus diversos fins.

Na região semiárida do Nordeste brasileiro, inserida nos estados de Paraíba e Rio Grande do Norte, encontra-se o Rio Piranhas-Açu, integrante do grupo de rios receptores das águas aduzidas pelo Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional. Esse projeto permitirá a transferência de águas do Rio São Francisco para os rios intermitentes do Nordeste Setentrional (agreste e os sertões da Paraíba, do Rio Grande do Norte, do Ceará e de parte de Pernambuco), por meio de dois canais de distribuição, processo no qual poderá proceder alterações na qualidade da água em algumas bacias. Para a bacia do Rio Piranhas-Açu, a água será aduzida até o reservatório Caiçara, seguirá ao açude Engenheiro Ávidos, e depois continua pelo leito natural do Rio Piranhas-Açu até os açudes São Gonçalo e Armando Ribeiro Gonçalves (BRASIL, 2005).

Os estudos que abordam o fitoplâncton para a bacia do Rio Piranhas-Açu, no estado do Rio Grande do Norte, apresentam dominância das cianobactérias como reflexo da eutrofização dessas águas (COSTA *et al.*, 1998; 2000).

Na bacia do Rio Piranhas-Açu, Panosso *et al.* (2007) realizaram um levantamento da comunidade fitoplanctônica, entre setembro de 2002 e março de 2004. Os autores relataram a ocorrência de 123 táxons, evidenciando a presença de cianobactérias potencialmente produtoras de toxinas e representando um total de 33% dos táxons identificados. Amostras de água dos reservatórios Itans, Passagem das Trairas e Sabugi na bacia

confirmaram, por meio de bioensaios com camundongos, sintomas de hepatotoxicidade com óbito em 100% dos camundongos testados.

Os trabalhos de Costa (2003), entre 2000 a 2002; Costa *et al.* (2006), em 2000; e Chellappa, Câmara e Rocha (2009), entre 2004 a 2005, no reservatório Armando Ribeiro Gonçalves, Rio Grande do Norte, encontraram espécies potencialmente tóxicas, as quais formaram florações. Costa *et al.* (2006) relataram a presença de cianotoxinas (microcistinas, saxitoxinas e cilindrospermopsinas), com atenção para as florações tóxicas de *Microcystis* ssp, as quais excederam o valor máximo aceitável de microcistina na água para consumo humano (8,8 µg.L<sup>-1</sup>) e apontaram o risco permanente de contaminação da população.

Considerando a importância e extensão do Projeto de Integração do Rio São Francisco, pesquisas sobre a dinâmica populacional da comunidade fitoplanctônica desses ambientes precisam ser estimuladas para o incremento de conhecimento acerca do papel desses organismos no monitoramento da qualidade da água, sobretudo em ambientes aquáticos localizados na região semiárida em que se localiza a bacia do Rio Piranhas-Açu.

Diante da grande importância ecológica e sanitária da comunidade fitoplanctônica em ambientes lóticos como lênticos, o estudo da dinâmica dos ecossistemas aquáticos e de sua qualidade ambiental se torna essencial para o gerenciamento e manejo dos sistemas hídricos, que requerem conhecimentos sobre as atuações que influem na qualidade da água, visando à proteção do manancial (SANT'ANNA *et al.*, 2007). A avaliação da comunidade fitoplanctônica foi realizada conforme estabelecido na resolução do Ministério de Saúde (Portaria MS 2.914/2011), identificando-se os valores limites aceitáveis pela legislação para águas destinadas ao consumo humano. Assim, o presente trabalho teve como objetivo analisar a comunidade fitoplanctônica como bioindicadora da qualidade da água, antes do início da operação do Projeto, em trechos da bacia do Rio Piranhas-Açu, no Rio Grande do Norte.

## METODOLOGIA

A bacia hidrográfica do Rio Piranhas-Açu compreende um território de 42.900 km<sup>2</sup>, distribuído entre os estados de Paraíba e Rio Grande do Norte (VASCONCELOS *et al.*, 2011). Também abrange 147 municípios, sendo 102 na Paraíba e 45 no Rio Grande do Norte, apresentando neles uma população aproximada de 1.363.802 habitantes, com 67% deles na Paraíba (MOURA *et al.*, 2011; AESA, 2016). O Rio Piranhas-Açu é intermitente em condições naturais, totalmente inserido em território semiárido, com a perenidade de seu fluxo assegurada por dois reservatórios: Coremas – Mãe d'Água (Paraíba), com capacidade de 1,360 bilhões de m<sup>3</sup>, e a barragem Armando Ribeiro Gonçalves (Rio Grande do Norte), com 2,400 bilhões de m<sup>3</sup>. Ao longo do sistema hídrico denominado Sistema Curema-Açu, desenvolvem-se diversos usos, tais como irrigação difusa e em perímetros públicos, abastecimento humano, dessedentação animal, lazer, produção energética e aquicultura.

Foram realizadas 5 amostragens durante o período de abril de 2010 a junho de 2011, com 13 pontos de amostragem no total (Tabela 1 e Figura 1).

Nas estações localizadas nos rios, as amostras foram coletadas próximas à margem e na superfície, utilizando-se frascos de polipropileno de boca larga. Nos reservatórios, as amostragens foram realizadas na superfície e em profundidade, com o auxílio de uma garrafa de Van Dorn, no centro e próximo ao eixo ao barramento. Todas as amostras foram preservadas com lugol acético imediatamente após a coleta.

As espécies foram identificadas a partir de bibliografia especializada. Foi utilizado o Sistema de Classificação de Medlin e Kaczmarek (2004) para enquadramento taxonômico das *Bacillariophyta*; o de Anagnostidis & Komárek (1988) e Komárek & Anagnostidis (2005) para *Cyanophyta*; o de Buchheim *et al.* (2001) para *Chlorophyta*; e o de Van den Hoek *et al.* (1995) para os demais grupos taxonômicos. A análise quantitativa foi realizada em microscópio invertido Zeiss (Carl Zeiss Microscopy – modelo Axiovert 25, EUA), de acordo com o método de Utermöhl (1958). Baseando-se nos resultados de densidade, foram calculadas a abundância relativa (LOBO & LEIGHTON, 1986) e a frequência de ocorrência (MATEUCCI & COLMA, 1982).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram identificados 81 táxons, distribuídos em 9 classes: *Cyanophyceae* (24), *Chlorophyceae* (22), *Bacillariophyceae* (10), *Trebouxiophyceae* (8), *Euglenophyceae* (6), *Coccolodiscophyceae* (5), *Zygnematophyceae* (3), *Mediophyceae* (2) e *Klebsormidiophyceae* (1). A divisão *Chlorophyta* foi a mais representativa, totalizando 37% da comunidade fitoplanctônica,

seguida das *Cyanophyta* (30%) e *Ochrophyta* (21%). *Charophyta* e *Euglenophyta* representaram 7 e 5%, respectivamente.

A contribuição das *Chlorophyta*, em relação aos demais grupos, foi registrada para reservatórios na mesma bacia pelos autores: Chellappa & Costa (2003); Chellappa *et al.* (2007; 2009); Panosso *et al.* (2007) e Costa *et al.* (2009). A importância dessa divisão em ambientes aquáticos tropicais, sobretudo em ambientes lacustres, tem sido relatada em vários estudos (CALIJURI *et al.*, 2002; FERRAGUT *et al.*, 2005; MOURA *et al.*, 2007; RODRIGUES, TUCCI & SANT'ANNA, 2010; SILVA *et al.* 2011).

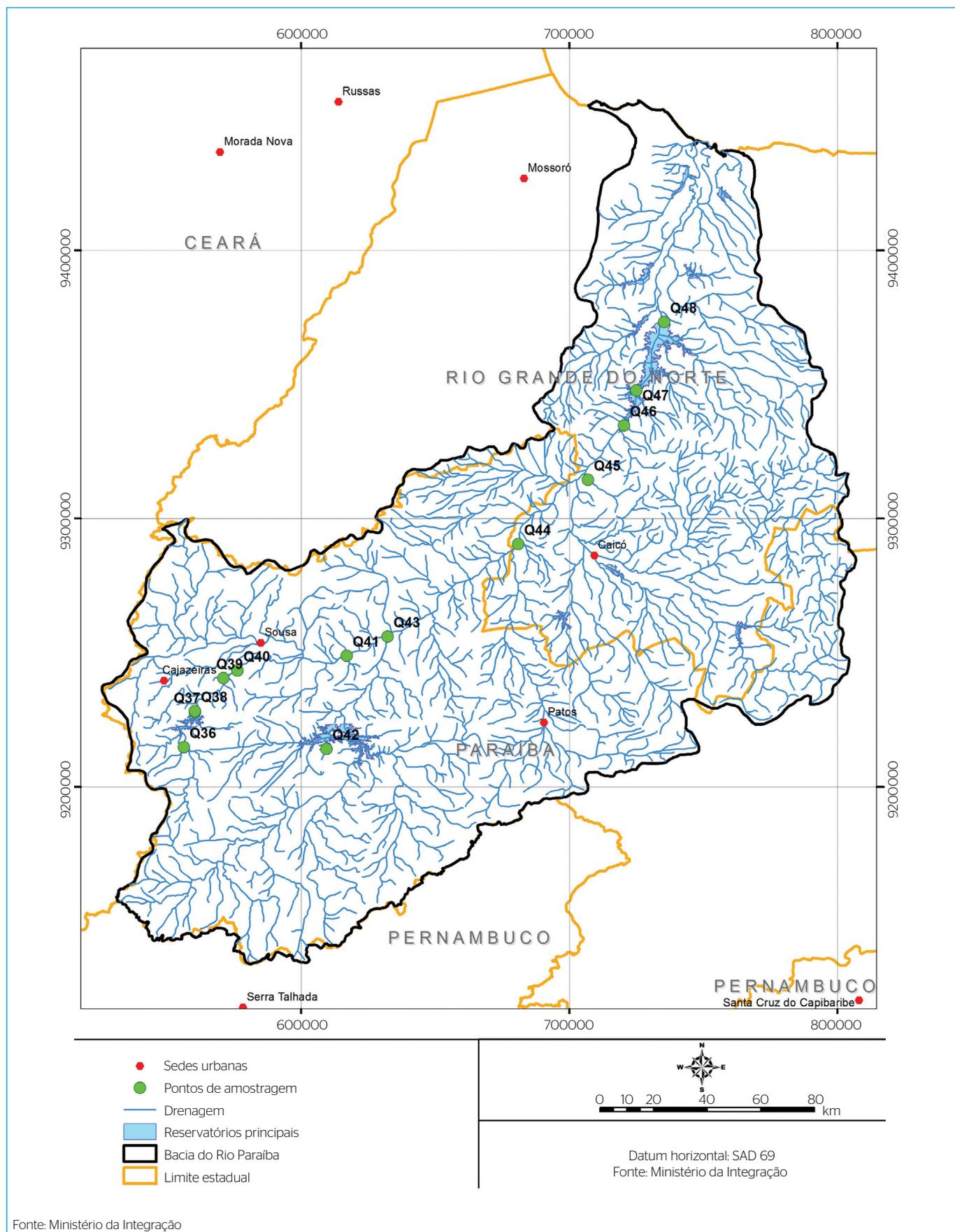
*Cyanophyta* foi a segunda divisão mais representativa em termos de diversidade, indicada pela classe *Cyanophyceae* e três ordens (*Chroococcales*, *Oscillatoriales* e *Nostocales*), corroborando com os estudos realizados por Panosso *et al.* (2007) e Costa *et al.* (2009). Na região Nordeste, trabalhos como o de Aragão *et al.* (2007) destacam as *Cyanophyceae* como a classe com riqueza mais elevada em ecossistemas dulcícolas.

Em todos os pontos amostrados, as *Cyanophyta* e *Chlorophyta* ocorreram com o número mais alto de táxons. O ponto de amostragem com maior riqueza foi o reservatório Coremas – Mãe D'Água (Q42), com 30 táxons. No ponto do remanso do reservatório São Gonçalo (Q39), encontrou-se o menor número de táxons: nove. Assim como no ponto Q42, nos reservatórios São Gonçalo (Q40) e Armando Ribeiro Gonçalves (Q48), a riqueza de táxons foi elevada, com 28 e 27 táxons, respectivamente.

A riqueza de *Chlorophyta* e *Cyanophyta* em reservatórios na região semiárida pode ser explicada pelas condições ambientais, enquanto as cianobactérias são favorecidas por estiagem prolongada, elevado tempo de residência da água, alta evaporação, altos níveis de nutrientes favorecendo a eutrofização dos reservatórios, uso de fertilizantes e das práticas de aquicultura na bacia hidrográfica dos reservatórios, o

**Tabela 1** - Distribuição dos pontos de amostragem para o monitoramento da qualidade da água na bacia do Rio Piranhas-Açu para o Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional.

Pontos de amostragem	Descrição	Coordenadas geográficas
Q36	Rio Piranhas (montante Remanso Engenheiro Ávidos)	560193.0000 E 9227178.0000 N
Q37	Reservatório Engenheiro Ávidos	560442.0000 E 9227740.0000 N
Q38	Rio Piranhas (jusante Reservatório Engenheiro Ávidos)	563019.6256 E 9228064.2929 N
Q39	Remanso São Gonçalo	571025.0985 E 9240487.3579 N
Q40	Reservatório São Gonçalo	576314.0000 E 9243284.0000 N
Q41	Rio Piranhas (São Domingos do Pomal)	617082.6901 E 9248813.0537 N
Q42	Reservatório Coremas - Mãe D'Água	609453.1584 E 9214066.5496 N
Q43	Rio Piancó (montante Rio Piranhas)	632252.0000 E 9255902.0000 N
Q44	Rio Piranhas (Divisa entre PB/RN)	680997.0000 E 9290427.0000 N
Q45	Rio Piranhas (Oiticica II)	706946.5322 E 9314418.1912 N
Q46	Reservatório Açu (remanso)	720420.0000 E 9334598.0000 N
Q47	Reservatório Armando Ribeiro Gonçalves (centro)	724996.277 E 9347724.872 N
Q48	Reservatório Armando Ribeiro Gonçalves (eixo)	735406.0000 E 9373130.0000 N



Fonte: Ministério da Integração

**Figura 1** - Pontos de amostragem para o monitoramento da qualidade da água na bacia do Rio Piranhas-Açu para o Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional.

que leva a altas concentrações de fósforo e nitrogênio na água (COSTA *et al.*, 2006; 2009).

No período chuvoso, momento em que o enriquecimento nutricional no extrato superior da coluna d'água é superior, facilitando as estratégias de assimilação dos nutrientes pelas algas, as *Chlorophyceae* prevalecem em riqueza de espécies (ARAGÃO *et al.*, 2007).

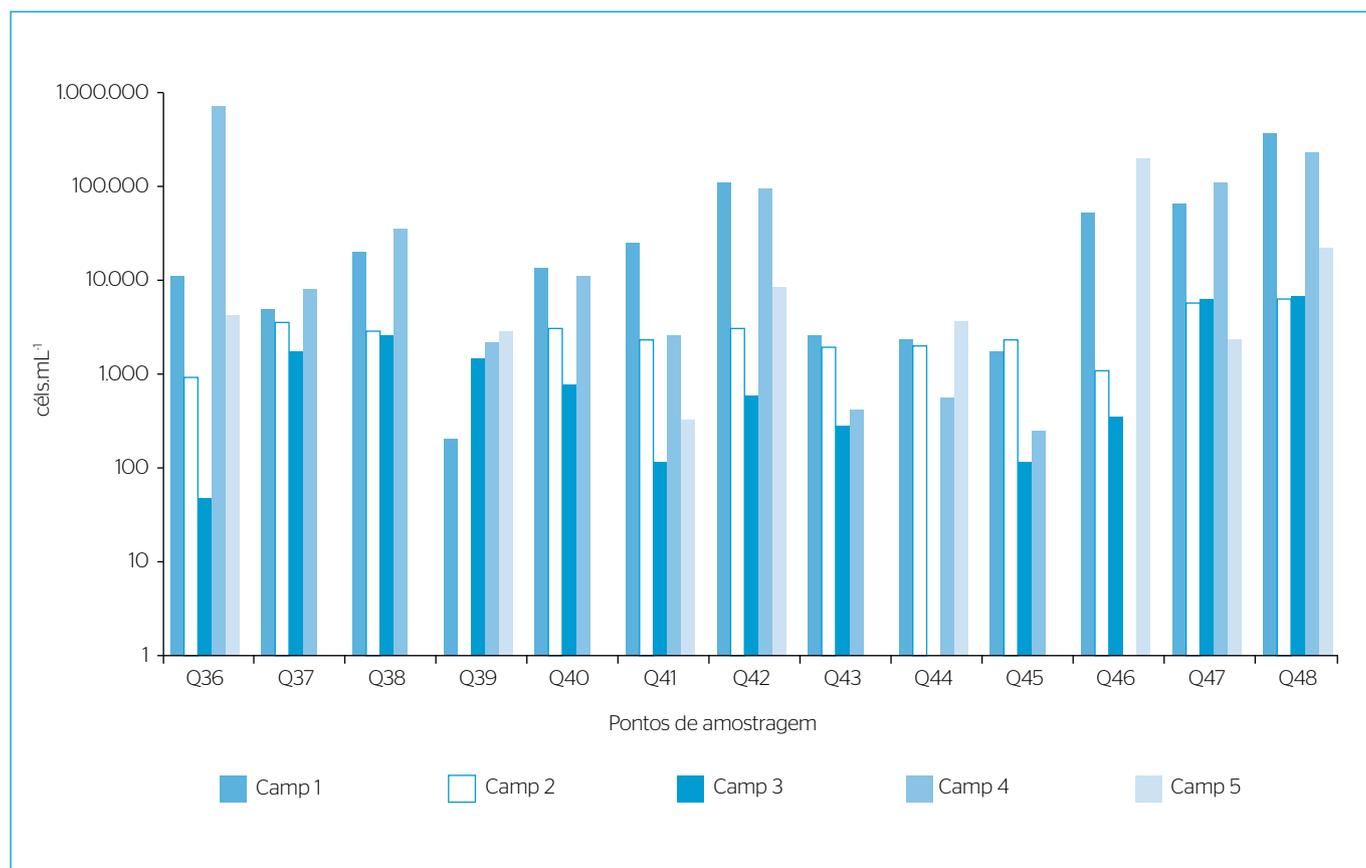
A importância das cianobactérias para o presente estudo confirma-se pela sua frequência de ocorrência, já que entre os cinco táxons considerados usuais, quatro pertencem à classe *Cyanophyceae* (*Merismopedia punctata* Meyen, *Oscillatoria* sp., *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenayya & Subba Raju e *Dolichospermum* sp.) e um ao grupo das *Bacillariophyta*, classe *Coscinodiscophyceae* (*Aulacoseira granulata* (Ehrenberg) Simonsen). Do total de táxons identificados no presente estudo, 59 foram classificados como pouco frequentes (73%), 17 considerados raros (21%) e apenas 5 frequentes (6%).

As densidades mais elevadas foram registradas nos pontos de reservatório: Q36, remanso do reservatório Engenheiro Ávidos, com 598.119 células.mL<sup>-1</sup>, e no eixo do reservatório Armando Ribeiro Gonçalves (Q48), com 552.242 células.mL<sup>-1</sup>. Nos pontos de rio, as densidades foram inferiores, com 4.716 células.mL<sup>-1</sup> no Rio Piancó, a montante do Rio Piranhas (Q43), e 3.990 células.mL<sup>-1</sup> no ponto Q45,

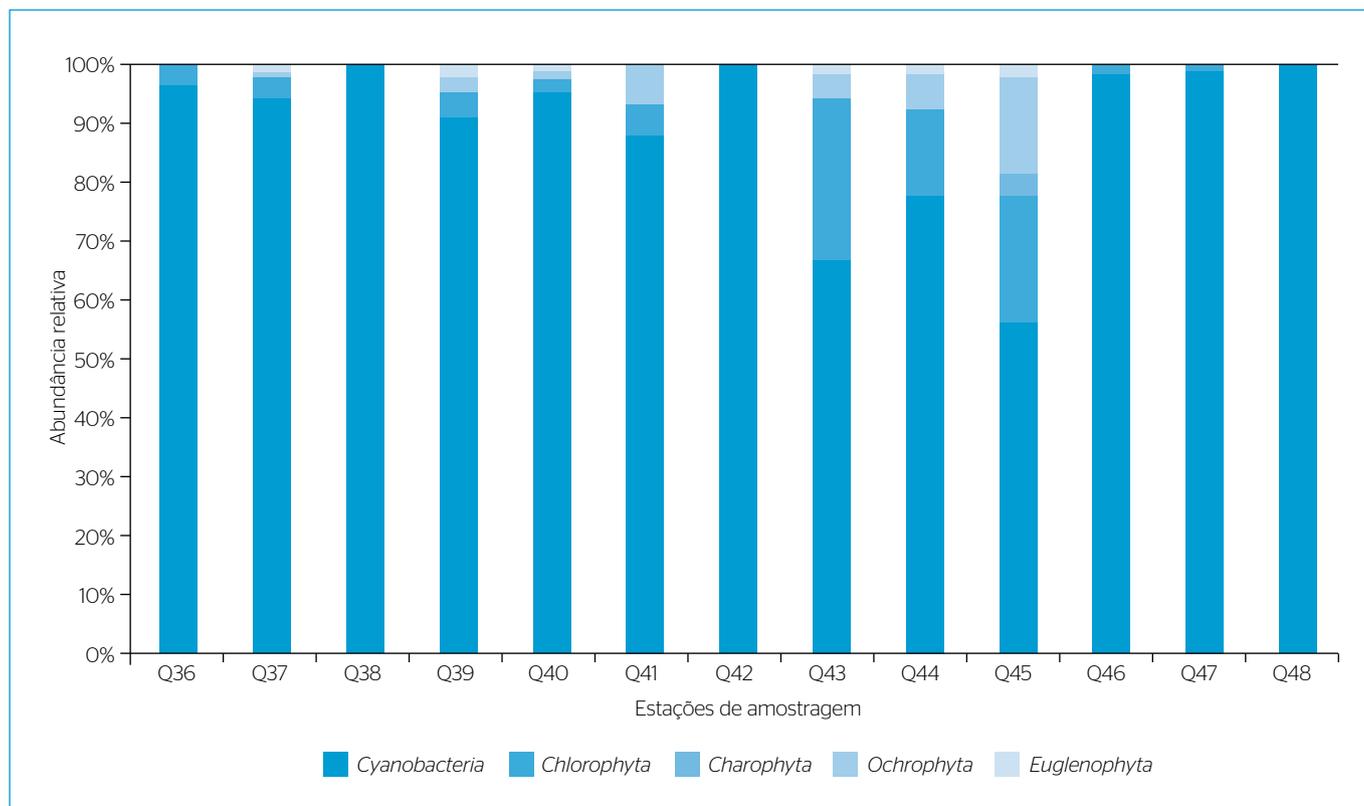
Rio Piranhas (Oiticica II). Com relação ao período de estudo, as campanhas 1 (abril a junho de 2010) e 4 (fevereiro a abril de 2011) apresentaram as densidades mais elevadas, com 599.254 e 1.016.039 células.mL<sup>-1</sup>, e as 2 (agosto a setembro de 2010) e 3 (outubro a dezembro de 2010) tiveram as mais baixas, com 32.274 e 19.445 células.mL<sup>-1</sup>, respectivamente (Figura 2).

De maneira geral, as cianobactérias contribuíram com as maiores densidades em todas as estações de amostragem, apresentando dominância superior a 50% (Figura 3) e corroborando com os estudos realizados na mesma bacia por Costa *et al.* (2006; 2009) e Panosso *et al.* (2007). Entretanto, a pesquisa de Chellapa *et al.* (2007) no reservatório Cruzeta (Rio Grande do Norte) se difere dos dados encontrados, pois os autores apresentam a classe *Chlorophyceae* como dominante, com um total de 9.200 indivíduos/mL.

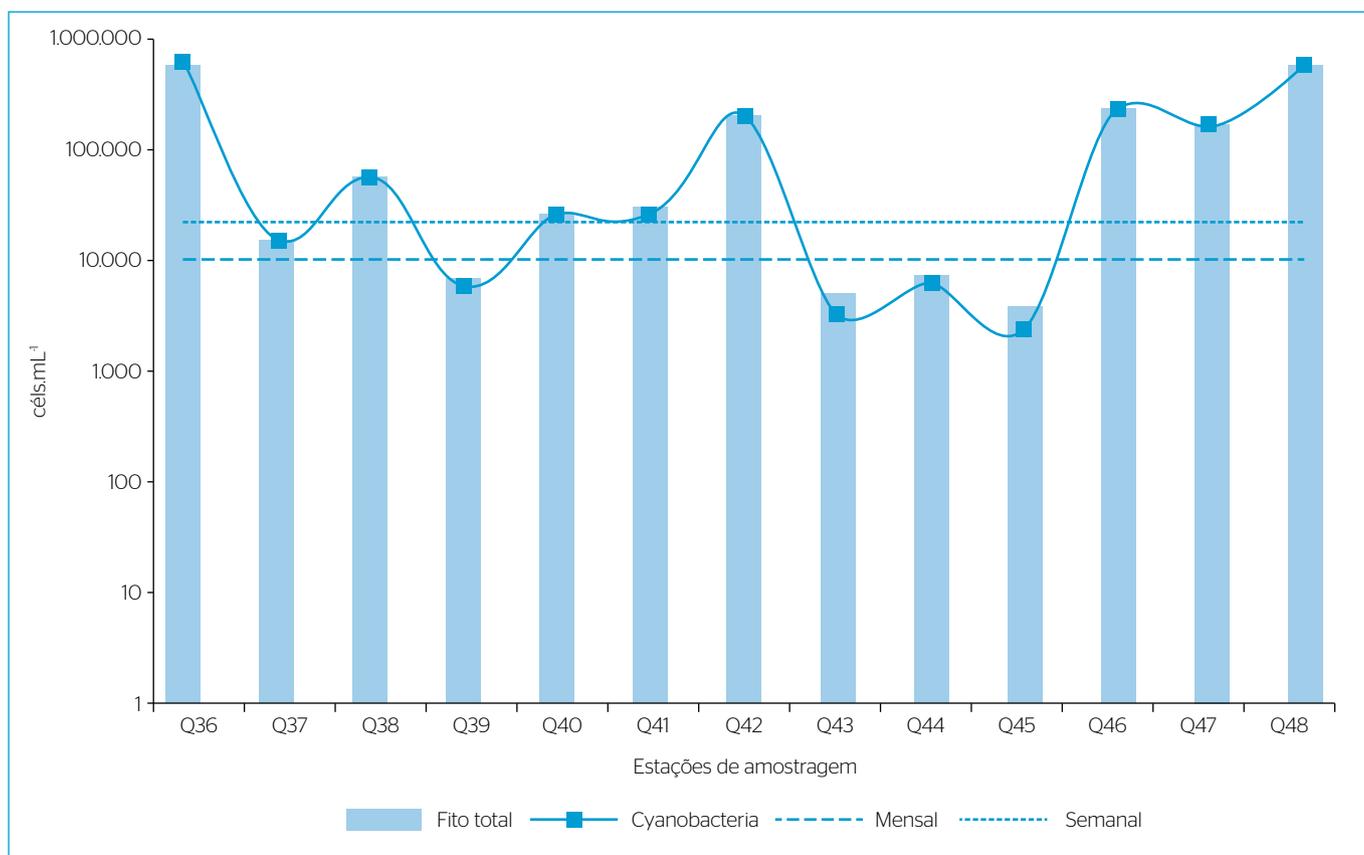
Apenas nos pontos localizados em rios, Q43 (Rio Piancó, a montante do Rio Piranhas), Q44 (Rio Piranhas, divisa entre PB/RN) e Q45 (Rio Piranhas, Oiticica II), as cianobactérias apresentaram índice de dominância inferior a 80%. Além desses, o ponto Q39 (Remanso São Gonçalo) teve densidade total inferior aos limites recomendados pela legislação (Portaria MS 2.914, de 12 de dezembro de 2011), como observado na Figura 4.



**Figura 2** - Densidade total média da comunidade fitoplanctônica da bacia do Rio Piranhas-Açu entre as campanhas 1 a 5 (abril de 2010 a junho de 2011) nos pontos de monitoramento para o Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional.



**Figura 3** - Abundância da comunidade fitoplanctônica da bacia do Rio Piranhas-Açu entre as campanhas 1 a 5 (abril de 2010 a junho de 2011) nos pontos de monitoramento para o Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional.



**Figura 4** - Densidade total média da comunidade fitoplanctônica total e das cianobactérias da bacia do Rio Piranhas-Açu em comparação com os valores limites recomendados pela Portaria 2.914 do Ministério da Saúde, de 12 de dezembro de 2011, nas estações de amostragem.

Nos demais pontos, principalmente nos reservatórios utilizados para abastecimento público, é exigido o monitoramento mensal para aqueles com densidades superiores a 10.000 células.mL<sup>-1</sup>, e semanal, em que a densidade ultrapassa 20.000 células.mL<sup>-1</sup>. Esses valores elevados na densidade das *Cyanophyceae* representam um grande risco às populações, especialmente pela ocorrência de espécies potencialmente produtoras de toxinas, além do risco de bioacumulação em peixes, moluscos e bivalves (BRASIL, 2003).

As espécies que obtiveram maiores densidades na primeira campanha (abril a junho de 2010) foram: *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenayya & Subba Raju, com total de 235.417 células.mL<sup>-1</sup>; *Raphidiopsis mediterrânea* Skuj., 168.296 células.mL<sup>-1</sup>; *Pseudanabaena limnetica* (Lem.) Kom., 165.064 células.mL<sup>-1</sup>; *Microcystis* sp., 137.318 células.mL<sup>-1</sup>; *Dolichospermum* sp., 108.378 células.mL<sup>-1</sup>, todas com maior densidade no ponto Q48, e *Limnothrix* sp., 199.200 células.mL<sup>-1</sup>, apresentando maior no ponto Q42. Os períodos de agosto a setembro de 2010, referentes à segunda campanha (maiores densidades em Q37 e Q47) e maio a junho de 2011, quinta campanha (maior densidade em Q46) foram dominados pela *Oscillatoria* sp., com total de 23.859 e 219.484 células.mL<sup>-1</sup>, respectivamente.

De outubro a dezembro de 2010 (terceira campanha), as maiores densidades ocorreram no ponto Q48, para a espécie *C. raciborskii*, com total de 14.156 células.mL<sup>-1</sup> na campanha. De fevereiro a abril de 2011 (quarta campanha), foram dominantes a *Oscillatoria* sp., com 510.859 células.mL<sup>-1</sup>, e *Merismopedia punctata* Meyen, com 201.813 células.mL<sup>-1</sup>, ambas apresentando maior densidade no Q36, e *C. raciborskii*, com total de 436.016 células.mL<sup>-1</sup> (Q42 e Q48).

*C. raciborskii* é citada em muitos trabalhos em reservatórios como espécie dominante (BOUVY *et al.*, 1999; TUCCI & SANT'ANNA, 2003; CHELLAPA *et al.*, 2007). Eventos de florações de cianobactérias são frequentes em reservatórios no estado do Rio Grande do Norte, sendo as espécies mais frequentes a *Microcystis* spp., *Cylindrospermopsis raciborskii*, *Planktothrix agardhii*, *Dolichospermum* spp., *Aphanocapsa* sp. e *Aphanizomenon* spp. Os organismos geralmente dominantes nesses ambientes e em alguns reservatórios podem chegar a compor entre 50 a 100% da densidade total, sendo considerada consequência da eutrofização (COSTA, 2003; COSTA *et al.*, 2006; 2009; PANOSSO *et al.*, 2007).

Os estudos de Costa *et al.* (2006; 2009) e Panosso *et al.* (2007) revelaram a presença de cianotoxinas no reservatório Armando Ribeiro Gonçalves – RN. Costa *et al.* (2006) relataram ocorrência de microcistinas (8,8 µg.L<sup>-1</sup>) e saxitoxinas (3,14 µg.L<sup>-1</sup>), entre abril e maio de 2000.

Diante dos dados observados, num programa de prevenção da saúde pública, é essencial monitorar as cianobactérias, sobretudo nas origens de água ao longo de pontos cruciais do sistema de abastecimento. Esses pontos podem incluir reservatórios de água, zonas de origem da captação, água bruta das estações de tratamento e água tratada.

## CONCLUSÕES

A comunidade fitoplanctônica foi distribuída em nove classes; a divisão *Chlorophyta* foi a mais representativa em riqueza de espécies, seguida das cianobactérias, as quais dominaram o período de estudo e os pontos de amostragem. Os resultados obtidos refletem a situação de referência da comunidade fitoplanctônica ao longo da bacia do Rio Piranhas-Açu, utilizada para usos múltiplos em região semiárida, no Nordeste brasileiro.

A alta densidade das cianobactérias pode estar relacionada ao alto tempo de residência da água em reservatórios e às características climáticas locais de altas temperaturas e radiação solar.

Para os reservatórios Engenheiros Ávidos, São Gonçalo, Coremas, Açu e Armando Ribeiro Gonçalves, os valores limites estabelecidos pelo Ministério da Saúde, pela Portaria 2.914/2011, no que se refere à densidade de cianobactérias, foram ultrapassados (BRASIL, 2011). Valores elevados na densidade das cianobactérias representam um grande risco à saúde pública, especialmente pela ocorrência das florações de espécies potencialmente produtoras de toxinas desses reservatórios e pela documentação a respeito dos reservatórios de abastecimento público na referida bacia com ocorrência de cianotoxinas na água.

Tendo em vista os riscos à saúde pública da liberação de cianotoxinas, recomenda-se o monitoramento constante do trecho estudado da bacia do Rio Piranhas-Açu a fim de prevenir acidentes, bem como obter conhecimento para implementar planos de gerenciamento entre as bacias que serão interligadas, sem comprometer seus usos múltiplos, manter sob controle as florações de cianobactérias e monitorar a qualidade da água.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS DO ESTADO DA PARAÍBA – AESA. (2016) *Comitê Piranhas-Açu*. Mapa da Bacia Hidrográfica do Rio Piranhas-Açu – PB/RN. Paraíba. Disponível em: <<http://www.aesa.pb.gov.br/comites/piranhasacu/>>. Acesso em: 19 jul. 2016.

ANAGNOSTIDIS, K. & KOMAREK, J. (1988) Modern approach to the classification system of Cyanophyta, 3: Oscillatoriales. *Algological Studies*, v. 80, n. 1/4, p. 327-472.

ARAGÃO, N.K.C.V.; GOMES, C.T.S.; LIRA, G.A.S.T.; ANDRADE, C.M. (2007) Estudo da comunidade fitoplanctônica no reservatório do Carpina-PE, com ênfase em Cyanobacteria. *Revista Instituto Adolfo Lutz*, v. 66, n. 3, p. 240-248.

BOUVY, M.; MOLICA, R.; OLIVEIRA, S.; MARINHO, M.; BEKER, B. (1999) Dynamics of a toxic cyanobacterial bloom (*Cylindrospermopsis raciborskii*) in a shallow reservoir in the semi-arid region of northeast Brazil. *Aquatic Microbial Ecology*, v. 20, p. 285-297.

- BRASIL. Ministério da Saúde. (2003) *Cianobactérias tóxicas na água para consumo humano na saúde pública e processos de remoção em água para consumo humano*. Brasília: Fundação Nacional da Saúde.
- \_\_\_\_\_. Ministério da Integração Nacional. (2005) *Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional*: Projeto Básico Ambiental - PBA. Parte C - Item 22. Brasília, 33p.
- \_\_\_\_\_. (2011). *Portaria MS Nº 2914, de 12 de dezembro de 2011*. Brasília: Diário Oficial da União.
- BROOKE, D.; RIBEIRO, D.; RODRIGUES, L.; CAMPOS, M.; MENDES, R. (2008) *Algas e seus impactos em sistemas de tratamento de águas para abastecimento: estudo de caso sistema Guarapiranga*. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária, Universidade de São Paulo.
- BUCHEIM, M.A.; MICHALOPULOS, E.A.; BUCHHEIM, J.A. (2001) Phylogeny of the Chlorophyceae with special reference to the Sphaeropleales: a study of 18S and 26S rDNA data. *Journal of Phycology*, v. 37, p. 819-935.
- CALIJURI, M.C.; SANTOS, A.C.A.; JATI, S. (2002) Temporal changes in the phytoplankton community structure in a tropical and eutrophic reservoir (Barra Bonita, S.P-Brazil). *Journal of Plankton Research*, v. 24, n. 7, p. 617-634.
- CHELLAPPA, N.T. & COSTA, M.A.M. (2003) Dominant and co-existing species of Cyanobacteria from a Eutrophicated reservoir of Rio Grande do Norte State, Brazil. *Revista Acta Oecologica*, v. 24, n. 1, p. S3-S10.
- CHELLAPPA, N.T.; BORBA, J.L.M.; OLIVEIRA, R.K.; LIMA, A.K.A. (2007) Diversidade, co-existência e dominância na comunidade fitoplanctônica da Barragem Cruzeta, Rio Grande do Norte. *Revista Brasileira de Biociências*, v. 5, n. 2, p. 126-128.
- CHELLAPPA, N.T.; CHELLAPPA, T.; CÂMARA, F.R.A.; ROCHA, O.; CHELLAPPA, S. (2009) Impact of stress and disturbance factors on the phytoplankton communities in Northeastern Brazil reservoir. *Revista Limnologia*, v. 39, p. 273-282.
- CHELLAPPA, N.T.; CÂMARA, F.R.A.; ROCHA, O. (2009) Phytoplankton community: indicator of water quality in the Armando Ribeiro Gonçalves Reservoir and Pataxó Channel, Rio Grande do Norte, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, v. 69, n. 2, p. 241-251.
- COSTA, I.A.S.; ARAÚJO, M.F.F.; CHELLAPPA, N.T. (1998) Comunidade fitoplanctônica e variáveis ambientais da Barragem Armando Ribeiro Gonçalves. Assu-RN, Brasil. *Acta Limnologia Brasiliensis*, v. 10, p. 65-78.
- COSTA, I.A.S.; ARAÚJO, F.F.; CHELLAPPA, N.T. (2000) Estudos das microalgas fitoplanctônicas da barragem Eng. Armando Ribeiro Gonçalves, Assu/RN. *Acta Limnologia Brasiliensis*, v. 12, p. 65-72.
- COSTA, I.A.S. (2003) *Dinâmica de populações de cianobactérias em um reservatório eutrofizado do semi-árido nordestino brasileiro*. Tese (Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais), Universidade Federal de São Carlos, São Paulo.
- COSTA, I.A.; AZEVEDO, S.M.F.O.; SENNA, P.A.; BERNARDO, R.R.; COSTA, S.M.; CHELLAPPA, N.T. (2006) Occurrence of toxin-producing cyanobacteria blooms in a Brazilian semiarid reservoir. *Brazilian Journal of Biology*, v. 66, n. 1, p. 211-219.
- COSTA, I.A.S.; CUNHA, S.R.S.; PANOSSO, R.; ARAÚJO, M.F.F.; MELO, J.L.S.; ESKINAZI-SANT'ANNA, E.M. (2009) Dinâmica de cianobactérias em reservatórios eutróficos do semi-árido do Rio Grande do Norte. *Oecologia Brasiliensis*, v. 13, n. 2, p. 382-401.
- ESTEVES, F.A. (2011) *Fundamentos de limnologia*. 3. Ed. Rio de Janeiro: Inderciência.
- FERRAGUT, C.; LOPES, M.R.M.; BICUDO, D.C.; BICUDO, C.E.M.; VERCELLINO, I.S. (2005) Ficoflórula perifítica e planctônica (exceto Bacillariophyceae) de um reservatório oligotrófico raso (Lago do IAG, São Paulo). *Hoehnea*, v. 32, p. 137-184.
- KOMÁREK, J. & ANAGNOSTIDIS, K. (2005) Cyanoprokaryota 2. Teil: Oscillatoriales. In: BRIDEL, B.; GASTNER, G.L.; KRIENITZ, M.S. (eds.). *Süßwasserflora von Mitteleuropa 19/2*. London: Elsevier, p. 1-759.
- LOBO, E. & LEIGHTON, G. (1986) Estructuras comunitarias de las fitocenosis planctónicas de los sistemas de desembocaduras de rios y esteros de la zona central de Chile. *Revista Biología Marina y Oceanografía*, v. 22, n. 1, p. 1-29.
- MATTEUCCI, S.D. & COLMA, A. (1982) La metodología para el estudio de la vegetación. Colección de monografías científicas. *Serie Biología*, v. 22, p. 1-168.
- MEDLIN, L.K. & KACZMARSKA, I. (2004) Evolution of the Diatoms: V. Morphological and cytological support for the major clades and a taxonomic revision. *Phycologia*, v. 43, p. 245-270.
- MOURA, A.N.; BITTENCOURT-OLIVEIRA, M.C.; DANTAS, E.W.; NETO, J.D.T.A. (2007) Phytoplanktonic associations: a tool to understanding dominance events in a tropical Brazilian reservoir. *Revista Acta Botânica Brasileira*, v. 21, n. 3, p. 641-648.
- MOURA, E.M.; RIGHETTO, A.M.; LIMA, R.R.M. (2011) Avaliação da disponibilidade hídrica e da demanda hídrica no trecho do Rio Piranhas-Açu entre os Açudes Coremas-Mãe D'água e Armando Ribeiro Gonçalves. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 16, n. 4, p. 7-19.
- PANOSSO, R.F.; COSTA, I.A.S.; SOUZA, N.R.; ATTAYDE, J.L.; CUNHA, S.R.S.; GOMES, F.C.F. (2007) 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 Brasiliensis*, v. 11, n. 3, p. 433-449.
- RODRIGUES, S.C. (2004) *Estudo comparativo da estrutura da comunidade fitoplanctônica na foz dos rios formadores do delta do Jacuí, Rio Grande do Sul, Brasil*. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ecologia do Instituto de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- RODRIGUES, L.L.; SANT'ANNA, C.L.; TUCCI, A. (2010) Chlorophyceae das represas Billings (Braço Taquacetuba) e Guarapiranga, SP, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 33, p. 247-264.

SANTANNA, C.L.; MELCHER, S.S.; CARVALHO, M.C.; GEMELGO, M.P.; AZEVEDO, M.T.P. (2007) Planktic Cyanobacteria from upper Tietê basin reservoirs, SP, Brazil. *Revista Brasileira de Botânica*, São Paulo, v.30, n.1, p.1-17.

SILVA, L.A.; ARAÚJO, F.; PANOSSO, R.; CAMACHO, F.; COSTA, I.A.S. (2011) As águas verdes dos Reservatórios do Rio Grande do Norte: o problema das cianobactérias e cianotoxinas. Associação Brasileira de Limnologia, *Boletim Ablimno*, v. 39, n. 1, p. 1-10.

TUCCI, A. & SANTANNA, C.L. (2003) *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenayya & Subba Raju (Cyanobacteria): variação semanal e relações com fatores ambientais em um reservatório eutrófico, São Paulo, SP, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 26, n. 1, p. 97-112.

UTERMÖHL, H. (1958) Zur vervollkommer der quantitativen phytoplankton methodic. *Mitteilungen Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie*, v. 9, p. 1-38.

VAN DEN HOEK, C.; MANN, D.G.; JAHNS, H.M. (1995) *Algae: an introduction to phycology*. Cambridge: Cambridge University Press. 640 p.

VASCONCELOS, J.F.; BARBOSA, J.E.L.; DINIZ, C.R.; CEBALLOS, B.S.O. (2011) Cianobactérias em reservatórios do Estado da Paraíba: ocorrência, toxicidade e fatores reguladores. *Boletim Ablimno*, v. 39, n. 2, p. 1-20.