



ISSN:1984-2295

Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: www.ufpe.br/rbgfe



Caracterização do fitoplâncton das bacias do rio São Francisco, Moxotó e Paraíba, inseridas no projeto de integração do rio São Francisco

Gelsomina Lima Mascarenhas¹; Maristela Casé Costa Cunha²; Larissa Ribeiro Martins³; Jucélia Tavares Ferreira¹; Denise Vieira Lopes¹

¹Licenciada em Ciências Biológicas, Universidade do Estadual da Bahia, Paulo Afonso, Bahia, Brasil, gelmascarenhasp@hotmail.com. ²Prof. Doutor adjunta, Universidade do Estado da Bahia, Paulo Afonso, Bahia, Brasil, maristelacase@gmail.com. ³Mestre em Engenharia Civil, área de concentração Tecnologia Ambiental e Recursos hídricos, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Pernambuco, Brasil, larissarm.bio@gmail.com.

Artigo recebido em 10/07/2013 e aceite em 30/09/2013

RESUMO

O fitoplâncton é uma comunidade aquática utilizada como bioindicador ambiental com função de destaque no estudo de ecossistemas aquáticos, e importante na avaliação de mudanças no meio ambiente e no funcionamento de reservatórios. Desta forma este trabalho tem o intuito de caracterizar a flora da comunidade fitoplanctônica das bacias do Rio São Francisco, Moxotó e Paraíba, inseridas no Programa de Integração do rio São Francisco, que compreende reservatórios e rios da região semiárida do Nordeste brasileiro. As coletas foram realizadas, nessas bacias, no período de outubro de 2011 a agosto de 2012, com frequência trimestral. Como resultado verificou-se que a grande maioria dos parâmetros físico-químicos analisados, encontra-se acima do permitido pela Resolução CONAMA 357/2005. Em relação à comunidade fitoplanctônica, a divisão Chlorophyta apresentou o maior número de táxons, enquanto que a Cynophyta dominou em todo o período de estudo, com os maiores valores de densidade. As espécies *Cylindrospermopsis raciborskii* e *Oscillatoria* sp., foram dominantes em todo o período de estudo, o que merece atenção visto que, são potencialmente produtoras de toxinas, podendo gerar um grave problema de saúde pública.

Palavras-chave: Comunidade Fitoplanctônica; Bioindicador; Monitoramento; Parâmetros Físico-Químicos.

Characterization of phytoplankton basins of the São Francisco River, Moxotó and Paraíba, inserted in the integration project of the São Francisco

ABSTRACT

The phytoplankton community is used as a bioindicator aquatic environment with prominent role in the study of aquatic ecosystems, and important in evaluating changes in the environment and operation of reservoirs. Thus this work aims to characterize the flora of the phytoplankton community of the São Francisco River basin, Moxotó and Paraíba, inserted in the Integration Program of São Francisco River, which includes reservoirs and rivers in the semiarid region of northeastern Brazil. Samples were collected in these basins, from October 2011 to August 2012, with quarterly frequency. As a result it was found that the vast majority of physico-chemical parameters analyzed, is above that allowed by CONAMA Resolution 357/2005. Regarding the phytoplankton community, the division Chlorophyta had the highest number of taxa, while Cynophyta dominated throughout the study period, with the highest density values. The species *Cylindrospermopsis raciborskii* and *Oscillatoria* sp., Were dominant throughout the study period, which deserves attention since, are potentially produce toxins, which can generate a serious public health problem.

Keywords: Phytoplankton Community; Bioindicator; Monitoring; Physical-chemical parameters

E-mail para correspondência: gelmascarenhasp@hotmail.com
(MASCARENHAS, G.L.).

Introdução

O fitoplâncton é um dos principais grupos de produtores primários, essenciais para a biocenose de sistemas límnicos (RODRIGUES, 2004), pois reflete altas taxas de produtividade (BICUDO et al., 2005; LIRA, 2011). Esses organismos colaboram de modo eficiente no controle, prevenção e preservação da qualidade da água (SANT'ANNA; AZEVEDO 2000), bem como são utilizados como bioindicadores de ambientes lóticos e lênticos (IWATA, 2007; LIRA, 2007; MOURA, 2007; ARAUJO, 2010; COSTA, 2011).

Estudos realizados acerca destas comunidades em diversos reservatórios do Nordeste do Brasil retratam a importância desses organismos (COSTA, 2006; MOURA, 2007; DANTAS, 2008; CHELLAPPA, 2009; LIRA, 2009, 2011). Trabalhos se utilizaram do conhecimento da biodiversidade fitoplanctônica e também das variáveis físicas e químicas, como ferramentas para diagnosticar possíveis problemas de eutrofização, oriundos de impacto antrópico em reservatórios ou rios (RODRIGUES, et al., 2007; MELO, 2011).

A região semiárida, no Nordeste brasileiro, possui grande quantidade de reservatórios responsáveis pelo abastecimento de 40 milhões de pessoas, principalmente na época de seca (BARBOSA, 2002). Dessa forma, percebe-se a importância do estudo das comunidades fitoplanctônicas desses ecossistemas. Isto se deve ao fato de que

alterações quali-quantitativas na composição destas comunidades podem indicar problemas impactantes no sistema, passíveis de inviabilização do uso da água para os seus mais variados fins (BRANCO e CAVALCANTI, 1999).

Destarte se faz necessário, também, a realização de trabalhos que venham contribuir para a caracterização do fitoplâncton das bacias hidrográficas integrantes do Projeto de Integração do rio São Francisco (Programa do Governo Federal). Isso porque, esse projeto, tem como objetivo assegurar a oferta de água, em 2025, à cerca de 12 milhões de pessoas da região semiárida dos estados de Pernambuco, Ceará, Paraíba e Rio Grande do Norte (BRASIL, 2009).

Este trabalho tem o intuito de caracterizar a flora da comunidade fitoplanctônica e constatar a influencia dos parâmetros físico-químicos nas bacias do rio São Francisco, Moxotó e Paraíba do Programa de Integração do rio São Francisco que compreende reservatórios e rios da região semiárida do Nordeste Brasileiro.

Material e Métodos

Caracterização da área de estudo

O trabalho foi realizado no Eixo leste do Projeto de Integração do rio São Francisco, que compreende as bacias dos rios São Francisco, Moxotó, Paraíba e Pajeú, sendo as três primeiras o objeto deste estudo.

A bacia hidrográfica do rio São Francisco possui uma área de 634.000 km²,

correspondendo à cerca de 8% do território nacional, ela se relaciona diretamente com sete unidades federativas: Minas Gerais, Bahia, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Goiás e Distrito Federal, (BRASIL, 2012). A bacia hidrográfica do rio Moxotó situa-se, em sua maior parte, no Estado de Pernambuco, e estende-se na sua porção sudeste para o Estado de Alagoas até o rio São Francisco. Ela apresenta uma área total de 9.744,01 km², dos quais 8.772,32 km² pertencem ao estado de Pernambuco (8,92% de sua área), situando-se em sua maior parte no Sertão do Moxotó, (APAC, 2013). A bacia hidrográfica do rio Paraíba está localizada no estado da Paraíba e possui uma área total de 19456,73 km² abrangendo 78 municípios com parte ou todo território inseridos na bacia. O maior território municipal da bacia do rio Paraíba pertence ao município de Monteiro (área de 996,88 km²) e o menor, o município de Sobrado (área de 41,98 km²), ambos no estado da Paraíba (MARCUIZZO et al., 2012).

Coleta e análise dos dados

Foram realizadas coletas com frequência trimestral entre, outubro de 2011 e agosto de 2012, nos pontos de monitoramento de limnologia e qualidade da água do eixo leste do Projeto de Integração do rio São Francisco (Tabela 1). Os parâmetros físico-químicos apresentados foram realizados de acordo com os recomendados na Licença de Instalação (LI) do Projeto de Integração do rio São Francisco. Sendo eles: pH, alcalinidade,

oxigênio dissolvido, nitrogênio total, fósforo total, clorofila a e sílica total. Analisados de acordo com as metodologias descritas em Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 2000).

As coletas das amostras de água nos pontos de rio e reservatórios, para análises físico-químicas e de fitoplâncton foram realizadas com recipientes de polietileno, na superfície, e com garrafa de Van Dorn, quando em profundidade. Para análise do fitoplâncton, as amostras foram preservadas com lugol acético para posterior análise taxonômica dos organismos e os procedimentos de coleta foram efetuados de acordo com os procedimentos de análise descritos em APHA (2000).

Para identificação do fitoplâncton, foram elaboradas lâminas e observadas em microscópico óptico binocular. A análise quantitativa foi realizada através do método de sedimentação de Utermöhl. Foram utilizadas literaturas especializadas para identificação (BOURRELY, 1972; 1981; KOMARÉK e FOTT, 1983; PARRA et al., 1983; ANAGNOSTIDIS e KOMARÉK, 1988; BICUDO e MENEZES, 2005). Foi calculada a riqueza para os táxons, as frequências de ocorrência de acordo com o critério de Mateucci e Colma (1982), sendo adotadas as seguintes categorias: Muito frequente: >70% das amostras; Frequente: $\leq 70\%$ e $> 40\%$; Pouco Frequente: $\leq 40\%$ e $> 20\%$; Esporádica: $\leq 20\%$; A abundância relativa (%), segundo Lobo e Leighton (1986):

Dominante: $> 50\%$; Abundante: $\leq 50\%$ e $> 30\%$; Pouco Abundante: $\leq 30\%$ e $> 10\%$; Rara: $\leq 10\%$. Para densidade específica o número de células contadas foi dividido pelo volume contado.

Tabela 1. Coordenadas Geográficas dos Pontos de Coleta na bacia do rio São Francisco, Moxotó e Paraíba

Bacia	Ponto	Localidade	Coordenada Geográfica
São Francisco	Q.01	Reservatório Sobradinho	E: 0297543/N: 8954841
	Q.02	Rio Brígida	E: 0438989/N: 9051417
	Q.03	Rio São Francisco (Captação eixo Norte)	E: 0449913/N: 9054855
	Q.54	Reservatório Itaparica (Captação eixo leste)	E: 0565506/N: 9024896
	Q.85	Rio São Francisco (Orocó)	E: 0434177/N: 9046661
	Q.86	Rio São Francisco (Ibó)	E: 0472969/ N: 9046314
Moxotó	Q.81	Reservatório Poço da Cruz (Eixo)	E: 0642419/N: 9059563
	Q.82	Rio Moxotó (Jusante Reservatório Poço da Cruz)	E: 0642380/N: 9059108
	Q.83	Rio Moxotó	E: 0628962/N: 9014104
	Q.84	Reservatório Itaparica (Orla Nova Petrolândia)	E: 0585613/N: 9006073
Paraíba	Q.68	Açude Poções (Eixo)	E: 0720688/N: 9127380
	Q.70	Açude Camalaú (Eixo)	E: 0738459/N: 9127722
	Q.71	Rio Paraíba (Caraúbas)	E: 0775809/N: 9146135
	Q.73	Açude Epitácio Pessoa (Eixo)	E: 0815598/N: 9171184
	Q.74	Rio Paraíba (Jusante do Açude Epitácio Pessoa)	E: 0817565/N: 9171438
	Q.75	Rio Paraíba (Bodocongó)	E: 0169132/N: 9166680
	Q.76	Rio Paraíba (Jusante do Açude Acauã)	E: 0217376/N: 9176538

Resultados e discussão

Parâmetros físico-químicos

A Tabela 2 apresenta os valores encontrados, para as coletas referentes aos períodos de out-nov/2011, jan-fev/2012, mai-jun/2012 e jul-ago/2012, nos pontos amostrais nas bacias dos rios São Francisco, Moxotó e Paraíba, para os parâmetros pH, alcalinidade (mg.L^{-1}), oxigênio dissolvido (mg.L^{-1}), nitrogênio total (mg. L^{-1}), fósforo total (mg. L^{-1}), clorofila a ($\mu\text{g.L}^{-1}$) e sílica total (mg. L^{-1}).

SiO_2). O pH apresentou-se alcalino na maioria dos pontos de amostragem no período de jan-fev/2012, mai-jun/2012 e jul-ago/2012. Os menores valores foram registrados para a bacia do São Francisco no período de jan-fev/2012 (6,0 - Q2; 6,3 - Q3). O maior valor apresentado (8,7) no ponto Q54 (Reservatório Itaparica – Captação eixo leste), corresponde ao pH máximo encontrado para todos os pontos, durante o período de estudo.

Tabela 2. Valores dos parâmetros abióticos nos pontos amostrais, na bacia do São Francisco, bacia do Moxotó e bacia Paraíba, no período de out-
nov/2011, jan-fev/2012, mai-jun/2012 e jul-ago/2012.

Parâmetros	out-nov/2011										mai-jun/2012									
	São Francisco					Moxotó					Paraíba					jul-ago/2012				
Q1	Q2	Q3	Q54	Q85	Q86	Q81	Q82	Q83	Q84	Q68	Q70	Q71	Q73	Q74	Q75	Q76				
pH	4,8	4,6	4,1	5,6	-	-	6,0	5,3	7,0	6,6	5,4	5,3	4,4	5,0	5,1	5,3				
Alcalinidade (mg.L ⁻¹)	26	34	30	26	-	-	98	104	30	126	95	154	67	216	304	89				
Oxigênio Dissolvido (mg.L ⁻¹)	7,8	4,6	8,9	9,2	-	-	6,5	9,7	8,1	7,6	7,4	5,9	8,4	9,4	8,6	9,0				
Nitrogênio Total (mg.L ⁻¹)	1,1	0,0	0,0	0,4	-	-	1,0	1,2	0,6	0,0	0,5	0,9	1,4	4,3	2,9	4,5				
Fósforo Total (mg.L ⁻¹)	0,0	0,1	0,0	0,0	-	-	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,1	0,0	0,0	3,2	0,2				
Clorofila a (µg.L ⁻¹)	16	3	3	7	-	-	25	10	6	39	8	1	6	147	68	1				
Silica Total (mg.L ⁻¹ SiO ₂)	5,6	3,9	4,0	4,2	-	-	1,9	2,5	4,0	8,9	1,1	9,7	4,3	0,7	1,0	5,9				
jan-fev/2012																				
pH	7,3	6,0	6,3	7,4	7,0	8,2	7,9	7,8	7,2	8,4	8,2	7,4	8,1	8,1	8,6	7,6				
Alcalinidade (mg.L ⁻¹)	23	22	23	30	24	119	124	211	25	147	110	79	81	275	138	113				
Oxigênio Dissolvido (mg.L ⁻¹)	-	7,6	11,4	12,0	11,3	6,9	8,9	8,0	10,4	7,3	9,3	9,9	10,2	11,1	5,9	10,4				
Nitrogênio Total (mg.L ⁻¹)	0,1	0,2	0,5	0,4	1,2	1,2	0,8	1,1	0,0	3,0	1,3	1,7	1,6	4,4	1,3	3,4				
Fósforo Total (mg.L ⁻¹)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,4	0,2	0,1	0,0	0,1	0,1	0,9	0,4	0,3				
Clorofila a (µg.L ⁻¹)	4	-	1	7	-	9	38	295	19	54	2	4	8	100	3	-				
Silica Total (mg.L ⁻¹ SiO ₂)	5,9	5,3	5,6	4,5	5,5	3,0	1,2	13,1	4,9	10,2	1,0	7,1	4,7	5,4	6,0	5,4				
mai-jun/2012																				
pH	7,9	7,4	7,9	7,0	8,0	7,8	8,0	7,0	7,7	7,1	8,2	7,4	8,1	8,1	8,6	7,6				
Alcalinidade (mg.L ⁻¹)	38	42	49	26	47	122	123	209	28	329	110	79	81	275	138	113				
Oxigênio Dissolvido (mg.L ⁻¹)	7,7	5,1	8,7	8,9	8,5	7,0	8,0	8,0	8,4	5,7	9,3	9,9	10,2	11,1	5,9	10,4				
Nitrogênio Total (mg.L ⁻¹)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,7	1,3	1,7	0,8	0,0	1,3	3,4				
Fósforo Total (mg.L ⁻¹)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,3	0,6	0,7	0,1	0,0	0,1	0,1	0,9	0,4	0,3				
Clorofila a (µg.L ⁻¹)	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	2	4	8	100	3	-				
Silica Total (mg.L ⁻¹ SiO ₂)	4,0	4,0	4,1	0,7	2,0	0,6	0,7	1,3	0,8	0,7	1,0	7,1	4,7	5,4	6,0	5,4				
jul-ago/2012																				
pH	7,5	7,0	7,4	8,7	7,8	7,7	7,7	7,1	8,0	7,5	7,6	-	8,2	7,1	8,1	7,2				
Alcalinidade (mg.L ⁻¹)	40	55	40	20	25	129	139	199	35	199	100	-	89	244	264	120				
Oxigênio Dissolvido (mg.L ⁻¹)	8,1	6,8	8,5	8,5	8,2	6,2	7,2	8,1	8,1	5,8	6,8	-	7,1	7,8	6,0	8,5				
Nitrogênio Total (mg.L ⁻¹)	0,8	0,0	0,0	0,6	2,0	1,2	1,7	1,3	0,6	4,1	1,1	-	0,0	2,4	7,7	1,1				
Fósforo Total (mg.L ⁻¹)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,2	0,1	-	0,0	0,7	2,0	0,1				
Clorofila a (µg.L ⁻¹)	0	0	0	0	0	7	0	28	0	2	0	-	0	26	27	10				
Silica Total (mg.L ⁻¹ SiO ₂)	2,9	2,9	2,9	4,8	3,1	3,9	4,8	9,6	5,0	9,1	0,6	-	3,7	0,8	1,4	2,8				

Dados ausentes (-). Valores em negrito, acima do permitido pela Resolução CONAMA 357/05 para águas classe II.

Trabalhos realizados em reservatórios do semiárido nordestino, geralmente registraram valores de pH alcalinos (Costa, 2009; Guimarães, 2005). Durante todo o estudo, 80% dos valores do período de out-nov/2011 mantiveram-se fora da faixa limite estabelecida pela Resolução CONAMA 357/2005, (pH mínimo de 6,0 e máximo de 9,0 para águas de classe 2). Melo e colaboradores (2012), ao estudar os reservatórios do semiárido do Nordeste, encontraram valores de pH de até 9,11, no reservatório de Itaparica.

Em relação à alcalinidade, durante todo o estudo, a bacia do São Francisco caracterizou-se distinta das demais. Foram registrados valores mínimos e máximos de 20 mg.L⁻¹ (Q86 - jan-fev/2012; Q54 - jul-ago/2012) e 55 mg.L⁻¹ (Q2 - jul-ago/2012), respectivamente. O maior valor registrado para todas as bacias foi 329 mg.L⁻¹ no ponto Q68 (Reservatório Poções – Eixo), no período de mai-jun/2012, enquanto que o ponto Q84 (Reservatório Itaparica – Orla nova Petrolândia) da bacia do Moxotó apresentou menores valores (out-nov/2011 – 30 mg.L⁻¹; jan-fev/2012 – 25 mg. L⁻¹; mai-jun/2012 – 28 mg. L⁻¹; jul-ago/2012 – 35 mg.L⁻¹). Bouvy (2003), em estudo no reservatório de Tapacurá, no Nordeste do Brasil, observou que a alcalinidade aumentou gradualmente, relacionada ao crescimento do fitoplâncton. Segundo Guimarães (2005), as concentrações de alcalinidade sofrem forte alteração em reservatórios, quando o nível encontra-se

mais baixo. A Resolução CONAMA 357/05 não estabelece padrão máximo para a alcalinidade.

Os valores de oxigênio dissolvido, mínimo (4,6 mg.L⁻¹) e máximo (12 mg.L⁻¹), foram registrados na bacia São Francisco, nos pontos Q2 (out-nov/2011) e Q54 (jan-fev/2012), respectivamente. Além disso, houve saturação em alguns pontos durante os períodos de jan-fev/2012 (Q3, Q54, Q85, Q86, Q84, Q73, Q74, Q76) e mai-jun/2012 (Q73, Q74, Q76) com concentrações de OD acima de 10 mg.L⁻¹, corroborando com estudo, realizado por Bouvy (2003), no reservatório de Tapacurá (Nordeste do Brasil), onde as com concentrações de oxigênio também foram superior a 10 mg L⁻¹. Chellappa (2008), no reservatório Marechal Dutra no estado do Rio Grande do Norte, Brasil, também encontrou altos valores de oxigênio, com saturação na superfície. Esse parâmetro apresentou conformidade com a legislação pertinente, a resolução CONAMA 357/2005, que estabelece, para águas de classe 2, o valor de oxigênio dissolvido, não deve ser inferior a 5 mg. L⁻¹. Somente no ponto Q2 (Rio Brígida – Foz), na bacia do São Francisco, foi registrado valor (4,6 mg. L⁻¹) abaixo do permitido pela legislação.

Analisando as concentrações de nitrogênio total os valores mais elevados foram registrados na bacia do Paraíba, 4,4 mg. L⁻¹ no ponto, Q74 (Jusante ao reservatório Eptácio Pessoa) 7,7 mg. L⁻¹ no Q75 (Rio Paraíba – Bodocongó) e 4,5 mg. L⁻¹

Q76 (Jusante do reservatório Acauã). Os valores elevados nestes pontos de amostragem podem estar relacionados às suas localizações, já que, ambos estão à jusante de reservatórios. Costa (2009) registrou concentrações de nitrogênio total de aproximadamente 6000 mg.L^{-1} , nos reservatórios do Rio Grande do Norte, no período de maior estiagem. Considerando os valores máximos de $1,27 \text{ mg. L}^{-1}$ para ambientes lênticos e $2,18 \text{ mg. L}^{-1}$ para ambientes lóticos propostos pela Resolução CONAMA 357/2005, para águas doces de classes 1 e 2, sob determinadas condições, constatou-se que alguns dos valores encontrados para nitrogênio total estão acima dos indicados.

Os valores de fósforo total apresentaram oscilação em alguns pontos da bacia Moxotó e Paraíba, com valores mínimos e máximos variando de $0,1 \text{ mg. L}^{-1}$ a $3,2 \text{ mg. L}^{-1}$. Na bacia do São Francisco, o ponto Q2 foi o único a apresentar concentração deste parâmetro ($0,1 \text{ mg. L}^{-1}$). A Resolução CONAMA 357/2005 estabelece para a concentração de fósforo total valores máximos para ambiente lótico e lênticos, $0,1 \text{ mg.L}^{-1}$ e $0,030 \text{ mg. L}^{-1}$ respectivamente. Neste estudo a maioria dos pontos que apresentaram concentrações de fósforo total, não esteve dentro do limite aceitável pela legislação. Corroborando com o trabalho realizado por Melo et. al (2012), nos reservatórios de Itaparica (Q54), Poço da Cruz (Q81), Boqueirão (Q73) (Eixo Leste) e

Armando Ribeiro Gonçalves e Castanhão (Eixo Norte), semi-árido nordestino. Deste, os três primeiros fazem parte deste estudo, com concentrações de fósforo total acima do recomendado. Em relação à clorofila a, percebeu-se valores bastante elevados na bacia Paraíba e Moxotó, nos pontos: Q74 e Q75 (out-nov/2011 / mai-jun/2012 / jul-ago/2012), e Q83 (jan-fev/2012 / jul-ago/2012), respectivamente. A legislação pertinente estabelece um limite máximo para a concentração de clorofila a de $30 \text{ } \mu\text{g. L}^{-1}$ para as águas de classes 2. Deste modo, no que se refere a este parâmetro, os valores não se encontram de acordo com a legislação, apresentando valor máximo de $295 \text{ } \mu\text{g. L}^{-1}$, no ponto Q83/jan-fev/2012 da bacia do Moxotó. Bouvy (2000) analisou a relação entre a comunidade fitoplanctônica e o estado trófico de 39 reservatórios localizados no semiárido nordestino. As concentrações de clorofila foram consideradas altas (média $-51,4 \text{ } \mu\text{g.L}^{-1}$). Somente seis reservatórios (15%) mostraram baixa concentração ($< 10 \text{ } \mu\text{g. L}^{-1}$), enquanto que no presente trabalho, em 70% das amostras os valores de clorofila foram considerados baixos.

De acordo com Esteves (1998), dentre os nutrientes mais importantes para a produtividade do fitoplâncton, a sílica pode ser considerada um fator limitante. Para os valores de sílica total as concentrações máxima e mínima foram, respectivamente, de 13 mg.L^{-1} de SiO_2 para o ponto Q83 e $0,6 \text{ mg. L}^{-1}$ SiO_2 nos pontos Q70 e Q 81. Estes

valores divergem dos encontrados por Silva (2011), que ao estudar a variação temporal do fitoplâncton de um lago pertencente à Área de Proteção Permanente no estado de Alagoas, registrou valores mínimos e máximos de 1,30 mg. L⁻¹ SiO₂ e 38,26 mg. L⁻¹ SiO₂, respectivamente. A legislação pertinente não preconiza valor limite para este parâmetro.

3.2 Fitoplâncton

A comunidade fitoplanctônica nas bacias do São Francisco, Moxotó e Paraíba

esteve composta por 78 táxons distribuídos em 6 divisões: Cyanophyta (15), Chlorophyta (39), Bacillariophyta (15), Euglenophyta (6), Dynophyta (2) e Cryptophyta (1).

As Chlorophyta representaram a divisão com maior número de táxons (50%), seguidas das Cyanophyta (19%), Bacillariophyta (19%), Euglenophyta (8%). Dinophyta e Cryptophyta representaram 3% e 1%, respectivamente (Figura 1).

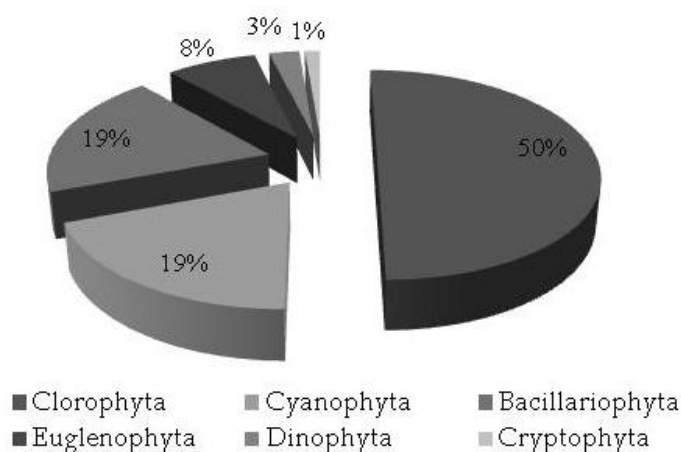


Figura 1. Contribuição das divisões do fitoplâncton no número total de táxons encontrados nas bacias São Francisco, Moxotó e Paraíba no período de outubro de 2011 e agosto de 2012

A contribuição da divisão Chlorophyta em relação às outras divisões foi registrada por diversos estudos em reservatórios no nordeste do Brasil (SILVA, 2008; CHELLAPPA, 2008; CHELLAPPA, 2009; COSTA, 2009; LIRA 2009; ARAÚJO, 2010). Silva (2008), no reservatório de Itaparica, também registrou maior diversidade da divisão Chlorophyta, enquanto que Aragão (2007), no estudo realizado no reservatório de Carpina/Pernambuco, registrou maior

diversidade de Cyanophyta, contribuindo com 48% do táxons, seguida pela Chlorophyta com 29%. A bacia que apresentou maior riqueza foi a Paraíba, com 34 táxons (43%), seguida pela São Francisco com 28 táxons (36%) e Moxotó com 20 táxons (26%). A maior riqueza foi registrada no ponto Q74 (Rio Paraíba - Jusante do reservatório Epitácio Pessoa), com 42 táxons. No ponto Q83 (Rio Moxotó) foi encontrado o menor número de táxons (8) (Figura 2).

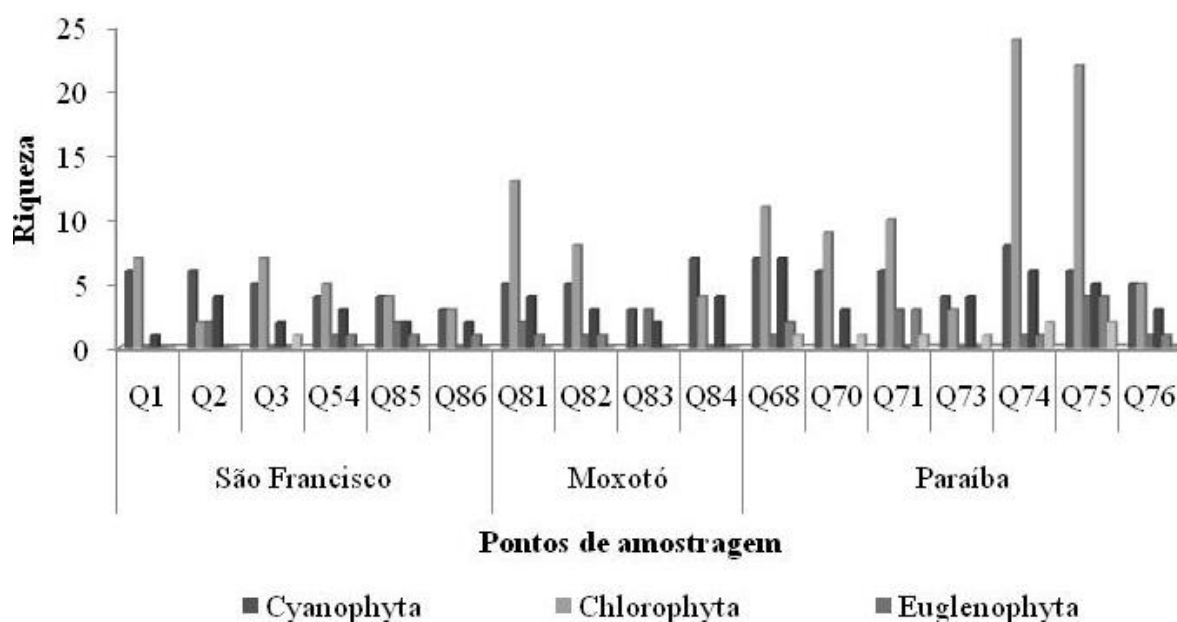


Figura 2. Distribuição do número de táxons por divisão nos pontos amostrados no período de outubro de 2011 e agosto de 2012

Com relação a variação temporal da composição do fitoplâncton, a divisão Chlorophyta predominou em número de táxons nas bacias Paraíba e Moxotó, ambas no período de jul-ago/2012, com 22 e 14 táxons, respectivamente (Figura 3).

Os menores valores foram registrados no período de jan-fev/2012 para a bacia do

São Francisco (4) e Moxotó (6), e no período de out-nov/2011 para a bacia do Paraíba (5). Enquanto os valores mais elevados foram registrados no período de jul-ago/2012 com 26, 29, e 45 táxons para as bacias São Francisco, Moxotó, e Paraíba, respectivamente.

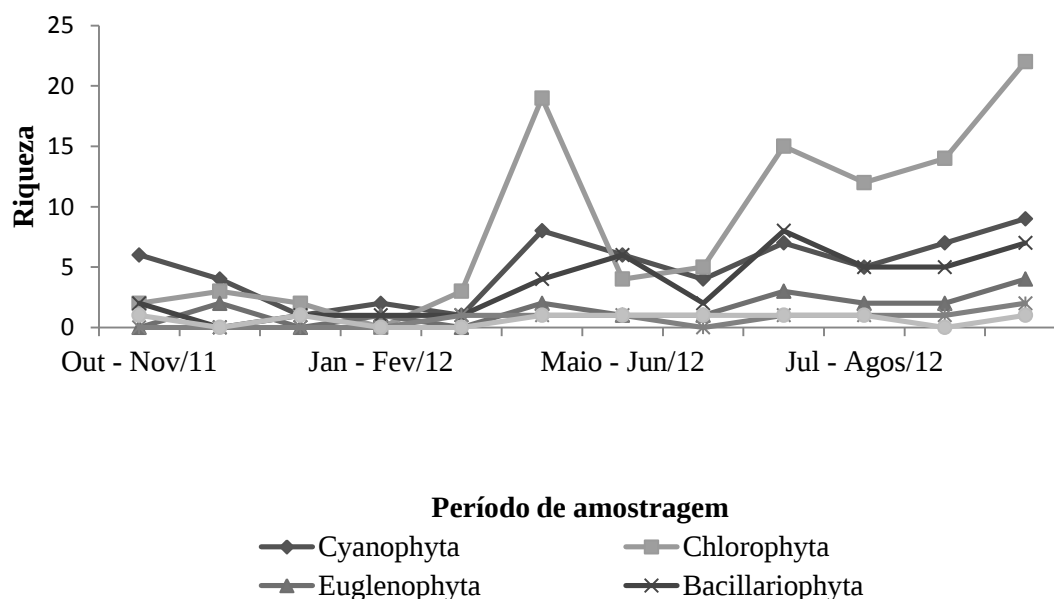


Figura 3. Variação temporal da distribuição dos táxons nos períodos (Out – Nov/2011), (Jan– Feb/2012), (Mai–Jun/2012) e (Jul–Ago/2012), para as bacias São Francisco, Moxotó e Paraíba,

A Cyanophyta na bacia São Francisco foi superior à Chlorophyta, em números de táxons, nos períodos de out-nov/2011; jan-fev/2012; mai-jun/2012; e na bacia do Moxotó, somente durante ou-nov/2011. Nas demais, durante todo o estudo, a Chlorophyta predominou em relação à Cyanophyta. As diferenças entre a riqueza de Chlorophyta e Cyanophyta em reservatórios na região semiárida do Nordeste podem ser explicadas pelo fato de a primeira possuir estratégias para assimilação de nutrientes, principalmente no período chuvoso (ARAGÃO, 2007). A segunda, sofrer a influência de fatores hidrológicos, como a relação volume/água, disponibilidade de luz e nutrientes, assim como por períodos de estiagem (COSTA, 2009).

Apesar de Chlorophyta ter apresentado maior riqueza em relação aos demais táxons, a Cyanophyta mostrou-se mais frequente em todo o estudo, conforme pode ser observado na Tabela 3. Na bacia do Moxotó, *Cylindrospermopsis raciborskii*, foi o único táxon frequente, enquanto que na bacia São Francisco e Paraíba, além deste táxon, *Dolichospermum planctonica*, *Merismopedia punctata*, *Oscillatoria* sp. *Pseudanabaena* sp. foram muito frequentes para ambas. A espécie *Merismopedia punctata* foi muito frequente, *Microcystis* sp. foi frequente, apenas na bacia do Paraíba. Para a Chlorophyta destacou-se *Closterium* sp., *Monoraphidium* sp. como muito frequente e *Scenedesmus* sp. como frequente nas duas bacias citadas

anteriormente. Com relação à dominância, as Cyanophyta apresentaram superior a 90%, corroborando com Panosso (2007), que em estudo em reservatórios no Rio Grande do norte, também mostraram dominância de Cyanophyta em 90% de pelo menos um ponto de coleta, em todos os reservatórios. Costa (2006), no reservatório Armando Ribeiro Gonçalves também apresentou esta predominância de cianobactérias da densidade de fitoplâncton total. *Cylindrospermopsis raciborskii* e *Oscillatoria* sp., foram dominantes na bacia do Moxotó e São Francisco, respectivamente. Na Moxotó destacou-se *Gomphonema* sp. que também apresentou dominância superior a 90%.

Segundo Watson et al. (1997), o pH alcalino é um dos fatores condicionantes à dominância da divisão Cyanophyta. As elevadas densidades destas durante este estudo, entre outros fatores, podem estar relacionadas aos valores do pH, que foram geralmente de alcalinos à neutros, favorecendo seu desenvolvimento.

Uma das espécies mais estudadas entre as Cyanophyta, em reservatórios da região do semi-árido do nordeste, e dominante neste estudo, é *Cylindrospermopsis raciborskii* (BOUVY et al., 2000; TUCCII, 2003). A sua habilidade em formar florações e produzir toxinas, aliada à sua elevada competitividade em ambientes eutrofizados, afirma a sua relevância do ponto de vista ecológico e de saúde pública.

Tabela 3. Frequência de Ocorrência (%) dos táxons identificados nas bacias São Francisco, Moxotó e Paraíba no período de outubro de 2011 à agosto de 2012.

Frequência de Ocorrência						
	São Francisco		Moxotó		Paraíba	
	FO%	Categoria	FO%	Categoria	FO%	Categoria
Cyanophyta						
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i>	100	MF	54	F	100	MF
<i>Dolichospermum planctonica</i>	86	MF			100	MF
<i>Merismopedia punctata</i>					100	MF
<i>Microcystis</i> sp.					70	F
<i>Oscillatoria</i> sp.	100	MF			100	MF
<i>Pseudanabaena</i> sp.	86	MF			80	MF
Chlorophyta						
<i>Actinastrum</i> sp.					50	F
<i>Actinastrum</i> sp.					50	F
<i>Closterium</i> sp.	100	MF			100	MF
<i>Cosmarium</i> sp.					100	MF
<i>Crucigenia</i> sp.					100	MF
<i>Monoraphidium</i> sp.	100	MF			100	F
<i>Monoraphidium. contortum</i>					90	MF
<i>Oocystis lacustris</i>					60	F
<i>Scenedesmus</i> sp.	43	F			50	F
<i>Scenedesmus denticulatus</i>					90	MF
<i>Scenedesmus quadricauda</i>					90	MF
<i>Staurostrum</i> sp.					50	F
<i>Tetrastrum</i> sp.					50	F
Bacillariophyta						
<i>Aulacoseira granulata</i>	43	F				
<i>Cryptomonas</i> sp.	43	F			100	MF
<i>Cyclotella</i> sp.	86	MF			100	MF
<i>Cyclotella stelligera</i>					80	MF
<i>Fragilaria ulna</i>	43	F				
<i>Gomphonema</i> sp.	43	F			50	F
<i>Navicula</i> sp.	57	F				
<i>Nitzschia</i> sp.	43	F				
<i>Penalles</i> sp.	57	F				
Euglenophyta						
<i>Euglena proxima</i>	57	F			50	F
<i>Trachelomonas</i> sp.	43	F			100	MF
Dinophyta						
<i>Gymnodinium</i> sp.	57	F			100	MF
Cryptophyta						
<i>Cryptomonas</i> sp.	43	F			100	MF

FO % = Frequência de Ocorrência; F = Frequente; MF = Muito Frequente

De acordo com Smith e Haney (2006) baixas concentrações de nitrogênio conferem vantagens à dominância de *C. raciborskii*. Este fato foi observado neste estudo, no ponto Q74 na bacia do Paraíba (Rio Paraíba – Jusante do reservatório Eptácio Pessoa), nos períodos de out-nov/2011; jan-fev/2012; mai-jun/2012; onde apresentou elevadas concentrações de nitrogênio e baixa densidade desta espécie. Vasconcelos (2011) observou que, após período de dominância de alguns táxons, ocorre a substituição por *C. raciborskii* devido à diminuição da disponibilidade de nitrogênio. Em estudo realizado em um reservatório eutrófico na região semiárida do Brasil, Bittencourt-Oliveira (2012), observou a alternância de posição dominante do fitoplâncton onde, *C. raciborskii* dominou em ambas as profundidades e todos os momentos do dia.

Em 94% dos pontos amostrais as Cyanophyta foram dominantes (Figura 4). A única exceção foi o ponto Q83 (Rio Moxotó). Neste ponto a Bacillariophyta *Gomphonema* sp. apresentou dominância superior à Cyanophyta, em torno de 60%. Provavelmente este índice elevado deve-se a alta concentração de sílica nesse ponto durante o período de out-nov/2011 ($13,6 \text{ mg.L}^{-1} \text{ SiO}_2$), jan-fev/2012 ($13,1 \text{ mg.L}^{-1} \text{ SiO}_2$) e jul-ago/2012 ($9,6 \text{ mg.L}^{-1} \text{ SiO}_2$). Em estudo realizado em um reservatório no Rio Grande do Norte, Costa (2009) constatou que pequenas diatomáceas foram bem representativas da divisão Bacillariophyta, coexistindo com Cyanophyta (filamentosas). A coexistência de Bacillariophyta, com menor biomassa, e Cyanophyta do grupo *Microcystis* sp. também foi muito constante nos reservatórios estudados.

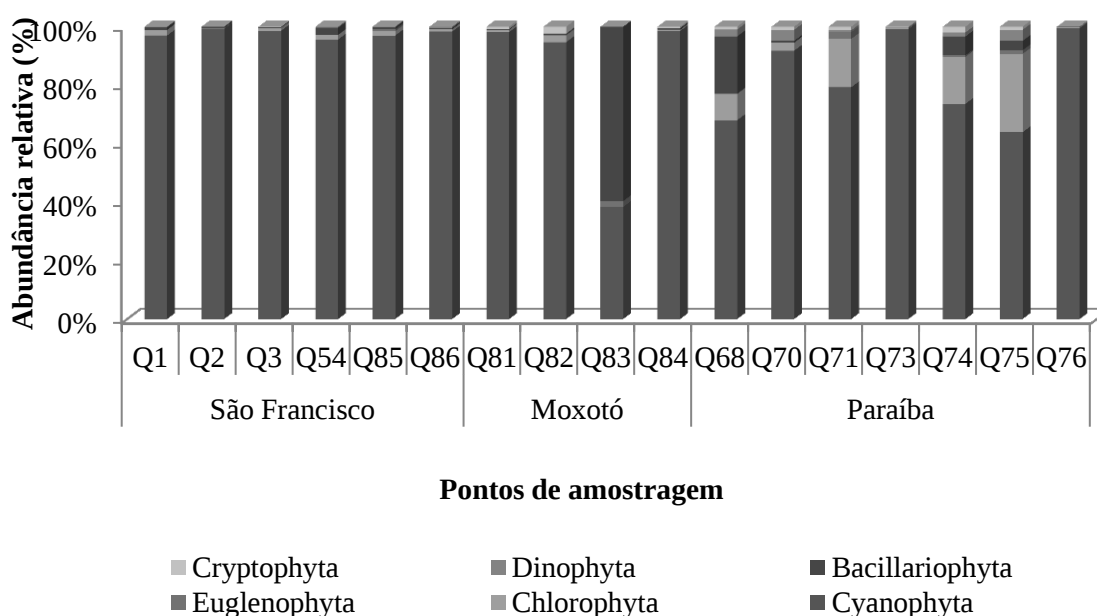


Figura 4. Abundância da comunidade fitoplancônica da bacia do São Francisco, Moxotó e Paraíba nos pontos de amostragem de outubro de 2011 à agosto de 2012.

A densidade total do fitoplâncton apresentou altos valores (Figura 5). Dentre as campanhas, o ponto com valor mais elevado encontra-se no período de jul-ago/2012. Esse ponto, Q68 (Reservatório Poções – Eixo) na

bacia do Paraíba, apresentou 573.671 céls.mL⁻¹, sendo o menor valor 250 céls.mL⁻¹, registrado no ponto Q85 (Rio São Francisco – Orocó), na bacia do São Francisco.

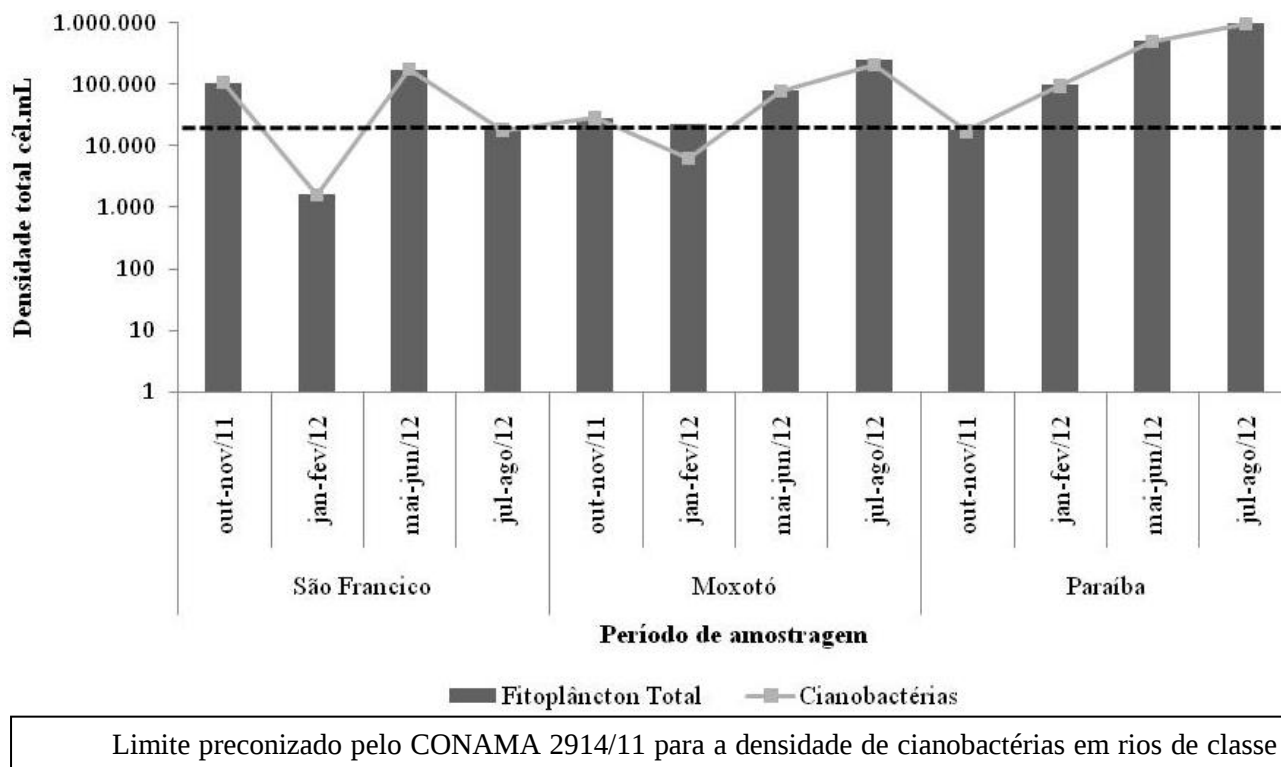


Figura 5. Densidade total do fitoplâncton e das cianophytas no período de outubro/11 a agosto/12 .

No período de jan-fev/2012, na bacia do São Francisco e Moxotó, as densidades permaneceram dentro do limite estabelecido pela Resolução 357/05, que é de 20.000 cél.mL⁻¹, para rios classe 2. Durante o período estudado todas as bacias apresentaram valores acima do previstos pela legislação.

As Cyanophyta apresentaram predominância sobre os demais táxons, contribuindo com as maiores densidades. Em 2007, Aragão constatou que o reservatório do Carpina - Pernambuco apresentou em todas as amostras, valores de densidade de Cyanophyta acima de 100.000 cel.mL⁻¹. Neste

estudo quatro períodos (33%), também apresentaram esse valor. Este fato merece atenção, visto que as Cyanophyta são potencialmente produtoras de toxinas. Em seu estudo, Costa (2006), revelou que as maiores concentrações encontrada de saxitoxina e microcistinas apareceu durante o mesmo período que as florações de *Cylindrospermopsis raciborskii* e *Microcystis* sp., indicando a predominância de espécies potencialmente produtoras de toxina no reservatório.

A portaria do Ministério da Saúde Nº 2914 (2011) introduziu a exigência de

acompanhamento de Cyanophyta, a realização de ensaios de toxicidade e a análise de cianotoxinas.

Conclusões

Conforme os resultados obtidos, constatou-se que a grande maioria dos parâmetros físico-químicos analisados, encontra-se acima do permitido pela Resolução CONAMA 357/05 para classe II. Características percebidas claramente na bacia do Paraíba, que apresentou, ao longo do trabalho, quatro parâmetros em desacordo, dos sete analisados. A Chlorophyta foi à divisão que apresentou o maior número de táxons, enquanto que a Cyanophyta dominou em todo o período de estudo, com os maiores valores de densidade. As espécies *Cylindrospermopsis raciborskii* e *Oscillatoria* sp., potencialmente produtoras de toxinas, foram dominantes em todo o período de estudo.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Ministério da Integração Nacional Brasileiro pela disponibilização dos dados referentes ao Projeto de Integração do rio São Francisco, e a Universidade do Estado da Bahia- Campus VIII pelo suporte acadêmico.

Referencias

Anagnostidis, K.; Komarek, J. 1988. Modern approach to the classification system of

Cyanophyta, 3: Oscillatoriales. *Algological Studies* 80(1/4): 327-4721.

APHA - American Public Health Association. Eaton, A. D., Clesceri, L.C. & Greeberg, A. E. (eds.). 2000. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 21 ed. Washington, DC: APHA.

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 Carpinape, com ênfase em cyanobacteria. *Rev Inst Adolfo Lutz*, 66(3): 240-248.

Araujo, C.K.M.; Fuentes, E. V.; Aragão, N. K. V.; Bittencourt-Oliveira, M.C.; Moura A. N. 2010. Dinâmica fitoplanctônica relacionada às condições ambientais em reservatório de abastecimento público do semi-árido Brasileiro. *Revista Brasileira de Ciências Agrária*. v. 5, n.4, p.592-599.

Barbosa, L. E. J. 2002. de. Dinâmica do fitoplancton e condicionates limnológicos nas escalas de tempo (nictemeral e sazonal) e espaço (horizontal e vertical) no açude Taperoá II: trópico semi-árido nordestino. Tese (Doutorado). Universidade Federal de São Carlos.

Bicudo, C.E.M.; Menezes M. 2005. Gêneros de algas de águas continentais do Brasil: chave para identificação e descrições. RIMA, São Carlos.

Bittencourt-Oliveira, M.C.; Dias, S.N.; Moura, A.N.; Cordeiro, A. M.K.; Dantas, E.W. 2012. Seasonal dynamics of cyanobacteria in a eutrophic

reservoir (Arcoverde) in a semi-arid region of Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, v. 72, n°. 3, p. 533-544.

Bittencourt-Oliveira, M.C.; Moura, A. N.; Lira, G. 2011. Abundância do fitoplâncton, dominância e coexistência em um reservatório eutrófico no estado de Pernambuco, Nordeste do Brasil. *Academia Brasileira de Ciência*. v. 83.

Bourrelly, P. 1981. *Les Algues d'eau Douce, Initiation à la systématique*. v. 2. Les Algues Jaunes et Brunes. Réimpression revue et augmentée. N. Boubée; Paris.

Bourrelly, P. 1972. *Les algues d'eau douce: Initiation à la systematique*. v.1: les algues vertes. Paris, N. Boubée, v. 1, 572P.

Bouvy, M.; Falcão, D.; Marinho, M.; Pagano, M.; Moura, A. 2000. Occurrence of *Cylindrospermopsis* (Cyanobacteria) in 39 Brazilian tropical reservoirs during the 1998 drought. *Aquatic Microbial Ecology*. v. 23: 13–27.

Bouvy, M.; Nascimento, S.M.; Molica, R.J.R.; Ferreira, A.; Huszar, V. Azevedo, S.M.F.O. 2003. Características limnológicas em Tapacurá reservatório (nordeste do Brasil) durante uma seca severa. *Hydrobiologia* 493: p115–130.

Brasil, Ministério a Saúde. Portaria Nº 518/GM de 2004: Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. Brasília.

BRASIL, 2009. Ministério da Integração Nacional. Projeto de Integração do Rio São Francisco com as Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional. Brasília.

BRASIL. 2012. Tribunal de Contas da União. /Programa de revitalização da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco / Tribunal de Contas da União; Relator, Ministro Aroldo Cedraz – Brasília: TCU, Secretaria de Fiscalização e Avaliação de Programas de Governo, 64p.

Carmichael, W.W.; An. J.S.; Azevedo, S.M.F.O.; Lau, S.; Rineharti, K.L.; Jochimsen, E.M.; Holms, C.E.M; Silva, J.B. 1996. Analysis for microcystins involved in outbreak of liver failure and death of humans at a hemodialysis center in Caruaru, Pernambuco, Brazil. IV Simpósio da Sociedade Brasileira de Toxicologia.

Chellappa, N.T.; Chellappa, S.L.; Chellappa, S. 2008. Florações nocivas e mortalidade de peixes em um reservatório eutrofizado do Nordeste do Brasil. *Brazilian Archives of Biology and Technolog*. v. 51 n.4: pp.833-841, July/Aug.

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. *Limnologia* 39, p. 273–282,

CONAMA, 2005. Resolução 357 de 17 de março de 2005, Brasília: Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil, 18 de março seção 1, p. 58-63.

- Costa, F.D.; Dantas, W.E. 2011. Diversity of phytoplankton community in different urban aquatic ecosystems in metropolitan João Pessoa, state of Paraíba, Brasil. *Acta Limnologica Brasiliensia*, v. 23. n°.4, p.394-405.
- Costa, I.A.S Da; Cunha, S.R De S.; Panosso, R.; Araújo, M.F.F.; Melo, J.L. De S.; Sant'anna, E.M.E. 2009. Dinâmica de cianobactérias em reservatórios eutróficos do semi-árido do Rio Grande do Norte. *Oecologia Brasiliensis*., 13(2): 382-401.
- Costa, I.A.S.; Azevedo, S.M.F.O.; Senn, P.A.C.; Bernardo, R.R.; Costa, S.M.; Chellappa, N.T. 2006. Occurrence of toxin-producing cyanobacteria blooms in a brazilian semiarid reservoir. *Revista Brasileira de Biologia*., 66(1B): 211-219.
- Dantas, E.W.; Moura, N.A.; Bittencourt-Oliveira, M.C.; Neto, A.T.D.J.; Cavalcanti, C.D.A. 2008. Temporal variation of the phytoplankton community at short sampling intervals in the Mundaú reservoir, Northeastern Brazil. *Acta Botanica Brasilica*. 22(4): 970-982.
- Esteves, A.F. 1998. Fundamentos de limnologia. Ed. Interciência. 2 ed. Rio de Janeiro.
- Guimarães, A.O.; Melo, A.D.De.; Ceballos, B.S.O. De.; Galvão, C.O.De.; Ribeiro, M.M.R. 2005. Aspectos da gestão do açude Epitácio Pessoa (PB) e variação da qualidade de água. ABES - associação brasileira de engenharia sanitária e ambiental.
- Huszar, V.L.M.; Silva, L.H.S.; Marinho, M.; Domingos, P.; Sant'anna, C.L. 2000. Cyanoprokaryote assemblages in eight productive tropical Brazilian waters. *Hydrobiologia*. 424: 67-77.
- Iwata, F.B.; Câmara, M.M.F. 2007. Caracterização ecológica da comunidade fitoplanctônica do Rio Poti na cidade de Teresina no ano de 2006. II Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte e Nordeste de Educação Tecnológica. João Pessoa, Paraíba.
- Komárek, J.; Foot, B. 1983. Chlorophyceae (Grünalgen). Ordnung: Chlorococcales. In *Das Phytoplankton des Süßwassers*. ed. G. Huber Pestalozzi, Part 7(1), pp 1-1044. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- Lira, G.A.S.T.; Araújo, L.E.; Moura, N.A.; Bittencourt-Oliveira, M.C. 2011. Phytoplankton abundance, dominance, and coexistence in an eutrophic reservoir in the state of Pernambuco, Northeast Brazil. *Academia Brasileira de Ciência*. 83(4).
- Lira, G.A.S.T.; Bittencourt-Oliveira, M.C.; Moura, A.C. 2009. Structure and Dynamics of Phytoplankton Community in the Botafogo Reservoir-Pernambuco - Brazil. v. 52, n.2 : pp. 493-501.
- Lira, G.A.S.T.; Bittencourt-Oliveira, M.C.; Moura, N.A. 2007. Caracterização ecológica da comunidade fitoplanctônica em um reservatório de Abastecimento do Estado de Pernambuco.

Revista Brasileira de Biociência. Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 219-221.

Lobo, E. & Leighton, G. 1986. Estruturas comunitárias de lãs fitocenosis planctônicas de los sistemas de desembocaduras de rios y esteros de la zona central de Chile. *Revista Biología Marina* 22 : 1-29.

Marcuzzo, F.F.N.; Oliveira, N. L.; Cardoso, M. R. D.; Tschiedel A. F. , 2012. Detalhamento hidromorfológico da bacia do Rio Paraíba. In. XI Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste. 27 a 30 de novembro de 2012, João Pessoa – PB.

Mateucci, S.D. & Colma, A. 1982. La metodología para el estudio de la vegetación. *Collección de monografias científicas. Série Biología* 22 : p.1-168.

Melo, G.; Morais, M.; Sobral, M.C. Do.; Gunter, G.; Carvalho, R. 2012. Influência de Variáveis Ambientais na Comunidade Fitoplanctônica nos Reservatórios Receptores do Projeto de Integração do Rio São Francisco. *Revista Brasileira de Geografia Física* 06 p1300-1316.

Melo, G.; Sobral, C.M.; Morais, M. 2011. Influência de variáveis ambientais na comunidade fitoplanctônica em reservatórios do Nordeste do Brasil. XIV Encontro de Rede Luso-Brasileira de Estudos Ambientais, Vulnerabilidade Socioambiental na África, Brasil e Portugal: dilemas e desafios.

Moura, A.N.; Bittencourt-Oliveira, M.C.; Dantas, E.W.; Neto, A.T.D.J. 2007. Phytoplanktonic associations: a tool to understanding dominance

events in a tropical Brazilian reservoir. *Acta Botanica Brasilica*. 21(3): 641-648.

Moura, N.A. et al. 2007. Microalgas e qualidade da água de manancial utilizado para abastecimento público localizado na região metropolitana da cidade de Recife, PE, Brasil. *Revista de Geografia*. v. 24, nº2.

Panosso, R.; Costa, I.A.S.; Souza, N.R. De.; Attayde, J.L.; Cunha, S. R. S, De.; Gomes, F. C. F. 2007. Cianobacterias e cianotoxinas nos reservatórios do estado do Rio Grande do Norte e o potencial controle das florações pela tilapia do norte (*Oreochromis niloticus*). *Oecologia Brasiliensis*, 11 (3): 433-499.

Parra, O. O.; Gonzales, M. E Dellarossa, V. 1993. Manual taxonômico del fitoplancton de aguas continentales - Chlorophyceae. Universidade de Concepcion, v. 5, partes 1-2, 353 p.

Rodrigues, S.C. 2004. Estudo comparativo da estrutura da comunidade fitoplanctônica na foz dos rios do delta do Jacuí, Rio Grande do Sul, Brasil. Dissertação, (Programa de Pós Graduação em Ecologia) Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Rodrigues, S. C.; Torgan, L.; Schwarzbald, A. 2007. Composição e variação sazonal da riqueza do fitoplâncton na foz do rio do delta do Jacuí, RS, Brasil. *Acta Botanica Brasílica*. 21:707 – 721.

Sant'anna, C. L.; Azevedo, M. T. P. 2000. Contribution to the Knowledge of potencially toxic Cyanobacteria from Brazil. *Nova Hedwigia*, Stuttgart , v. 71, n. 3-4, p. 359-385.

- Silva, J.M. Da.; Almeida, V.L.S.Do.; Fuentes, E.V.; Araújo, M.K.C. Moura, A.N, Da.; Severi, W. 2008. Diversidade da ficoflórula no reservatório de Itaparica, região Nordeste, Brasil. *Jepex UFPE*.
- Silva, K.P.B.; Costa, M. M.S. Da; Guedes, E.A.C. 2011. Variação temporal do Fitoplâncton de um lago pertencente à Área de Proteção Permanente no estado de Alagoas, nordeste do Brasil. *Acta Botanica Brasilica*. 25(4): 890-898.
- Smith, J.L.; Haney, J.F. 2006. Foodweb transfer, accumulation, and depuration of microcystins, a cyanobacterial toxin, in pumpkinseed sunfish (*Lepomis gibbosus*). *Toxicon* 48, p. 580–589.
- Tucci, A.; Sant’anna, C. 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.
- 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.
- Watson, S.B.; Mccauley, E.; Downing, J.A. 1997. Patterns in phytoplankton taxonomic composition across temperate lakes of differing nutrient status. *Limnology and Oceanography*, v. 42, n.3, p.487-495.