

## VII-036 - ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE CIANOBACTERIAS SOB FATORES AMBIENTAIS EM RESERVATÓRIOS DO SEMIÁRIDO

**Vanessa Virginia Barbosa** <sup>(1)</sup>

Bióloga pela Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, Mestranda em Ciência e Tecnologia Ambiental, UEPB

**Paulo Roberto Nunes da Silva** <sup>(2)</sup>

Biólogo pela Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, Mestrando em Ciência e Tecnologia Ambiental, UEPB

**Daniele Jovem da Silva Azevedo** <sup>(3)</sup>

Bióloga pela Universidade Estadual da Paraíba – UEPB, Mestre em Ecologia, UEPB

**Janiele da Costa de França** <sup>(4)</sup>

Bióloga pela Universidade Estadual da Paraíba – UEPB, Mestre em Desenvolvimento e Meio ambiente UEPB, Doutora em Ciências Ambientais, Universidade Estadual de Maringá- PR

**José Etham de Lucena Barbosa** <sup>(4)</sup>

Biólogo pela Universidade Estadual da Paraíba – UEPB, Mestre em Criptógamos pela universidade Federal de Pernambuco – UFPE, Doutor em Ecologia e recursos naturais pela universidade Federal de São Carlos-UFscar

**Endereço** <sup>(1)</sup>: Rua Baraúnas, 351 – Bairro Universitário – Campina Grande - PB - CEP: 58429 500 - Brasil - Tel: (83) 33153300 - e-mail: [vanessa\\_bio18@hotmail.com](mailto:vanessa_bio18@hotmail.com)

### RESUMO

Os mananciais de água têm sofrido forte influencia antropogênica, no semiárido Brasileiro as características regionais leva a construção de reservatórios como estratégia de abastecimento da população. Essa e outras atividades em torno desses ecossistemas promovem aceleradas eutrofizações, desencadeando florações de cianobactérias que produzem metabolitos secundários causando sérios problemas relacionados a saúde bem como problemas ambientais. O presente estudo foi realizado na Bacia do Rio Taperoá, nos reservatórios de Taperoá II, Soledade e Namorados, entre Janeiro de 2006 e Junho de 2007, observando as variáveis de densidade de cianobactéria e os parâmetros ambientais como fósforo solúvel reativo, íon amônio, nitrato, nitrito, os fósforo total, todos de acordo com “Standart Methods for the Examination of Water and Wasterwater” (APHA, 1992). Valores significativos entre os reservatórios foram observados para os parâmetros ambientais testados (pseudo  $F_{2,23}=6,4243$ ;  $p=0,001$ ) entre os anos (pseudo  $F_{1,23}=8,4267$ ;  $p=0,001$ ) e entre a sazonalidade ( $F_{1,23}=2,6472=0,024$ ). A comunidade de cianobactérias, foram identificados 19 táxons, das quais *C. raciborskii* (1466,97 cel/mL), *Planktothrix agardhii* (29,89 cel/mL) e *Oscillatoria sp* (75,50 cel/mL) foram as espécies com maior densidades durante o período estudado. Diferenças significativas na densidade de cianobactérias foram observadas entre os reservatórios (pseudo- $F_{2,23}=27,717$ ;  $p=0,001$ ), bem como entre os anos (pseudo-  $F_{1,23}=7,1629$ ;  $p=0,001$ ) e entre os períodos sazonais (pseudo-  $F_{1,23}=3,5045$ ;  $p=0,011$ ). a análise de modelos baseados na distancia linear é possível afirmar que existe uma correlação positiva entre as variáveis densidade de Cianobactéria, Nitrato, Temperatura da Água, pH e condutividade elétrica.

**PALAVRAS-CHAVE:** Cianobactéria, qualidade de água, fatores ambientais.

### INTRODUÇÃO

Os rios e suas respectivas bacias hidrográficas são ecossistemas naturais sob forte pressão antropogênica (DUFFY et al., 2007), o que tem provocado alterações significativas na qualidade desses corpos hídricos. No semiárido Brasileiro, as bacias hidrográficas são formadas por rios e riachos intermitentes devido às altas taxas de evaporação e baixos níveis pluviométricos na região e deste modo, a construção dos reservatórios surge como uma estratégia para a retenção de água visando o suprimento das necessidades humanas no período de estiagem (BARBOSA, 2002).

Esta e outras atividades, em muitos casos não planejados e alinhados ao entorno desses ecossistemas artificiais tem ocasionado processos acelerados de eutrofização (BRASIL, 2005). Particularmente, em reservatórios do semiárido, há registro de florações de cianobactérias (BARBOSA 2002; VASCONCELOS, 2011), principalmente porque esses ecossistemas apresentam diversos fatores favoráveis ao desenvolvimento desses organismos: i) altas temperaturas durante todo o ano; ii) alto aporte de nutrientes e iii) elevado tempo de residência (MORALES, 2003).

As espécies de cianobactérias formadoras de florações (*Cylindrospermopsis raciborskii* *Microcystis* sp dentre outras) produzem metabólitos secundários que provocam gosto e odor desagradáveis à água, graves injúrias a animais terrestres e aquáticos, através da ingestão ou contato com a água contaminada. As intoxicações de populações humanas pelo consumo de água contaminada por cepas tóxicas de cianobactérias já foram descritas em todo mundo, incluindo países como Austrália, Inglaterra, China e África do Sul (KUIPER-GOODMAN ET AL., 1999). No Brasil, 65 pacientes vieram a óbito devido contaminação por microcistina, após o tratamento de hemodiálise em uma clínica na cidade de Caruaru – Estado de Pernambuco, no ano de 1996, fato que ficou conhecido como “Tragédia de Caruaru”.

Apesar do monitoramento exigido e das portarias existentes depois dos incidentes, o controle da qualidade da água, baseado única e exclusivamente em análises laboratoriais de amostras, ainda que freqüentes, não constitui garantia absoluta de potabilidade (BRASIL, 2006).

Na região semiárida do Brasil, este fato torna-se ainda mais preocupante à saúde da população residente, pois nas últimas décadas estes sistemas têm sofrido com o processo de degradação intensa e perda da qualidade resultante da eutrofização, e mesmo sob estas condições a população frequentemente utiliza a água desses reservatórios como fonte de abastecimento doméstico, em muitos casos sem tratamento prévio, além de atividades agrícolas (DINIZ, 2006). Por esta razão, torna-se imprescindível o monitoramento desses sistemas aquáticos artificiais, bem como o conhecimento sobre os fatores que controlam as florações de cianobactérias, para que possa subsidiar futuros planos de gestão desses recursos hídricos.

O presente estudo objetivou avaliar os fatores ambientais que controlam a dinâmica da população de cianobactérias em reservatórios no semiárido destinados ao abastecimento público.

## MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 ÁREA DE ESTUDO

As amostragens foram realizadas na Bacia do Rio Taperoá nos Reservatórios Taperoá II, Soledade e Namorados (Figura 1). O clima da região é do tipo sub-desértico quente com tendência tropical, temperaturas médias em torno de 25°C e com estação seca prolongada (superior a 8 meses).

O reservatório Soledade (Município de Soledade -latitude 07° 15' 15" S e 36° 31' 44" W; 06° 51' 38" S e longitude de 36° 08' 40" W), apresenta capacidade de 27.804.000m<sup>3</sup> de acumulação. O Açude Taperoá II (Município de Taperoá- latitude 07°11'44"S a 07°13'44"S e longitude 36°52'03"W a 36°50'09"W) possui capacidade de acumulação de 15.148.900 m<sup>3</sup>. O Açude Namorados (Município de São João do Cariri com latitude 07°23'02.6"S e longitude 36°31' 51.1"W) tem capacidade total de acumulação de 2.118.980 m<sup>3</sup>.

### 2.2 AMOSTRAGENS

As amostragens foram realizadas com intervalos bimensais sendo de Janeiro de 2006 à Junho de 2007, nos três reservatórios estudados. As coletas de água foram feitas de acordo com o perfil de incidência luminosa na coluna d'água (100%, 50%, 1% e região mais profunda), sendo este determinado a partir do cálculo de atenuação vertical da luz baseado no desaparecimento do disco de Secchi. As amostras quantitativas da população de cianobactérias foram coletas com auxílio da garrafa de Van Dorn e posteriormente fixadas com solução Lugol. As amostras qualitativas foram obtidas a partir de arrastos horizontais com rede de plâncton de malha de 20 µm, e posteriormente fixadas com formol a 4%. A temperatura (T), pH, Oxigênio Dissolvido (OD) Condutividade Elétrica (CE) e Turbidez foram medidos utilizando-se uma sonda multiparamétrica - HORIBA - modelo U-50.

### 2.3 ANÁLISES DAS AMOSTRAS

Os indivíduos foram contados em câmara de Uthermöh (Uthermöh, 1958) e o período de sedimentação foi estabelecido de acordo com os critérios de ROTT (1981).

Para análise dos parâmetros ambientais, em laboratório, foram realizadas análises para determinação dos teores fósforo solúvel reativo - SRP, íon amônio  $\text{NH}_4^+$  e  $\text{NO}_3^-$  nitrato, nitrito  $\text{NO}_2^-$  os fósforo total, todos de acordo com “Standart Methods for the Examination of Water and Wasterwater” (APHA, 1992).

Para detectar variações significativas entre a variável densidade de cianobactérias com fatores de tempo e sazonalidade utilizou-se “Permutational Multivariate Analysis of Variance” (PERMANOVA) A análise dos dados foi realizado pelos software PRIMER + PERMANOVA (2006).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios e os respectivos desvios das variáveis ambientais mensuradas nos reservatórios Taperoá II, Soledade e Namorados são apresentados na Tabela 1. Durante o período de estudo a temperatura das águas foi elevada, sendo o reservatório de Namorados com maior média de temperatura (25,7°C) e o reservatório de Taperoá II com menores valores de temperatura (25,0°C). O pH foi predominantemente básico para todos os reservatórios, sendo os maiores valores observados no reservatório de Soledade (8,9) e menores valores para o reservatório de Namorados (7,5). Analisando as concentrações de fósforo total, foi observado que os maiores valores ocorreram no reservatório de Namorados (148,66µg/L) e o menor valor no reservatório de Taperoá II (4,19 µg/L). Os maiores teores de nitrogênio amoniacal ou  $\text{NH}_4$  foram registrados no reservatório de Soledade (28,90 µg/L), enquanto em Taperoá II foram observados os menores valores (13,05 µg/L). O oxigênio dissolvido no reservatório de Soledade esteve com o índice mais elevado no período de estudo (13,35 mg/L) enquanto o menor valor foi encontrado no reservatório de Namorados (7,50 mg/L).

**Tabela 1. Parâmetros ambientais dos reservatórios estudados**

Parâmetros ambientais				Soledade	Taperoá	Namorados
pH	2006			9,24 (dp= 0,14)	8,50 (dp= 0,08)	7,35 (dp= 0,46)
	2007			8,66 ( dp= 0,34)	7,65 (dp= 1,0)	7,65 (dp= 0,15)
Fósforo Total PT $\mu\text{gL}^{-1}$	2006			10,57 (dp= 0,14)	4,61 (dp=0,0)	7,68 (dp= 10,92)
	2007			9,01 (dp=1,04)	3,77 (dp= 1,01)	289,65 (dp=304,56)
Amônia $\text{NH}_3$ ( $\mu\text{gL}$ )	2006			14,07 (dp=11,9)	3,46 (dp= 3,79)	5,75 (dp= 5,34)
	2007			43,7 (dp=28,0)	22,46 (dp=1,76)	32,54 (dp= 39,4)
Oxigênio dissolvido OD (mg/L)	2006			21,3 (dp=15,31)	12,82 (dp=9,0)	10,43 (dp=9,59)
	2007			5,31 (dp= 1,52)	5,88 (dp=1,76)	5,52 (dp=1,5)
Condutividade elétrica CE (mS/cm)	2006			1582,8 (dp=15,3)	774,7 (dp=471,6)	173,3 (dp=83,7)
	2007			2970,9 (dp=981,5)	602,6 (dp=236,6)	233,5 (dp=68,7)
Temperatura (T °C)	2006			26,08 (dp=1,43)	25,51 (dp=0,31)	25,24 (dp=1,05)
	2007			25,17 (dp=0,85)	24,67 (dp=2,36)	26,16 (dp=0,15)
Nitrito ( $\text{NO}_2$ )	2006			30,90 (dp=51,8)	2,06 (dp=2,26)	3,11 (dp=0,59)
	2007			32,32 (dp=50,8)	1,89 (dp=1,91)	19,09 (dp=16,66)
Nitrato ( $\text{NO}_3^-$ )	2006			4,16 (dp= 4,04)	1,90 (dp=1,52)	2,67 (dp=1,33)
	2007			84,94 (dp=82,97)	69,60 (dp=72,4)	184,30 (dp=174,4)

Valores significativos entre os reservatórios foram observados para os parâmetros ambientais testados (pseudo  $F_{2,23}=6,4243$ ;  $p=0,001$ ) entre os anos (pseudo  $F_{1,23}=8,4267$ ;  $p=0,001$ ) e entre a sazonalidade ( $F_{1,23}=2,6472$ ;  $p=0,024$ ).

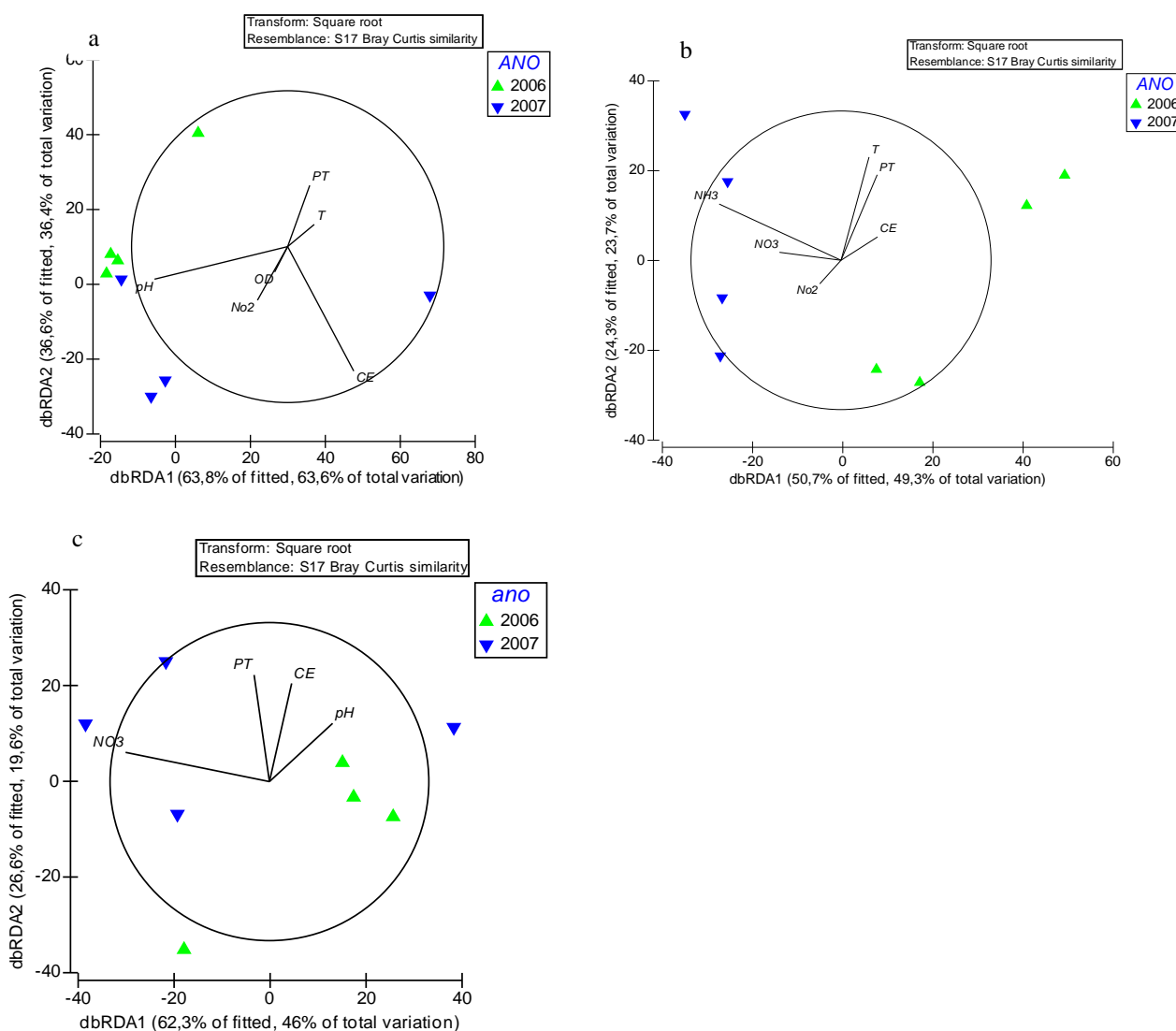
Avaliando a comunidade de cianobactérias, foram identificados 19 táxons, das quais *C. raciborskii* (1466,97 cel/mL), *Planktothrix agardhii* (29,89 cel/mL) e *Oscillatoria sp* (75,50 cel/mL) foram as espécies com maior densidades durante o período estudado. Diferenças significativas na densidade de cianobactérias foram observadas entre os reservatórios (pseudo- $F_{2,23}=27,717$ ;  $p=0,001$ ), bem como entre os anos (pseudo-  $F_{1,23}=7,1629$ ;  $p=0,001$ ) e entre os períodos sazonais (pseudo-  $F_{1,23}=3,5045$ ;  $p=0,011$ ).

Avaliando a distribuição da densidade de cianobactérias nos reservatórios estudados, foi possível observar que entre os reservatórios, o pH ( $p=0,001$ ) e condutividade elétrica ( $p=0,017$ ) foram as variáveis ambientais que estiveram fortemente relacionadas a densidade das espécies de cianobactérias. Considerando cada reservatório, foi observado que durante o período de estudo a densidade de cianobactérias no reservatório de Soledade foi determinada pelas concentrações de fósforo total, pH, pela condutividade elétrica e pelos teores de Nitrito (Figura 1). No reservatório de Taperoá II a dbRDA mostra que a densidade de cianobactérias foi direcionada pelas concentrações do nitrogênio amoniacal ( $p=0,002$ ), fósforo total (0,11) e pela temperatura (0,052) das águas (Figura 3). No reservatório Namorados, a densidade de cianobactérias foram determinadas pelas concentrações de nitrato ( $p=0,043$ ), fósforo total ( $p=0,191$ ) e pela condutividade elétrica (Figura 4). Como observado, as densidades de cianobactérias nos reservatórios foram direcionadas pelas concentrações de fósforo, este nutriente é essencial para os organismos aquáticos, pois está envolvido nos processos de armazenamento e liberação de energia, das ligações estruturais do DNA e RNA além de compor a membrana

plasmática. Resultados similares também foi observado por Vasconcelos et al. (2010) em reservatórios do semiárido brasileiro, os autores enfatizam que o fósforo total e fósforo solúvel reativos são os principais determinantes para distribuição de cianobactérias em ecossistemas no semiárido. Vale salientar que no presente estudo, as concentrações de fósforo foram elevadas durante todo o período, principalmente no reservatório de Namorados, no qual as concentrações ultrapassam os limites recomendados pelo CONAMA 357 (0,1 mg/L P). Além das concentrações de fósforo, os compostos nitrogenados também são fatores que determinam a densidade de cianobactérias nos reservatórios estudados. O nitrogênio é um elemento importante no metabolismo algal, participando da composição molecular de proteínas e enzimas, das quais dependem as reações químicas celulares.

Estudos que avaliam fatores determinantes para a distribuição de cianobactérias, ainda destacam que a elevação de nitrogênio amoniacal e a redução nas concentrações de nitrato podem caracterizar episódios de alta densidade celular de cianobactérias, isto porque a conversão do nitrogênio amoniacal em nitrato possibilita o consumo desse nutriente pelas cianobactérias, tornando o meio com condições ideais a sobrevivência e reprodução (FERRAZ, 2012).

A temperatura também foi outro fator determinante para a densidade de cianobactérias nos reservatórios estudados. Ferraz (2012) coloca que a faixa ótima de crescimento de cianobactérias se dá em temperaturas maiores que 25 graus Celsius, faixa de temperatura registrada nos reservatórios estudados. Em períodos com aumento de pH para uma faixa alcalina percebe-se o aumento de densidade, conforme estudo realizado por Ferraz (2012). Em seu trabalho Dantas e colaboradores (2008) encontraram que o pH alcalino, além de outras variáveis bióticas, favoreceu as florações de cianobactérias, no período de seca principalmente. As variações no pH modificam o estado químico de várias substâncias importantes para as algas, como o CO<sub>2</sub>, fosfato, amônia, ferro e metais-traço. O pH interfere diretamente no metabolismo algal pois, juntamente com outros fatores, atua na permeabilidade da membrana, no transporte iônico e na velocidade das reações enzimáticas.



**FIG 1. A) Distribuição da abundância da comunidade e variáveis preditoras no Reservatório de Soledade, Paraíba, Brasil; PT= fósforo total; T= temperatura; OD= oxigênio dissolvido; NO<sub>2</sub>= nitrito; pH; CE= condutividade elétrica. B) Distribuição da abundância da comunidade e variáveis preditoras no Reservatório de Taperoá II, Paraíba, Brasil; PT= fósforo total; T= temperatura; NO<sub>2</sub>= nitrito; CE= condutividade elétrica; NO<sub>3</sub>= nitrato; NH<sub>3</sub>= nitrogênio. C). Distribuição da abundância da comunidade e variáveis preditoras o reservatório de Namorados, Paraíba, Brasil; PT= fósforo total; NO<sub>3</sub>= nitrato; pH; CE= condutividade elétrica.**

#### 4. CONCLUSÃO

Segundo a análise de modelos baseados na distancia linear é possível afirmar que existe uma correlação positiva entre as variáveis densidade de Cianobactéria, Nitrato, Temperatura da Água, pH e condutividade elétrica, isto deve-se ao fato das condições climatológicas da região semiárida além de características peculiares do solo dessa região que favorecem a permanência do pH em qualidade alcalina do Brasil. Os dados de densidade *C. raciborskii*, *Planktothrix agardhii* e *Oscillatoria sp* mostram que as densidades estão, de acordo com a classificação do CONAMA, mantendo-se fora do risco de contaminação por microcistina, desta forma não apresentou no período amostrado nenhum risco a saúde publica. No entanto não se pode ignorar o constante monitoramento destes corpos aquáticos, tendo em vista as características favoráveis do semiárido bem como a ação antrópica que se intensificam nessa região. Estudos futuros devem ser realizados na



intenção de modelar as faixas das concentrações de fósforo e nitrogênio em que ocorrem os picos de densidade dessas cianobactéria.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA. AWWA; WPCF. American Public Health Association - Standard methods for examination of water and wastewater. 20th ed. Washington D. C.: American Public Health Association, 1998, 1569p.
2. BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Inspeção sanitária em abastecimento de água / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. – Brasília : Ministério da Saúde, 2006. 84 p. – (Série A. Normas e Manuais Técnicos) ISBN 85-334-1244-4
3. BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Secretaria de Infra-Estrutura Hídrica. Unidade de Gerenciamento do Proágua/Semi-arido. Diretrizes ambientais para projeto e construção de barragens e operação de reservatórios. / Ministério da Integração Nacional, Secretaria de Infra-Estrutura Hídrica, Unidade de Gerenciamento do Proágua/Semi-arido. – Brasília : Bárbara Bela Editora Gráfica e Papelaria Ltda., 2005.
4. FERRAZ, Hanna Duarte Almeida. Associação de ocorrência de cianobacterias as variações de parâmetros de qualidade de água em quatro bacias hidrográficas de Minas Gerais. Dissertação apresentada a Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2012.
5. KUIPER-GOODMAN; T, I. FALCONER; J. FITZGERALD. Human health aspects. In: CHORUS, I.; J BARTRAM (Ed.). Toxic cyanobacteria in water: a guide line to public health significance, monitoring and management. London and New York: World Health Organization, 1999. p. 113-154.
6. MORALES, C. 2003. Ocorrência de cianotoxinas e efeito do aporte de nutrientes N:P na biomassa e composição do fitoplâncton de 5 ambientes lacustres do Estado do Rio Grande do Norte. Dissertação de Mestrado, Natal. 51p.
7. ROTT, E. 1981. Some results from phytoplankton counting intercalibrations. Schweiz. Z. Hydrol. 43: 34-62.
8. UTERMÖHL, H., 1958. Zur Vervollkomnung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. MitteilungsInternationale Verein Limnologie 9: 1- 38