

VII-024 – MONITORAMENTO DE CIANOBACTÉRIAS PERIFÍTICAS EM UM RESERVATÓRIO EUTRÓFICO URBANO – IMPLICAÇÕES PARA SAÚDE PÚBLICA

Maria Virgínia da Conceição Albuquerque¹

Bióloga (UEPB), bolsista na modalidade DTI-C do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq.

Tales Abreu Tavares de Sousa

Engenheiro Sanitarista e Ambiental pela Universidade estadual da Paraíba (UEPB). Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental (UEPB). Doutorando em Engenharia Ambiental (UEPB).

José Tavares de Sousa

Professor Dr. do Departamento de Engenharia Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB).

José Etham de Lucena Barbosa

Professor Dr. do Departamento de Ciências Biológicas e da Saúde - CCBS da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB).

Sandra Maria Silva

Professor Mestre do Departamento de Ciências Biológicas e da Saúde - CCBS da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB).

Endereço⁽¹⁾: Av. Juvêncio Arruda, S/N. Bairro Universitário, Campina Grande – PB. Centro de Ciências e Tecnologia – CCT, CEP: 58109-790 – Brasil. Cel: +55 (83) 9935-0593. E-mail: virginia.albuquerque@yahoo.com.br.

RESUMO

Eutrofização é o fenômeno caracterizado como aumento da concentração de nutrientes, especialmente fósforo e nitrogênio nos ecossistemas aquáticos, o que gera o aumento da produtividade do corpo hídrico. Em decorrência deste processo, o ecossistema passa da condição de oligotrófico e mesotrófico para eutrófico ou hipereutrófico. Nessas condições, as florações de cianobactérias tornam-se comuns causando impacto social, econômico e ambiental. Além do odor e sabor desagradável, a decomposição destas florações libera metabólitos altamente tóxicos para seres humanos, animais e comunidades aquáticas, gerando sérias consequências. Este estudo teve como objetivos avaliar as comunidades de cianobactérias perifíticas quali e quantitativamente em duas amostragens distintas de um reservatório eutrófico urbano, relacionando-as com alguns fatores abióticos ao longo de uma escala temporal, além de comparar as densidades algais com os valores estabelecidos pela Portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde. Verificou-se que e na estação 1 ocorreram 12 espécies, destas com dominância das espécies *Microcystis sp.*, *Merismopedia sp.*, *Planktolyngbya limnética* e *Cilindrospermopsis raciborskii*. Enquanto na estação 2, foram registradas 10 espécies, apresentando como principais: *Planktothrix isothrix*, *Aphanizomenon gracile*, *Microcystis sp.*, *Dolichospermum circinalis* e *Planktolyngbya limnética*., as quais são consideradas espécies potencialmente produtoras de toxinas. As análises demonstraram que a água encontra-se poluída, com alteração na sua cor e odor, levando ao desequilíbrio ecológico. Esta situação deve ser considerada como uma grave ameaça à saúde pública, uma vez que a exposição prolongada a microcistinas pode levar a uma maior incidência de doenças a população que utiliza deste reservatório para fins pessoais e domésticos.

PALAVRAS-CHAVE: Biomonitoramento, Eutrofização, Perifíton, Cianotoxina.

INTRODUÇÃO

O termo “periphyton” (= perifíton) foi utilizado pela primeira vez por Behning em 1924, para definir organismos aderidos a substratos artificiais na água. A palavra é de origem grega, que significa literalmente “ao redor da planta” (prefixo “peri” = “ao redor de”; “phyton” = “planta, vegetal”). Posteriormente ao trabalho de Behning, o termo ganhou uma denominação mais ampla, sendo então definido por Wetzel (1983) como uma “complexa comunidade de microbiota (bactérias, fungos, algas, protozoários e animais), detritos

orgânicos e inorgânicos que estão firme ou frouxamente aderidos a substratos orgânicos ou inorgânicos, vivos ou mortos”.

Segundo Moschini-Carlos (1999), as algas constituem o principal componente do perifíton. Em função das variáveis físicas, físico-químicas e biológicas do meio, as algas perifíticas podem se desprender do substrato e passar a compor o fitoplâncton (WETZEL, 1975), contribuindo para a formação desta comunidade. Dentre os grupos de algas que compõem o perifíton destacam-se as cianobactérias por formarem florações com potencial produção de toxinas e, assim, aumento na incidência de intoxicações em animais e humanos.

Estas espécies de algas são procariontes, não possuem núcleo definido, podem ser autotróficas fazendo fotossíntese (assimilando CO₂ com ajuda de energia solar) ou mixotróficas (assimilando compostos orgânicos), o que possibilita sua existência nas partes mais profundas dos lagos, na ausência de luz, como por exemplo, a maioria das espécies de *Oscillatórias* (ESTEVES, 1998). Apresentam melhor crescimento em águas neutras e alcalinas (pH 6,0 a 9,0), temperatura entre 15 a 30°C e alta contração de nutrientes principalmente nitrogênio e fósforo (CEBALLOS et al., 2006), podendo ser unicelulares, coloniais, pluricelulares constituindo filamentos ramificados ou não.

O aumento da eutrofização dos ecossistemas aquáticos tem resultado no crescimento significativo das florações destes organismos. Não há um valor específico a partir do qual se diga que há uma floração. Geralmente, valores superiores ao número médio de células de cianobactérias por unidade de volume de um determinado ambiente indicam a presença de uma floração. A Portaria no. 2.914/11 do Ministério da Saúde estabelece que a partir de 20.000 células/mL.

Em ambientes hipereutrofizados que condicionam abundante disponibilidade de nutrientes (nitrogenados e fosfatados). Este cenário é grave visto que estágios de eutrofização favorecem o desenvolvimento de “bloom” de cianobactérias as quais apresentam como característica a formação de substâncias potencialmente tóxicas a biota em seu entorno. (FRANÇA, 2007).

O monitoramento de cianobactérias perifíticas é de grande relevância nos mananciais, pois se encontram aderidas a um substrato no meio aquático com capacidade de se desprenderem do mesmo e compor o fitoplâncton. E caso as condições ambientais sejam favoráveis ao seu desenvolvimento (disponibilidade de nutrientes e de luz, elevada temperatura e profundidade da coluna d’água), podem desencadear florações, assim como as fitoplancônicas, afetando a ambiental do manancial e a saúde pública.

Entretanto, pouco se sabe sobre a abrangência e frequência da produção de toxinas pelas cianobactérias de hábito perifítico, mesmo já havendo registros de mortes e intoxicações de vários animais ao redor do mundo devido ao consumo de água contaminada por tais organismos (Izaguirre et al., 2007). Estudos mostram que as cianobactérias perifíticas são capazes de produzir diversas cianotoxinas, as quais são nocivas para os vertebrados, tais como anatoxina-a, saxitoxinas, cilindropermopsina e microcistinas (Mohamed et al., 2010).

Diante da importância do exposto, este estudo teve como objetivo avaliar as comunidades de cianobactérias perifíticas quali e quantitativamente, relacionando-as com alguns fatores abióticos ao longo de uma escala temporal, além de comparar as densidades algais com os valores estabelecidos pela Portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde.

MATERIAIS E MÉTODO

O reservatório de Bodocongó (7°13’11”S e 35°52’31”W) está situado no médio curso do rio Paraíba, a uma altitude de 548m na cidade de Campina Grande – PB. Possui área da bacia hidráulica de 371.897 m², com capacidade máxima de 1.020.000 m³, e profundidade média de 2,40 m e máxima de 5,60 m (LMRS/SEMARH, 2002) (FIGURA 1). Foi construído sobre o riacho de mesmo nome e sua construção foi concluída em 1917 com objetivo de aumentar as fontes de abastecimento de água da cidade. Atualmente, recebe contribuições de esgotos vindos de bairros não saneados, além do lançamento de resíduos sólidos pelos moradores de perto das margens. Atualmente vem sofrendo intensas transformações impulsionadas pela urbanização e desenvolvimento industrial, através da instalação de indústrias e construção de moradias, desta forma vêm sofrendo inúmeras agressões, o que é comum em centros urbanos, como por exemplo: invasões de áreas de

proteções permanentes, poluição de recursos hídricos, crescimento desordenado de bairros e ocupação de áreas sem planejamento, uso descomedido de água, lançamento de esgotos, alteração da drenagem, erosão, dentre outros; fatores estes que podem comprometer a sustentabilidade de qualquer ecossistema. Sendo considerado um ambiente aquático urbano de usos múltiplos: recreação pesca e lavagem de roupas e utensílios, o que ocasionou o acúmulo de nutrientes com consequente intensificação de sua eutrofização. No período de Novembro/2011 à Setembro/2012 as amostras do perifíton foram coletadas mensalmente em duas estações amostrais de região litorânea do reservatório (7°12'49"S e 35°55'4"W) (FIGURA 01 e B).

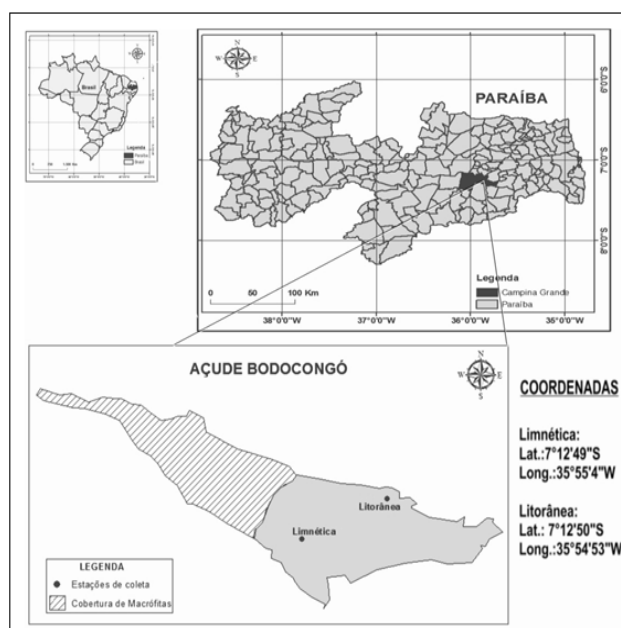


FIGURA 1: Mapa da bacia hidrográfica do reservatório de Bodocongó e sua inserção na geografia do estado da Paraíba.

Parâmetros climatológicos

Os dados de precipitação pluviométrica para o ambiente em estudo foram obtidos do Laboratório de Meteorologia, Recursos Hídricos e Sensoriamento Remoto da Paraíba – AESA.

Parâmetros limnológicos

As variáveis físicas e químicas da água foram mensuradas *in situ*: pH, temperatura (°C), oxigênio dissolvido (mg/L), condutividade elétrica (μS/cm) e turbidez (NTU) utilizando a Sonda Paramétrica Horiba. E por meio da leitura do disco de Secchi foi avaliada a profundidade da zona eufótica do reservatório.

Parâmetros biológicos

O material perifítico foi removido do substrato rochoso (Figura B) artificial por meio de raspagem com auxílio de uma escova de cerdas finas e jatos de água destilada, acondicionadas em potes plásticos pequenos e também fixado com formol 4%. As dimensões do substrato foram medidas com auxílio do paquímetro.

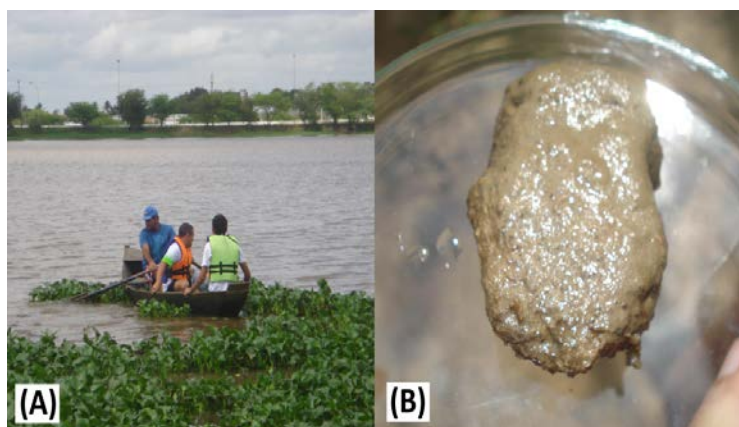


FIGURA A. Região Litorânea do Reservatório de Bodocongó. FIGURA B. Substrato rochoso
Análise qualitativa e quantitativa das espécies perífíticas

A identificação das populações perífíticas foi feita em microscópio Olympus BH-2, através da análise de características morfológicas e morfométricas, com auxílio de bibliografias especializadas. A densidade das populações foi estimada pelo método da sedimentação de Utermöhl (1958), e analisadas em microscópio invertido Zeiss Oberkochen, modelo Axiovert 10, a 400 aumentos. O volume sedimentado foi definido de acordo com a concentração de algas e/ou de detrito. O tempo de sedimentação foi de pelo menos três horas para cada centímetro de altura da câmara (Margalef 1983). Os indivíduos (células, colônias, filamentos) foram enumerados em campos aleatórios (Uhelinger 1964), em número suficiente para alcançar 100 indivíduos da espécie mais freqüente, sendo o erro inferior a 20%, ($p < 0,05$) (Lund et al. 1958). Quando não foi possível utilizar esse critério (amostras com algas escassas e detrito abundante), foram enumerados indivíduos em tantos campos aleatórios quantos os necessários para que se estabilize o número de espécies adicionadas por campo (método da área mínima), a fim de garantir uma representatividade qualitativa mínima das espécies. Para definir as espécies abundantes e/ou dominantes, foi adotado o critério para o enquadramento dos táxons, segundo Lobo e Leighton (1986), onde espécies dominantes são aquelas cujas densidades foram $> 50\%$ da densidade total da amostra; e abundantes aquelas cujas densidades superaram a densidade média da amostra. A densidade média da amostra foi calculada dividindo-se o número total de indivíduos da amostra pelo número de espécies encontradas na referida amostra. Os cálculos da densidade do perifíton (adaptados para a área do substrato) foram realizados de acordo com as fórmulas apresentadas por Ros (1979).

RESULTADOS E DISCURSSÕES

Elevadas temperaturas foram verificadas ao longo de todo monitoramento, sendo as diferenças observadas consideradas significativas ($p = 0,05$). A água apresentou características alcalinas, exceto para o mês de Maio/2012, onde o pH apresentou a média de 8,3. Quanto a alcalinidade da água, foi verificado um aumento significativo ao longo das amostragens, variando de 36 em novembro/ 2011 a 59 em março/ 2012. Ao longo dos meses, o reservatório de Bodocongó apresentou concentrações moderadas de oxigênio dissolvido na água, sendo observadas diferenças significativas ($p < 0,05$). As menores concentrações foram verificadas em Janeiro/2012 (2,48, DP=2,1) e maiores concentrações em Setembro/2012 (5,11, DP=2,1) (TABELA 1).

TABELA 1. Valores médios e desvio padrão dos parâmetros físicos e químicos do reservatório de Bodocongó.

Variáveis	Valor			
	Mínimo	Médio	Máximo	DP
Profundidade (m)	0,74	1,19	2,0	0,5
Transparência (m)	0	0,20	0,25	0,2
Temperatura (°C)	24,5	25,9	27,3	1,2
pH	7,0	7,6	8,3	0,4
Condutividade (mS/cm)	1,3	1,41	1,59	0,2
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	2,48	3,3	5,11	2,1
Alcalinidade (mg/lCaCO ₂)	36	45	59	11,3

As comunidades aquáticas podem elevar o valor de pH do meio através da assimilação do CO₂, durante o processo fotossintético, em ambientes de baixa alcalinidade. Por outro lado, em ambientes de alta alcalinidade, o pH apresenta-se entre 7-8, mesmo ocorrendo altas taxas fotossintéticas. Na concepção de Pereira (2004), a variação hidrológica é um fator determinante na estrutura e funcionamento dos sistemas aquáticos. O pH do reservatório estudado se apresentou alcalino durante todo o período amostral, fato que pode estar relacionado aos fatores antrópicos e biológicos como o aumento das biota aquática e consequente elevação da fotossíntese, consumindo gás carbônico, e portanto, diminuição do ácido carbônico na água e consequentemente elevando o pH do meio (TABELA 1).

As cianobactérias são organismos comuns em todas as estações e climas, apesar de serem sensíveis às mudanças abruptas ambientais, ainda que pequenas. Sua habilidade para estocar fósforo na forma de polifosfato e de fixar nitrogênio atmosférico permite que sobrevivam em águas de variados estados tróficos e mantenham seu crescimento durante períodos posteriores à deficiência desses nutrientes. Outro fator que influencia no desenvolvimento de cianobactérias em ecossistemas de águas continentais é a temperatura (HUSZAR et al., 2000). Foram verificadas temperaturas que variaram de 24,5 °C à 27,3°C, e este grupo de algas desenvolve-se melhor acima de 25°C.

Segundo DI BERNARDO (1999), as cianobactérias, quando em grande quantidade populacional, podem oferecer riscos ao meio ambiente, como por exemplo, causando a desoxigenação da água à noite, quando o índice de oxigênio dissolvido pode abaixar ainda mais devido à respiração do fitoplâncton. Isto pode gerar uma elevada mortalidade das espécies aquáticas (por exemplo, peixes), algumas espécies produzem compostos aromáticos voláteis, que, apesar de não oferecerem riscos à saúde humana, conferem à água e aos animais aquáticos sabor e odor desagradáveis que leva uma diminuição de apetência para seu consumo.

De acordo com uma revisão realizada por Sant'Anna et al. (2008), foram identificados no Brasil 32 espécies de cianobactérias consideradas produtoras de toxinas, sendo os gêneros *Microcystis* e *Dolichospermum*, na região tropical brasileira, os que apresentaram maior número de espécies tóxicas. Os gêneros mais comuns formadores de florações são *Microcystis*, *Anabaena*, *Aphanizomenon*, *Cylindrospermopsis* e *Planktothrix* (ARAÚJO, 2012). Entretanto, uma mesma cianobactéria pode produzir várias cianotoxinas, como é o caso das *Oscillatorias* (SANT'ANNA et al., 2006; CEBALLOS et al., 2006). O quadro 1 adaptado de SANT'ANNA et al. (2006), apresenta um método auxiliar para caracterização, visualização de cianotoxinas e o gêneros que as produzem.

QUADRO 1 - Correlação entre as cianotoxinas e seus modos de ação.

MODO DE AÇÃO	CIANOTOXINA	SINTOMATOLOGIA	GENERO
HEPATOTOXINAS	1) microcistinas	Diarréia, vômitos, fraqueza, palidez (A morte ocorre por choque hemorrágico – a relação entre os pesos fígado/peso corpóreo aumenta de 5 para 8-10%).	<i>Microcystis</i> , <i>Anabaena</i> , <i>Planktotrix</i> , <i>Nostoc</i> , <i>Hapalosiphon</i> , <i>Synechocystis</i> , <i>Haphanocapsa</i> e <i>Oscillatoria</i> .
	2) nodularianas	Semelhantes a das microcistinas.	<i>Nodularia</i>
NEUROTOXINAS	Saxitoxinas, Anatoxinas e Homoanatoxina	Paralisia progressiva dos músculos. Diminuição dos movimentos, exagerada respiração abdominal, parada respiratória e morte. Resposta muito rápida à toxina, podendo ocorrer morte de animais em teste em poucos minutos.	<i>Aphanizomenon</i> , <i>Oscillatoria</i> , <i>Anabaena</i> , <i>Cylindrospermopsis</i> , <i>raciborskii</i>
DERMATOTOXINAS	Pigmentos e lipopolissacarídeos de cianobactérias, em geral.	Pigmentos e lipopolissacarídeos de cianobactérias, em geral.	(Cianobactérias em geral)
Outros (lesões no fígado, pulmões, rins e mucosa gástrica).	Cilindrospermopsina	A toxina age de forma lenta e progressiva, atingindo órgãos como rins e fígado, sobrevivendo à morte em até 7 dias	<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i> , <i>Umezakia natans</i> , <i>Aphanizomenon ovalisporium</i>

Aspectos qualitativos da comunidade perifítica

O levantamento da comunidade perifítica nas estações amostrais propiciou a qualificação de 50 táxons, estes distribuídos em sete classes taxonômicas: Cyanophyceae (19), Bacillariophyceae (14), Chlorophyceae (7), Zygnemaphyceae (4), Euglenophyceae (3), Oedogophyceae (2) e Dinophyceae (1).

As microcistinas são produzidas por uma alta diversidade de cianobactérias, incluindo as formas unicelulares, coloniais, filamentosas com ou sem heterocito, que incluem as cianobactérias dos gêneros *Microcystis*, *Oscillatoria*, *Anabaena*, *Nostoc* (CARMICHAEL, 1994) *Lyngbia*, *Phormidium* (IZAGUIRRE et al., 2007) e *Planktothrix* (HISBERGUES et al., 2003). Recentemente no Brasil foram encontradas espécies produtoras de microcistina dos gêneros *Aphanocapsa* e *Radiocystis* (SANT'ANNA et al., 2004).

Foi verificado que na estação 1 ocorreram 12 espécies, destas com dominância das espécies *Microcystis* sp., *Merismopedia* sp., *Planktolynghya limnética* e *Cilindrospermopsis raciborskii*. Enquanto na estação 2, foram registradas 10 espécies, apresentando como principais: *Planktothrix isothrix*, *Aphanizomenon gracile*, *Microcystis* sp., *Dolichospermum circinalis* e *Planktolynghya limnética*., as quais são consideradas espécies potencialmente produtoras de toxinas (TABELA 2).

TABELA 2. Composição e dominância das espécies de cianobactérias presentes no Reservatório de Bodocongó, nos dois pontos de amostragem.

CLASSE CYANOPHYCEAE	ESTAÇÃO 1	ESTAÇÃO 2
<i>Anabaena circinalis</i>		
<i>Aphanizomenon gracile</i>		x
<i>Aphanocapsa</i>		
<i>Aulacoseira distans</i>		
<i>Aulacoseira granulata</i>		
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i>	x	
<i>Cuspidothrix tropicalis</i>		
<i>Dolichospermum circinalis</i>		x
<i>Gleiterinema</i>		
<i>Limnothrix sp</i>		
<i>Lyngbya</i>		
<i>Merismopedia sp</i>	x	
<i>Micractinium pusillum</i>		
<i>Microcystis aeruginosa</i>		x
<i>Microcystis sp</i>	x	
<i>Oscillatoria limosa</i>		
<i>Planktolyngbya limnética</i>	x	x
<i>Planktothrix isothrix</i>		x
<i>Spirulina sp</i>		

Conforme KOMÁREK et al. (2003), as formas filamentosas de cianobactérias constituem um importante grupo de organismos que compõem comunidades aderidas em habitats submerso. No estudo, 11 espécies apresentaram-se na forma filamentosa.

Aspectos quantitativos da comunidade perifítica

As espécies de cianobactérias que apresentaram maiores contribuições de densidade total do perifiton foram: *Aphanizomenon gracile* (753,0743 ind/cm²), *Planktothrix agardhii* (502,0496 ind/cm²) e *Cylindrospermopsis raciborskii* (466,1889 ind/cm²), espécies estas responsáveis pela produção de cianotoxinas e que juntas somaram 68% da densidade total das amostras analisadas.

Planktothrix agardhii segundo Aquino (2011), é uma espécie de cianobactéria filamentosa que apresenta tricomas solitários e permanecem homoganeamente. Esta espécie também é adaptada a baixas intensidades luminosas e, pela alta turbidez que pode ocasionar, pode suprimir o crescimento de outras espécies fitoplanctônicas por limitar a entrada de luz na coluna d'água. Contudo, elas apresentam cepas produtoras de hepatotoxinas, especificamente microcistina, que são tóxicas de acordo com as características de lançamento no corpo receptor, inviabilizando seu uso a saúde humana e ao meio ambiente.

De acordo com Pacheco (2009), *Cylindrospermopsis raciborskii* têm sido cada vez mais frequentes em reservatórios brasileiros, por causa da sua alta competitividade nos ambientes tropicais eutróficos. São produtoras de cilindrospermopsinas, com sua forma hepatotóxica, podendo causar patologias em rins, baço e coração (SIQUEIRA, 2009).

A toxicidade de florações de cianobactérias pode apresentar uma variação temporal, desde intervalos curtos de tempo até diferenças sazonais, anual e também espacial, provavelmente decorrente de alterações na proporção de cepas tóxicas e não tóxicas na população, o que explica a diminuição das concentrações de microcistina no período de chuvas. Ainda assim a ocorrência irregular da toxicidade nas cianobactérias ainda não foi devidamente esclarecida e consiste em uma questão importante que precisa ser considerada nesta variabilidade (CARMICHAEL, 2001).

A abundância de cianobactérias no reservatório amostrado é preocupante pelo fato de muitas espécies desta classe ser potencialmente produtoras de toxinas. O mês de Agosto/2012 apresentou a maior concentração de densidade total de cianobactérias nos dois pontos de amostragem (FIGURA 2).

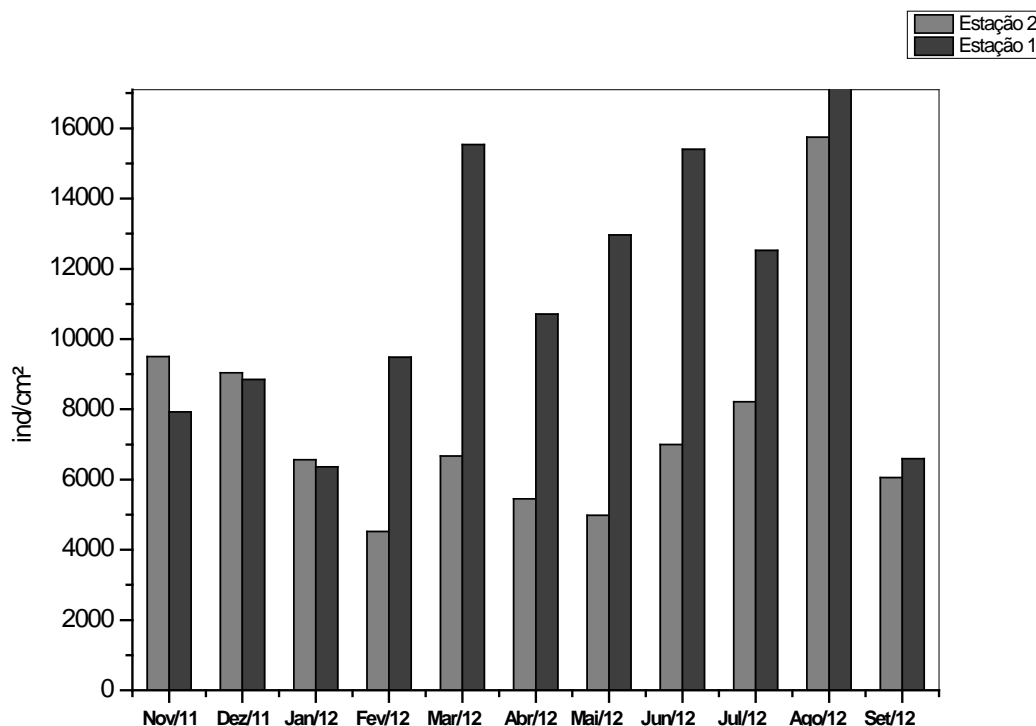


FIGURA 2 - Densidade total de cianobactérias presentes no Reservatório de Bodocongó, no período de novembro de 2011 à setembro de 2012, nos dois pontos de amostragem.

A população que habita o entorno do reservatório utiliza a água para lavagem de roupas e automóveis, irrigação, pecuária e a aquicultura. Conforme Figura 2, o número de indivíduos da classe Cyanophyceae foi superior ao limite de células estabelecido pela portaria nº 2914/2011. Essa estabelece que quando os mananciais utilizados atingem 20.000 cel/mL, as empresas de saneamento devem iniciar o controle de cianobactérias por meio de análises químicas (HPLC), visto que esses teores de cianotoxinas ultrapassam o padrão de potabilidade estabelecido.

CONCLUSÕES

Com base no monitoramento realizado pode-se concluir que:

Florações de cianobactérias é um problema frequente nas bacias hidrográficas do estado da Paraíba, em águas destinadas tanto ao abastecimento público quanto à recreação.

A densidade de cianobactérias durante este estudo ultrapassou os níveis de água potável (20.000 cel/ml) recomendado pela Organização Mundial da Saúde, o que sugere a necessidade do monitoramento desta comunidade, uma vez que, não são citadas em nenhuma legislação referente ao padrão de potabilidade da água.

As análises demonstraram que a água encontra-se poluída com alteração na cor e odor, levando ao desequilíbrio ecológico. Esta situação deve ser considerada como uma grave ameaça à saúde pública, uma vez que a exposição prolongada a microcistinas pode levar a uma maior incidência de doenças a população que utiliza deste reservatório para fins pessoais e domésticos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA, AWWA & WPCF. 1998. **Standard methods for the examination of waster and waster-water**. 18 ed. New York, APHA/AWWA/WPCF, 1193p.
2. BICUDO, C.E.M., Menezes, M., 2006. **Gêneros de algas de águas continentais do Brasil: chave para identificação e descrições**, 2 ed. Rima, São Carlos.
3. CARMICHAEL W.W. **The toxins of cyanobacteria**. Sci Am. v. 270, p. 78-86, jan. 1994.
4. CARMICHAEL, W.W.; AZEVEDO, S.M.F.O.; AN, J.S.; MOLICA, R.J.R.; JOCHIMSEN, E.M.; LAU, S.; RINEHART, K.L.; SHAW, G.R.; EAGLESHAM, G.K. **Human fatalities from cyanobacteria: chemical and biological evidence for cyanotoxins**. Environmental Health Perspectives. v. 109. n. 7. 2001. p. 663-668.
5. CEBALLOS, B. S. O., AZEVEDO, S. M. F. O., BANDATE, M. M. A., Fundamentos Biológicos e Ecológicos Relacionados as Cianobactérias. In PÁDUA, V. L., **Contribuição ao Estudo da Remoção de Cianobactérias e Microcontaminantes Orgânicos por meio de Técnicas de Tratamento de Água para Consumo Humano**. Rio de Janeiro: ABES 2006.
6. CORDEIRO, R. S. (2012) 135f. **Estabilidade e persistência da comunidade de algas perifíticas em ecossistemas lênticos e lóticos do semiárido brasileiro**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande.
7. DI BERNARDO, L.; BRANDÃO, C. C. S. & HELLER, L. **Tratamento de águas de abastecimento por filtração em múltiplas etapas**. Rio de Janeiro: ABES, 114p., 1999.
8. ESTEVES, F. A., **Fundamentos de Limnologia**. 2ª Ed. – Rio de Janeiro.
9. FRANÇA, J.C., **Aspectos sucessionais das Associações Fitoplanctônicas do Açúde Bodocongó – PB**. Campina Grande, 2007. 44f. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde. Universidade Estadual da Paraíba.
10. HISBERGUES, M.; GUNTRAM, C.; ROUHIANEM, L.; SIVONEN, K.; BÖRNER, T. PCR-based identification of microcystin-producing genotypes of different cyanobacterial genera. **Arch. Microbiol.**, v. 180, p. 402-410, dec. 2003.
11. HUSZAR, V.L.M., SILVA, L.H.S., MARINHO, M., DOMINGOS, P., SANT'ANNA, C.L. **Cyanoprokaryote assemblages in eight productive tropical Brazilian waters**. Hydrobiologia, 2000, v. 424, p. 67-77. Interciência, 1998.
12. IZAGUIRRE, G., JUNGBLUT, A-D., NEILAN, B.A., 2007. Benthic cyanobacteria (Oscillatoriaceae) that produce microcystin-LR, isolated from four reservoirs in southern California. **Water Research**; 41: 492-498.
13. KOMAREK, J; ANAGNOSTIDIS, K. **Cyanoprokaryota, 1: Chroococcales**. In: Ettl, H., GARDNER, G., HEYNIG, H. AND MOLLENHEUER, D. *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Gustav Fischer, Jena, 2003. v.19, p.1-548.
14. LUND JWG, KIPLING C, LE CREN ED (1958) **The inverted microscope method of estimating algal numbers and statistical basis of estimation by counting**. Hydrobiologia 11: 143-170.
15. MARGALEF, R. **Limnologia**. Barcelona, Ediciones Omega, 1983.
16. MOHAMED Z. A., AND AL SHEHRI A. M., 2010. Microcystin Production in Epiphytic Cyanobacteria on Submerged Macrophytes. **Toxicon**; 55: 1346-1352.
17. MOSCHINI-CARLOS; V. **Importância, estrutura e dinâmica da comunidade perifítica nos ecossistemas aquáticos continentais**. In: POMPÊO, M. L. M. (Ed.) *Perspectivas da limnologia no Brasil*. São Luiz: Gráfica e Editora União. p.91-103. 1999.
18. ODUM, P. E. **Fundamentos de Ecologia**. Fundação Calouste Gulbenkian. Lisboa, 4ªed., 927p. 1981.
19. PACHECO, C. H. A. **Dinâmica espacial e temporal de variáveis limnológicas e sua influência sobre as cianobactérias em um reservatório eutrofizado: açúde acarape do meio-ce**. Campina Grande, 2009. 109 pp. Dissertação (Engenharia Civil). Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. Universidade Federal de Campina Grande.
20. PEREIRA, R. S. **POLUIÇÃO HÍDRICA: CAUSAS E CONSEQUÊNCIAS**. **Revista Eletrônica de Recursos Hídricos**, v.1, n1, p. 20-36, 2004.
21. SANT'ANNA C. L., AZEVEDO, M. T. P., AGUIJARO, L. F., CARVALHO, M. C., CARVALHO, L. R., SOUZA, R. C. R., **Manual Ilustrado para Identificação e Contagem de Cianobactérias Planctônicas de Águas Continentais Brasileira**, Rio de Janeiro: Interferência; São Paulo: Sociedade Brasileira de Ficologia –SBFic, 2006. 58p.

22. SANT'ANNA, C. L., AZEVEDO, M.T.P., SENNA, P.A.C., KOMAREK, J. AND KOMARKOVA, J. **Planktic Cyanobacteria from São Paulo State, Brazil: Chroococcales**. Revista Brasil. Bot., v.27, n.2, p.213-227, abr.-jun. 2004.
23. SIQUEIRA, D.B.; FILHO, E. C. O. **Cianobactérias de água doce e saúde pública: uma revisão**. Universitas Ciências da Saúde. Vol.03, n01. Pp 109 – 127. Monografia (Curso de Biomedicina) Centro Universitário de Brasília. Brasília, 2009.
24. UTERMÖHL, H. Zur Vervollkommung der quantitativen phytoplankton methodik. **Mitteilungen Internationale Vereinigung fur Theoretische und Angewandte Limnologie** 9: 1-38. 1958.
25. WETZEL, R. G. **Limnology**. Philadelphia. W. B. Saunders Company. 1975. 743p.
26. WETZEL, R. G. Opening remarks. In: WETZEL, R.G. (Ed.). **Periphyton of freshwater ecosystems**. The Hague. Dr. W. Junk. 1983. p.3-4.(Developments in Hydrobiology, 17).
27. WETZEL, R.G.; LIKENS, G.E. **Limnological analysis**. Philadelphia.W.B.Sunders Company, p. 357.1979.