

Cianobactérias em mananciais utilizados por sistemas autônomos de abastecimento de água e esgoto (SAAE) de municípios da Zona Mata Sul de Pernambuco

Cyanobacteria in water sources used for autonomous systems of water supply and sewerage (SAAE) in municipalities of the Forest Zone South of Pernambuco

Catarina Paula da Silva Ramos^{1,*}

Osman de Oliveira Lira^{II}

Giulliani Alan da Silva Tavares de Lira^{III}

RESUMO

As florações de cianobactérias causam impactos sociais, econômicos e ambientais, alterando as características físico-químicas da água e afetando a capacidade de sobrevivência dos organismos aquáticos. Tal fenômeno coloca em risco a qualidade da água destinada ao consumo humano, através da liberação de compostos de propriedades organolépticas que conferem gosto e odor às águas de abastecimento, além de produzirem toxinas que podem gerar graves consequências à saúde humana. No Brasil, este problema vem se agravando e a possibilidade da presença de cianotoxinas tende a se tornar crônica. O objetivo deste trabalho foi apresentar o diagnóstico e avaliar os resultados de análises das amostras de cianobactérias, provenientes de mananciais superficiais de águas destinadas ao abastecimento público, de municípios da Zona da Mata Sul de Pernambuco que apresentam Serviços Autônomos de Água e Esgoto (SAAEs). O estudo foi realizado entre os meses de novembro de 2011 a dezembro de 2014, no Laboratório de qualidade da água da FUNASA (PE). Os resultados revelaram a presença de 29 espécies pertencentes a 13 famílias e 3 subclasses (entre os quais observam-se gêneros de cianobactérias produtores de cianotoxinas tais como *Planktothrix*, *Cylindrospermopsis*), apesar da análise quantitativa estar dentro dos limites estabelecidos pela legislação (99% das amostras analisadas). O estudo apresenta dados relacionados ao monitoramento de cianobactérias nos mananciais de Pernambuco, enfatizando a importância desta prática na mitigação de eventuais agravos ao ambiente, e consequentes riscos, a saúde humana e de animais.

PALAVRAS-CHAVE: Saúde Pública; Monitoramento de Água; SAAE; Normas de Potabilidade

ABSTRACT

Cyanobacterial blooms have social, economic, and environmental impacts, changing the physical and chemical characteristics of the water and affecting the survival of aquatic organisms. This phenomenon risks the quality of water intended for human consumption, through the alteration of organoleptic properties causing changes in taste and odor of water supply. In addition, this phenomenon produces toxins that can generate consequences for human health. In Brazil, this problem is worsening, and the possibility of cyanotoxin presence has become chronic. This study aimed to present a diagnosis and evaluate the results of analysis of cyanobacterial samples from waters of public supply in municipalities of the forest zone south of Pernambuco monitored by Autonomous Services of Water and Sewage (SAAEs). The study was conducted from November 2011 to December 2014 in the Water Quality Laboratory FUNASA (PE). The results showed the presence of 29 species belonging to 13 families and three subclasses. These included cyanobacteria's genres producing cyanotoxins, such as *Planktothrix*, *Cylindrospermopsis*, alongside others, despite the quantitative analysis being within the limits established by law (99% of the analyzed samples). Furthermore, the study showed the importance of monitoring cyanobacteria in water sources of Pernambuco in order to mitigate potential problems inherent to the environment and human and animal health.

^I Laboratório de Processos e Produtos Biotecnológicos, Universidade de Pernambuco (LPPB/UPE), Recife, PE, Brasil

^{II} Unidade Regional de Controle de Qualidade de Água de Pernambuco, Fundação Nacional de Saúde (URCQA/FUNASA), Recife, PE, Brasil

^{III} Organização Pan-Americana da Saúde, Fundação Nacional de Saúde (OPAS/FUNASA), Recife, PE, Brasil

* E-mail: catarinasramos@yahoo.com.br

Recebido: 17 ago 2015

Aprovado: 02 out 2015

KEYWORDS: Public Health; Monitoring of Water; SAAE; Potability Standards



INTRODUÇÃO

A contaminação das águas naturais representa um dos principais riscos à saúde pública, sendo amplamente conhecida a estreita relação entre a qualidade da água e as enfermidades que acometem as populações, especialmente aquelas não atendidas por serviços de saneamento. No Brasil, as péssimas condições sanitárias resultam na degradação generalizada dos elementos naturais e, certamente, dos recursos hídricos¹. Como consequência, ocorre a eutrofização dos mananciais, tornando-os propícios à proliferação excessiva de algas, comprometendo a qualidade da água e restringindo a sua utilização no abastecimento público^{2,3}. Este fenômeno artificial produz significativas mudanças nos sistemas aquáticos, incluindo a redução do oxigênio dissolvido, perdas das qualidades cênicas, aumento do custo de tratamento da água, morte extensiva de peixes, além de maior incidência de cianobactérias com a formação de densas florações, configurando iminentes riscos à saúde pública⁴.

Os ambientes de água doce representam importantes ecossistemas para o desenvolvimento das cianobactérias, visto que a maioria das espécies apresenta melhor crescimento em águas neutro alcalinas com pH entre 6 e 9, temperatura entre 15°C e 30°C e com alta concentração de nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo⁵.

O crescimento excessivo de algas em reservatórios brasileiros é uma realidade e tem prejudicado o uso da água para diversas finalidades. Alguns grupos de algas, em especial as do grupo das cianofíceas ou cianobactérias, podem causar gosto e odor desagradáveis na água. Porém, o efeito mais grave resultante da ocorrência de florações de cianobactérias é a produção de toxinas, que provocam a morte de animais e intoxicação humana^{6,7,8}. Estas toxinas, em circunstâncias ainda não definidas, são liberadas para a água quando da morte das células por processos naturais, pelo tratamento da água com algicidas (sulfato de cobre)⁹ ou pelas técnicas usuais de tratamento de água para consumo¹⁰. Algumas dessas toxinas denominadas neurotoxinas (anatoxina-a, anatoxina-a (s), saxitoxinas) são caracterizadas por sua ação rápida, causando a morte de mamíferos por parada respiratória após poucos minutos de exposição. Outras atuam de forma mais lenta, com ação hepatotóxica (microcistinas, nodularina e cilindropermopsina), provocando desagregação dos hepatócitos com subsequente hemorragia e morte. As microcistinas são as hepatotoxinas mais frequentemente encontradas em água e uma contínua exposição a níveis baixos dessa toxina é um risco à saúde humana devido a sua ação bioacumulativa¹¹. Além disso, podem promover tumores hepáticos¹². Há ainda as dermatotoxinas, substâncias sintetizadas pelas cianobactérias, que podem causar irritação na pele e alergias⁹.

No Brasil, 32 espécies de cianobactérias tóxicas já foram descritas para regiões tropicais e subtropicais do país. A região tropical do Brasil apresenta menos biodiversidade de cianobactérias tóxicas (14 spp.) do que a parte subtropical do país (27 spp.). *Microcystis* (7 spp.) e *Anabaena* (6 spp.) são os gêneros com maior número de espécies tóxicas¹³.

O monitoramento das cianobactérias em mananciais de abastecimento público do estado de Pernambuco é uma prática de fundamental importância, não apenas pelo fato destes organismos atuarem como fonte produtora de toxinas, mas, principalmente, tendo em vista o ocorrido no ano de 1996 no município de Caruaru, quando dezenas de pacientes de uma clínica de hemodiálise vieram a óbito em decorrência da contaminação por cianotoxinas^{14,15}. Além de fazer cumprir a Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde, que rege as normas de potabilidade da água no Brasil. Tal Portaria determina que a análise de microcistinas e saxitoxinas na água seja obrigatória e tenha acompanhamento semanal sempre que a densidade de cianobactérias estiver acima de 20.000 cel.mL⁻¹¹⁶.

Considerando o eminente risco de florações de cianobactérias produtoras de cianotoxinas em mananciais de abastecimento público do Estado de Pernambuco; que em florações, a probabilidade de haver cepas tóxicas é maior que 50%; e que, em uma mesma cepa de cianobactéria, por razões ainda desconhecidas, pode ou não haver produção e liberação de toxinas na água; pode-se afirmar que, mesmo em baixas densidades, a presença de cianobactérias pode ser avaliada como um sério problema de saúde pública.

Estudos desenvolvidos por Piccin-Santos et al. (2012) em quatro reservatórios brasileiros revelaram que não houve relação entre a alta concentração de microcistina e a densidade celular presente em suas amostras, considerada baixa¹⁷. Tais evidências demonstram que, apesar de determinado corpo d'água não conter um número significativo de células de cianobactérias e não ser constatada a presença de uma floração, as toxinas podem estar presentes em concentrações elevadas na água. Nesse sentido, o plano de monitoramento de cianobactérias é de suma importância, considerando os aspectos descritos na Portaria nº 2.914/MS/2011¹⁶, a fim de viabilizar a possibilidade de reconhecimento e mitigação de eventuais problemas inerentes ao ambiente e a saúde humana e de animais.

Nesse sentido, a ação fiscalizadora das cianobactérias e suas toxinas é fundamental a fim de garantir a qualidade da água através do controle e vigilância. Dessa forma, considerando que a zona da mata sul de Pernambuco é composta por municípios que apresentam sistemas com Serviços Autônomos de Água e Esgoto (SAAEs), que não possuem condições laboratoriais para o desenvolvimento de análises de alta complexidade como as de cianobactérias, o Laboratório de URCQA/Sesam/Suest-PE da Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) tem dado suporte quanto ao diagnóstico em questão, possibilitando que tais autarquias cumpram suas obrigações quanto ao controle da qualidade da água. Pesquisas realizadas revelaram a presença de tóxons com histórico de florações de cianobactérias, tendo como efeito mais grave a produção de cianotoxinas. Entretanto, estudos de monitoramento destes organismos, no Estado de Pernambuco, ainda são escassos. Logo, este estudo fornecerá subsídios às autoridades públicas que norteiam ações preventivas de vigilância em saúde.



O presente trabalho tem como objetivo apresentar o diagnóstico e avaliação do monitoramento de cianobactérias, provenientes de mananciais superficiais de águas destinadas ao abastecimento público, de municípios da Zona da Mata Sul de Pernambuco utilizados pelos SAAEs.

MATERIAL E MÉTODO

As coletas realizadas nos municípios da Zona da Mata Sul de Pernambuco contemplaram dois momentos climáticos distintos, sendo estes os períodos seco (setembro a março) e chuvoso (abril a agosto).

A avaliação da qualidade da água quanto à presença de cianobactérias foi desenvolvida em dezesseis mananciais superficiais de seis municípios com Serviços Autônomos de Água e Esgoto (SAAE) da zona da mata sul do estado de Pernambuco, sendo estes: Água Preta (03), Amaraji (02), Catende (02), Gameleira (01), Palmares (06) e Xexéu (02). No total foram realizadas 28 (vinte e oito) coletas entre novembro de 2011 e dezembro de 2014, totalizando 239 (duzentos e trinta e nove) amostragens, com alguns mananciais monitorados ao longo de todo o período. A descrição dos pontos de coleta encontra-se na Tabela 1.

As amostras de água foram coletadas nas proximidades do ponto de captação dos mananciais ou na torneira de entrada da água bruta das estações de tratamento de água - ETA. Após a coleta, as amostras foram acondicionadas em frascos de polietileno denso e fixadas com lugol acético para serem destinadas às análises quantitativa e qualitativa das cianobactérias. Em seguida, as amostras foram transportadas em caixa térmica, sob o abrigo da luz, sendo conservadas em geladeira até o momento da análise.

A análise qualitativa foi definida a partir das observações em microscópio óptico dos aspectos morfológicos das cianobactérias e os táxons identificados de acordo com bibliografia pertinente para o grupo em questão. Os organismos foram identificados através de chaves de identificação segundo Komárek e Anagnostidis^{18,19}.

A análise quantitativa foi desenvolvida em microscópio invertido com aumento de 40X segundo a metodologia de Utermöhl²⁰, com a utilização de câmaras de sedimentação de amostras. A contagem foi realizada em campos por transecto, considerando diretamente o número de células de cada táxon quando possível ou o número de organismos, sendo este posteriormente convertido em número de células a partir da média de células da população de cada táxon, previamente estabelecida. Os resultados foram apresentados em células por mL de acordo com os cálculos propostos pela CETESB²¹. Os critérios utilizados para avaliação dos valores máximos permitidos (VMP) para as densidades celulares foram os preconizados pela RDC nº 357/2005 CONAMA²² e Portaria nº 2.914/MS/2011¹⁶.

A conversão em células por mL (cél./mL ou cél.mL⁻¹) foi desenvolvida a partir do cálculo do Fator (F), obtido pela fórmula a seguir: $F = A/a/v$; onde F = fator de conversão do número de células ou organismos contados por mL; A = área do fundo da cubeta; a = área contada (corresponde a área do campo da objetiva x o número de campos contados); v = volume de sedimentação.

RESULTADOS

Foram identificados 29 (vinte e nove) táxons de cianobactérias nos mananciais superficiais que abastecem os municípios com SAAE da zona da mata do estado de Pernambuco, distribuídos em cinco ordens, Synechococcales (12 spp.), Chroococcales (3 spp.), Oscillatoriales (7 spp.), Spirulinales (1 sp.) e Nostocales (6

Tabela 1. Detalhamento dos mananciais utilizados para análise de cianobactérias, contendo as coordenadas geográficas dos pontos de amostragem e caracterização da área de coleta.

Municípios	Mananciais	Coordenadas geográficas	Caracterização da área de coleta
Água Preta	Riacho Ourives	S 08° 42.735' / WO 35° 31.127'	Estação de tratamento (entrada da água do manancial)
	Riacho Santa Rita	—	Estação de tratamento (entrada da água do manancial)
	Riacho Cruzeiro	—	Ambiente lótico, com mata ciliar descaracterizada e interferência de atividades humanas
Amaraji	Açude Camarão	S 08° 22.694' / WO 35° 26.859'	Ambiente lótico, vegetação ciliar descaracterizada (zona rural)
	ETA - 01	—	Estação de tratamento (entrada da água do manancial)
Catende	Açude Santa Rita	S 08° 39.846' / WO 35° 43.397'	Estação de tratamento (entrada da água do manancial)
	Açude Balsamo	S 08° 39.844' / WO 35° 43.400'	Estação de tratamento (entrada da água do manancial)
Gameleira	Riacho Cuiambuca	S 08° 34.985' / WO 35° 23.121'	Estação de tratamento (entrada da água do manancial)
Palmares	Riacho Serro Azul	S 08° 35.005' / WO 35° 39.741'	Ambiente lótico, vegetação ciliar descaracterizada (zona rural)
	Riacho Newton Carneiro	S 08° 40.117' / WO 35° 34.730'	Ambiente lótico, vegetação ciliar descaracterizada (zona rural)
	Açude Cachorros	S 08° 41.605' / WO 35° 39.278'	Ambiente lótico, vegetação ciliar descaracterizada (zona rural)
	Riacho Pastora	S 08° 41.472' / WO 35° 36.889'	Ambiente lótico, vegetação ciliar descaracterizada (zona rural)/ criação de animais no entorno
	Rio Uma	—	Ambiente lótico, vegetação ciliar descaracterizada (zona urbana)
	Rio Pirangy	—	Ambiente lótico, vegetação ciliar descaracterizada (zona urbana)
Xexéu	Riacho Umaitá	S 08° 48.601' / WO 35° 37.627'	Estação de tratamento (entrada da água do manancial)
	Açude Campos Frios	S 08° 52.401' / WO 35° 37.622'	Estação de tratamento (entrada da água do manancial)



spp.) (Tabela 2). Dentre os táxons, o gênero *Geitlerinema* destacou-se com maior número de representantes: *G. amphibium* (C. Agardh) Anagnostidis, *G. splendidum* (Greville) Anagnostidis e *G. unigranulatum* (Singh) Kom. & Azevedo.

Embora tenham sido observadas baixas densidades nos ecossistemas monitorados, o número de gêneros ou espécies presentes nas amostras, que apresentam histórico de florações tóxicas no Brasil¹³, foi considerado alto, estando presentes para a maioria dos mananciais, sendo estes: *Pseudanabaena*, *Aphanocapsa* sp., *Planktolyngbya* sp., *Cylindrospermopsis raciborskii*, *Geitlerinema amphibium*, *Geitlerinema unigranulatum*, *Synechococcus nidulans* e *Synechocystis aquatilis*, *Planktothrix agardhii*, *Dolichospermum planctonicum* e *Raphidiopsis mediterranea* (Tabela 2).

Durante o período estudado, os mananciais apresentaram pouca variação quanto à densidade de células de cianobactérias. Considerando os aspectos legais da Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011, e os valores de referência para o diagnóstico em questão, de acordo com as análises desenvolvidas, todos os municípios obrigatoriamente, devem dar continuidade aos planos de monitoramento mensais, uma vez que os valores de células por mL de cianobactérias encontraram-se abaixo de 10.000 cel.mL⁻¹, para maioria das análises realizadas (99% das amostras analisadas). Apenas de forma pontual, as coletas de janeiro de 2012 no Riacho Umaitá (município de Xexéu) e de maio de 2014 no Açude Santa Rita (município de Catende) apresentaram densidades acima do limite estabelecido pela portaria para coletas mensais, com 22.491 cel.mL⁻¹ e 68.384 cel.mL⁻¹, respectivamente, indicando a necessidade de amostragens semanais para o monitoramento de cianobactérias, além da obrigatoriedade da análise de cianotoxinas (microcistinas e saxitoxinas) (Tabela 3).

DISCUSSÃO

No Brasil, a intensa eutrofização dos mananciais têm favorecido a dominância de cianobactérias e grande parte das cepas isoladas de corpos d'água brasileiros apresentam produção de toxinas^{13,23}. O enriquecimento nutricional dos mananciais ocorre como consequência de acidentes, desconhecimento ou deficiência na operação dos sistemas de tratamento de água⁴. O caso mais dramático envolvendo intoxicação humana por cianotoxinas ocorreu no Brasil. Em 1996, na cidade de Caruaru-PE, onde mais de 65 pacientes renais faleceram em razão de uma contaminação com microcistinas na água utilizada nas sessões de hemodiálise^{15,24,25}.

Há evidências que populações abastecidas por reservatórios que apresentam extensas florações de cianobactérias podem estar expostas a baixos níveis de toxinas por longo período de tempo²⁶, inclusive várias dessas toxinas são dificilmente removidas pelos processos convencionais de tratamento, sendo ainda, resistentes à fervura²⁷. Tendo o conhecimento que muitos desses mananciais são utilizados para o abastecimento público, a liberação dessas toxinas na água representa um risco para a saúde pública^{28,29}, uma vez que tais metabólitos possuem efeitos bioacumulativos no organismo. Isso reflete a importância do monitoramento dos mananciais, como forma eficaz de evitar riscos à saúde pública.

Tabela 2. Lista de táxons identificados nos mananciais de PE utilizados para abastecimento público pelo SAAE entre novembro de 2011 e dezembro de 2014.

Lista de Táxons
Cyanophyceae
Synechococophycideae
Synechococcales
Merismopediaceae
<i>Aphanocapsa</i> sp.
<i>Merismopedia minima</i> G.Beck
<i>Merismopedia punctata</i> Meyen
<i>Synechocystis aquatilis</i> Sauvageau
Synechococcaceae
<i>Rabdodherma</i> sp.
<i>Synechococcus nidulans</i> (Pringsheim) Komárek
Leptolyngbyaceae
<i>Planktolyngbya</i> sp.
Pseudanabaenaceae
<i>Limnothrix</i> sp.
<i>Pseudanabaena galeata</i> Böcher
<i>Pseudanabaena catenata</i> Lauterborn
<i>Pseudanabaena</i> sp.
Romeriaceae
<i>Romeria</i> sp.
Oscillatoriophycideae
Chroococcales
Chroococcaceae
<i>Chroococcus minimus</i> (Keissler) Lemmermann
<i>Chroococcus minutus</i> (Kützing) Nägeli
<i>Chroococcus turgidus</i> (Kützing) Nägeli
Oscillatoriales
Borziaceae
<i>Borzia</i> sp.
Coleofasciculaceae
<i>Geitlerinema amphibium</i> (C.Agardh) Anagnostidis
<i>Geitlerinema splendidum</i> (Greville ex. Gomont) Anag.
<i>Geitlerinema unigranulatum</i> (Singh) Kom. & Azevedo
Microcoleaceae
<i>Planktothrix agardhii</i> (Gomont) Anagnostidis & Komárek
<i>Planktothrix isothrix</i> (Skuja) Komárek & Komárková
Oscillatoriaceae
<i>Oscillatoria princeps</i> Vaucher ex Gomont
Spirulinales
Spirulinaceae
<i>Spirulina</i> sp.
Nostocophycideae
Nostocales
Aphanizomenonaceae
<i>Aphanizomenon tropicalis</i> Horecká & Komárek
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i> (Woloszinska) Seenayya & Subba Raju
<i>Dolichospermum planctonicum</i> (Brunnthaller) Wacklin, L. Hoffm
<i>Raphidiopsis mediterranea</i> Skuja
<i>Raphidiopsis curvata</i> Fritsch & Rich
Nostocaceae
<i>Cylindrospermum</i> sp.



Tabela 3. Densidades de cianobactérias (Cél.mL⁻¹) encontradas nos mananciais analisados pelos SAAE.

	Água Preta			Amajari		Catende		Gameleira		Palmares			Xexéu			
	Riacho Ourives	Riacho Sta. Rita	Riacho Cruzeiro	Riacho Camarão	ETA-01	Acude Sta. Rita	Acude Básamo	Riacho Cuiambuca	Riacho S. Azul	Riacho N. C.	Riacho Cachorros	Pastora	Rio Una	Rio Prangy	Riacho Umatá	Acude C. Frios
Nov/11	235,2			83,3		635	1313,2	180,3	19,6	63,7	784	29,4		2435,3		
Jan/12	431,2								264,6	257,3	49			22491		
Abr/12	1166,2			78,4			10,8	205,8	436,1	73,5	21,8					1026,5
Jun/12	246			264,6			494,9	152,9	222,5	730,1	130,3			529,2		3954,3
Out/12	1058,4						117,6	384,7	245	742,8	931			67,6		1012,3
Fev/13							2080,1	2744	1587,6	1210,3	3547,6					
Mar/13							5409,6	9427,6	2082,5	3856,3	2704,8					
Abr/13							1078	1078	44,1	187,2	135,2					
Mai/13							1514,1	1514,1	8883,7	1043,7	2258,9					
Jun/13							1078	1078	2009	441	1680,7					
Jul/13							1514,1	1514,1	2332,4	504,7	754,6					
Ago/13							1080,4	1080,4	2133,9	558,6	793,8					
Set/13							1915,9	1915,9	3895,5	906,5	1773,8					1577,8
Out/13							1058,4	1058,4	5262,6	710,5	548,8					
Nov/13				713			886,9	886,9	1555,8	833	362,6					565,5
Dez/13				1541,1			1820,8	1820,8	4689,3	3018,4	803,6					3268,3
Jan/14				4365,9	1381,8	1955,1	4030,5	2626,4	3743,6	6972,7	7100,1					1629,2
Fev/14				1568	5081,3	333,2	6906,1	2000,2	2714,6	3062,5	2222,2	2435,3				5331,2
Mar/14				894,3	4488	842,8	9662,8	1668,4	9672,6	1685,6	7835,1	1528,8				2503,9
Abr/14				2195,2	843	3836,7	4096,4	1587,6	2067,8	3660,3	2053,1					1675,8
Mai/14				2195,2	3042,9	68384,4	3273,2	1078	3954,3	3175,2	4155,2					1259,3
Jun/14				1759,1	1803,2	7658,7	3180,1	1269,1	9555	1364,6	5140,1	3586,8				2190,3
Jul/14				2185,4	1936	1514,1	13313,3	3488,8	8153	1141,7	4405,1	3586,8				7732,2
Ago/14						1359,75	16023	722,75	2013,9	1313,2	3479	3586,8				698,74
Set/14				3229,1	1308	4129,7	5152,3	376,32	1079,9	710,5	4302,2	1058,4				481,18
Out/14				1585,64	715,4	3079,6	3332	307,72	2783,2	529,2	2563,68	600,74	1053,5			2450
Nov/14				852,6		5120,5	8383,9	460,6	297,92	1857,1	2871,4	231,2				490,98
Dez/14				282,24	1193,15	7105	1667,96	192,08	448,84	1293,6	2993,9	231,2	455,7			2494,1
Média				1790	2179,3	8150,4	6179,6	1687,3	2935,5	1522,3	2344,5	1871,8	754,6			2241,2
DP				1173,3	1527,3	18254,4	4517,6	208,1	1951,5	1507,4	2096,6	1454,3	422,7			1883,4
CV%				74	70,1	224	73,1	103,6	115,7	99,9	89,4	77,7	56			84



Apesar da maioria das análises (99%) realizadas neste estudo apresentarem valores de densidade celular dentro dos limites estabelecidos pela Portaria nº 2914/MS/2011, durante todo o período estudado ocorreram gêneros de cianobactérias produtoras de cianotoxinas tais como, *Planktothrix*, *Cylindrospermopsis*, *Synechocystis*, *Aphanocapsa* e *Oscillatoria*, evidenciando a necessidade de acompanhamento destes mananciais a longo prazo. Florações de cianobactérias dos gêneros representados acima, potencialmente nocivas, têm sido registradas com frequência em mananciais brasileiros desde o início da década de 1990^{4,13}.

No Nordeste do Brasil, altas densidades de cianobactérias são uma característica recorrente em reservatórios de abastecimento público^{11,30,31,32,33,34}. Estudos realizados em mananciais superficiais brasileiros revelaram que o monitoramento de cianobactérias é necessário mesmo quando não há um número significativo de células na água, pois, havendo uma espécie tóxica, tal metabólito pode estar disponível em concentrações prejudiciais à saúde de homens e animais^{17,35,36}.

CONCLUSÃO

O presente estudo é o primeiro a relatar dados referentes às análises de cianobactérias para mananciais utilizados pelos

Serviços Autônomos de Água e Esgoto da zona da mata sul de Pernambuco.

O estudo indicou que mesmo em baixas densidades o monitoramento de cianobactérias tem grande relevância do ponto de vista sanitário, pois estas podem produzir toxinas que acarretam graves consequências à saúde do homem e dos animais.

Este estudo mostrou a importância do plano de monitoramento de cianobactérias no reconhecimento de eventuais riscos ao ambiente, indicando a necessidade da análise de cianotoxinas, quando verificada a presença de células de cianobactérias acima dos limites estabelecidos pela Portaria nº 2914/MS/2011, viabilizando o reconhecimento de eventuais problemas eminentes aos ambientes e mitigação de riscos à saúde pública.

Sendo assim, considerando a vulnerabilidade ambiental e a incapacidade de garantia do controle da qualidade da água pelos sistemas convencionais de tratamento, a implantação de medidas que promovam a vigilância e consequente amenização dos riscos à saúde pública, tal como o monitoramento de cianobactérias, apresenta-se como técnica viável e segura para indicação de riscos e posteriores planos de controle.

REFERÊNCIAS

1. Libânio M. Fundamentos de qualidade e tratamento de água. Campinas: Átomo; 2008.
2. Sanches SM, Vieira EM, Prado EL, Beneti F, Takayanagi AMM. Estudo da presença da toxina microcistina - LR em água utilizada em clínica de hemodiálise e validação de um método analítico. Eclética Química (Araraquara). 2007;32(4):43-8.
3. Cerione EM, Cavagioni MG, Breir TB, Barrella W, Almeida VP. Levantamento de espécies de algas planctônicas e análise da água do lago do Zoológico Quinzinho de Barros, Sorocaba (SP). Rev Eletr Biol. 2008;1(2):18-27.
4. Ministério da Saúde (BR), Fundação Nacional de Saúde. Cianobactérias tóxicas na água para consumo humano na saúde pública e processos de remoção em água para consumo humano. Brasília, DF: ASCOM; 2003.
5. Azevedo SMFO. Toxinas de cianobactérias: causas e consequências para a saúde pública. Medonline. 1998 [acesso em 15 jun. 2014];1(3). Disponível em: http://www.medonline.com.br/med_ed/med3/microcis.htm
6. Codd GA, Azevedo SMFO, Bagchi SN, Burch MD, Carmichael WW, Harding WR et al. Cyanonet: a global network for cyanobacterial bloom and toxin risk management: initial situation assessment and recommendations. Paris: Unesco; 2005. (IHP-VI Technical Document in Hidrology, vol 76).
7. Oberholster PJ, Myburgh JG, Govender D, Bengis R, Botha AM. Identification of toxigenic *Microcystis* strains after incidents of wild animal mortalities in the Kruger National Park, South Africa. Ecotoxicol Environ Saf. 2009;72(4):1177-82. doi:10.1016/j.ecoenv.2008.12.014
8. Fernandes VO, Cavati B, Oliveira LB, Souza BDA. Ecologia de cianobactérias: fatores promotores e consequências das florações. Oecol Bras. 2009;13(2):247-58.
9. Sant'Anna CL, Azevedo MTP, Aguiar LF, Carvalho MC, Carvalho LR, Souza RCR. Manual ilustrado para identificação e contagem de cianobactérias planctônicas de águas continentais brasileiras. Rio de Janeiro: Interciência; 2006.
10. Cybis LF, Bendati MM, Maizonave CRM, Werner VR, Domingues CD. Manual para estudo de cianobactérias planctônicas em mananciais de abastecimento público: caso da represa Lomba do Sabão e Lago Guaíba, Porto Alegre, Rio Grande do Sul. Rio de Janeiro: ABES; 2006.
11. Chellappa NT, Chellappa SL, Chellappa S. Harmful phytoplankton blooms and fish mortality in a eutrophicated reservoir of northeast Brazil. Braz Arch Biol Technol. 2008;51(4):833-41. doi:10.1590/S1516-89132008000400022
12. Falconer IR. Tumor promotion and liver injury caused by oral consumption of cyanobacteria. Environ Toxicol. 1991;6(2):177-84. doi:10.1002/tox.2530060207
13. Sant'Anna CL, Azevedo MTP, Werner VR, Dogo CR, Rios FRC. Review of toxic species of Cyanobacteria in Brazil. Algol Stud. 2008;126(1):251-66. doi:10.1127/1864-1318/2008/0126-0251
14. Bittencourt-Oliveira MC, Molica R. Cianobactéria invasora: aspectos moleculares e toxicológicos de *Cylindrospermopsis raciborskii* no Brasil. Biotecnolog Cienc Desenvolv. 2003;30:82-90.
15. Carmichael WW, Azevedo SM, An JS, Molica RJ, Jochimsen EM, Lau S et al. Human fatalities from cyanobacteria: chemical and biological evidence for cyanotoxins. Environ Health Perspect. 2001;109(7):663-8. doi:10.1289/ehp.01109663



16. Ministério da Saúde (BR). Portaria nº 2914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial União. 14 dez 2011;Seção 1:39.
17. Piccin-Santos V, Bittencourt-Oliveira MC. Toxic Cyanobacteria in four Brazilian water supply reservoirs. J Environ Prot. 2012;3(1):68-73. doi:10.4236/jep.2012.31009
18. Komárek J, Anagnostidis K. Cyanoprokaryota 2. Teil/Part 2: oscillatoriales. München: ElsevierGmbH; 2005. (Süßwasserflora von Mitteleuropa, 19).
19. Komárek J, Anagnostidis K. Modern approach to the classification system of Cyanophytes, 4: Nostocales. Arch Hydrobiol. 1989;(suppl 56):247-345.
20. Utermöhl H. Zur vervollkommer der quantitativen phytoplankton methodik. Mitt it Verein. Theor Angew Limnol 1958; 9:1-38.
21. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental - CETESB (SP). Norma técnica L5.303: Fitoplâncton de água doce: métodos qualitativo e quantitativo.4a ed. São Paulo: Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental; 2012.
22. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA (BR). Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Diário Oficial União. 18 mar 2005;Seção 1:53.
23. Domingos P, Rubim KT, Molica RJR, Azevedo SMFO, Carmichael W. First report of microcystin production by picoplanktonic cyanobacteria isolated from a northeast Brazilian drinking water supply. Environ Toxicol. 1999;14(1):31-5. doi:10.1002/(SICI)1522-7278(199902)14:1<31::AID-TOX6>3.0.CO;2-B
24. Jochimsen EM, Carmichael WW, An J, Cardo DM, Cookson ST, Holmes CEM et al. Liver failure and death after exposure to microcystins at a hemodialysis center in Brazil. N Engl J Med. 1998;338(13):873-8. doi:10.1056/NEJM199803263381304
25. Azevedo SMFO, Carmichael WW, Jochimsen E, Rinehart K, Lau S, Shaw G et al. Human intoxication by microcystins during renal dialysis treatment in Caruaru-Brazil. Toxicol. 2002;181-2:441-6. doi:10.1016/S0300-483X(02)00491-2
26. Lambert TW, Holmes CFB, Hrudehy SE. Microcystin class of toxins: Health effects and safety of drinking water supplies. Environ Rev. 1994;2(2):167-86. doi:10.1139/a94-011
27. Ferreira LPH. Remoção da biomassa algal e determinação da concentração de microcistina pelo método elisa em ensaios de coagulação, sedimentação, filtração e adsorção [dissertação]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2004.
28. Chorus I, Bartram J, editors. Toxic cyanobacteria in Water: a guide to their public health consequences, monitoring and management. London: World Health Organization; 1999.
29. Msagati TAM, Siame BA, Shushu DD. Evaluation of methods for the isolation, detection and quantification of cyanobacterial hepatotoxins. Aquat Toxicol. 2006;78(4): 382-97. doi:10.1016/j.aquatox.2006.03.011
30. Moura AN, Bittencourt-Oliveira MC, Dantas EW, Arruda-Neto JDT. Phytoplanktonic associations: a tool to understanding dominance events in a tropical Brazilian reservoir. Acta Bot Bras. 2007;21(3):641-8. doi:10.1590/S0102-33062007000300011
31. Dantas EW, Bittencourt-Oliveira MC, Moura AN. Spatial-temporal variation in coiled and straight morphotypes of *Cylindrospermopsis raciborskii* (Wolsz) Seenayya et Subba Raju (Cyanobacteria). Acta Bot Bras. 2010;24(2):585-91. doi:10.1590/S0102-33062010000200028
32. Lira GAST, Araújo EL, Bittencourt-Oliveira MC, Moura AN. Phytoplankton abundance, dominance and coexistence in an eutrophic reservoir in the state of Pernambuco, Northeast Brazil. An Acad Bras Ciênc. 2011;83(4):1313-26. doi:10.1590/S0001-37652011000400018
33. Bittencourt-Oliveira MC, Piccin-Santos V, Gouvea-Barros S. Microcystin-producing genotypes from cyanobacteria in Brazilian reservoirs. Environ Toxicol. 2010;27(8):461-71. doi:10.1002/tox.20659
34. Bittencourt-Oliveira MC, Piccin-Santos V, Moura AN, Aragão-Tavares NKC, Cordeiro-Araújo MK. Cyanobacteria, microcystins and cylindrospermopsin in public drinking supply reservoirs of Brazil. An Acad Bras Ciênc. 2014;86(1):297-310. doi:10.1590/0001-3765201302512
35. Sertório HG, Barrilli GHC, Negreiros NF. Caracterização da comunidade fitoplanctônica, com ênfase em cianobactérias, do parque ecológico do Bagaçu, Araçatuba-SP. Fórum Amb Alta Paulista 2013;9(3):103-17. doi:10.17271/19800827932013607
36. Miranda CS, Alexandre GS, Negreiros NF. Caracterização preliminar da comunidade fitoplanctônica do reservatório de abastecimento público estação de tratamento de água no município de Guararapes-SP, Brasil. Fórum Amb Alta Paulista. 2013;9(11):418-30. doi:10.17271/198008279112013689

Agradecimentos

À Unidade Regional de Controle da Qualidade da Água/URCQA da Superintendência de Pernambuco da Fundação Nacional de Saúde/FUNASA, pela concessão do uso das instalações do laboratório de microscopia e apoio na aquisição das amostras.



Esta publicação está sob a licença Creative Commons Atribuição 3.0 não Adaptada. Para ver uma cópia desta licença, visite http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/deed.pt_BR.