

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO AÇUDE COLINA, QUITERIANÓPOLIS, CEARÁ, BRASIL APÓS EVENTO DE FLORAÇÃO DE CIANOBACTÉRIAS

Neuma Maria Silva Buarque^{1}; Stella Maris de Castro Carvalho² & Milena de Oliveira Pereira³*

Resumo – O açude Colina, manancial destinado ao abastecimento do município de Quiterianópolis, Ceará, foi estudado por um período de quatro anos, entre 2009 e 2012, durante o qual foi observada a progressiva deterioração da qualidade da água, tanto das características físico-químicas quanto hidrobiológicas. O corpo hídrico que, no início do período de estudo, poderia ser considerado como oligotrófico, teve um aumento progressivo na densidade de cianobactérias, chegando a níveis de hipereutrofia, com a implantação de uma muito bem estabelecida floração desses organismos. As características físico-químicas também sofreram acentuadas alterações, principalmente a turbidez e a cor. A deterioração ocorrida ao longo desse período acarreta na elevação dos custos de tratabilidade da água assim como implica na necessidade de maior rigor quanto ao monitoramento de cianobactérias e cianotoxinas.

Palavras-Chave – Cianobactérias, qualidade, Colina.

EVALUATION OF WATER QUALITY OF THE RESERVOIR COLINA, QUITERIANÓPOLIS, CEARÁ, BRAZIL, AFTER CYANOBACTERIAL BLOOM EVENT

Abstract – The reservoir Colina, source intended to supply Quiterianópolis, Ceará, was studied for four years between 2009 and 2012, during which we observed the gradual deterioration of water quality, both of the physical, chemical and biological characteristic. The water reservoir could be considered as oligotrophic, but a progressive increase in the density of cyanobacteria reach to hipereutrofia levels, with the development of these organisms. The physico and chemical properties have also suffered marked alterations mainly turbidity and color. The deterioration occurred over this period entails the rising costs of treatability of water as well as implies the need for greater rigor in monitoring of cyanobacteria and cyanotoxins.

Keywords – Cyanobacteria, quality, Colina

INTRODUÇÃO

Os corpos d'água continentais brasileiros vêm sofrendo constantes pressões antrópicas, o que acarreta em declínio da qualidade de suas águas e contribui para a presença constante do fenômeno da eutrofização. Aliada a alta carga de nutrientes, fatores ambientais como as elevadas

¹ Afiliação: Universidade Federal do Ceará. Pós-Graduação em Engenharia de Civil - Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, neuma.buarque@cagece.com.br

² Afiliação: Companhia de Água e Esgoto do Ceará, stella.carvalho@cagece.com.br

³ Afiliação: Companhia de Água e Esgoto do Ceará, milena.pereira@cagece.com.br

temperaturas e os longos períodos de estiagem propiciam a ocorrência de grandes taxas de evaporação do corpo hídrico, elevando ainda mais a presença destes nutrientes no mesmo. Tais fatores contribuem para a formação florações de algas, em geral cianobactérias, organismos capazes de produzir toxinas nocivas à saúde dos homens e de outros animais.

As cianobactérias são organismos procariontes, capazes de colonizar os mais variados *habitats*, desde lagos tropicais e regiões temperadas a rios e estuários. Muito comuns nas florações que ocorrem em ambientes eutrofizados, afetam seriamente a qualidade da água utilizada para abastecimento público. Sua capacidade de produzir toxinas como metabólito secundário, é uma característica marcante, na medida em que tais toxinas são extremamente tóxicas, mesmo que ingeridas em pequenas quantidades. Tanto que o Ministério da Saúde exige das Companhias de Saneamento o monitoramento de cianobactérias e dos principais grupos de cianotoxinas (microcistinas, saxitoxinas e cilindrospermopsina) através da Portaria nº 2914/11.

O açude Colina é destinado ao abastecimento do município de Quiterianópolis no Ceará, beneficiando uma população de cerca de 4.634 pessoas e comunidades do entorno. Está localizado no município de Quiterianópolis, Bacia do Rio Parnaíba, na região oeste do Estado do Ceará, limite com o Estado do Piauí. É formado pelo barramento do Rio Poty, e encontra-se situado a 5°51'14"S e 40°42'54"W, sua Bacia Hidrográfica tem 67,4km² e capacidade de armazenamento de 3.250.000m³ (IPECE, 2012). É um sistema altamente eutrófico com histórico constante de floração de cianobactérias. Além de abastecimento, o açude também é utilizado para piscicultura artesanal, dessedentação de animais e irrigação.

OBJETIVOS

O presente trabalho teve por objetivos:

1. Avaliar a qualidade da água do açude Colina no período de 2009 a 2012, quando foi detectada a presença de uma floração de cianobactérias;
2. Estudar a evolução da floração de cianobactérias quanto à variação dos organismos ao longo do período de estudo;
3. Avaliar a presença de cianotoxinas potencialmente produzidas pelas cianobactérias presentes no manancial.

METODOLOGIA

Área de Estudo

A área selecionada para realização do estudo, no açude Colinas, foi a zona de captação de água bruta para abastecimento público, ponto onde a Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE) realiza captação, tratamento e distribuição da água tratada à população de Quiterianópolis. O estudo foi realizado no período compreendido entre 2009 e 2012, abrangendo o início da floração de cianobactérias, o início da sua instalação e a evolução da mesma nesta região ao longo do período analisado.

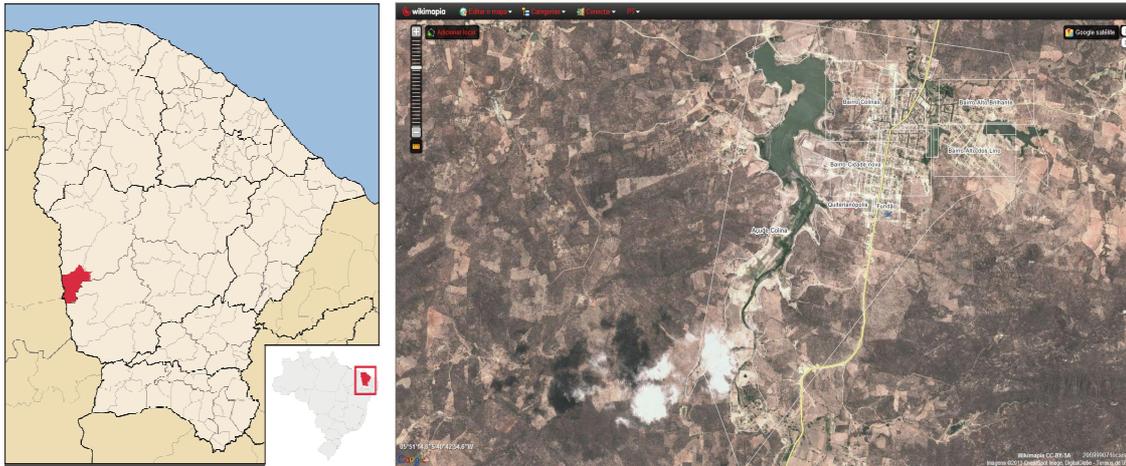


Figura 1 – Açude Colina, município de Quiterianópolis, Ceará.

Coleta, armazenamento e preservação das amostras

A amostragem para identificação e quantificação de cianobactérias e cianotoxinas ocorreu com frequência quinzenal e foram realizadas segundo os métodos descritos em APHA (2012) e CETESB (1978). A amostragem para análises físico-químicas foi realizada com frequência semestral, segundo APHA (2012).

As amostras destinadas às análises de identificação e quantificação de cianobactérias foram coletadas na subsuperfície do manancial, fixadas com lugol acético na proporção de 5mL da solução por litro de amostra, acondicionadas em frascos de vidro âmbar e mantidas ao abrigo da luz. Foram coletadas um total de 47 amostras entre janeiro de 2009 e dezembro de 2012.

As amostra para análises de cianotoxinas foram coletadas em frascos de polipropileno, mantidas sob refrigeração até a chegada ao laboratório, onde foram congeladas.

As amostras para análises físico-químicas foram coletadas em frascos de polipropileno e mantidas sob refrigeração.

Análises Físico-químicas

As amostras destinadas às análises físico-químicas foram realizadas em duas campanhas anuais, totalizando 8 coletas ao longo do período. Foram analisados os parâmetros constantes na Tabela 2.

Análises Hidrobiológicas

As análises de identificação de cianobactérias foram realizadas com lâmina e lamínula em microscópio biológico Zeiss AxioScope A1, com auxílio de bibliografia especializada baseada principalmente em Bourrely (1968, 1972, 1985), Anagnostidis e Komárek (1988) e Komárek e Anagnostidis (1999, 2005). O microscópio utilizado possui sistema de captura de imagens através de câmera AxioCam Mrc, marca Zeiss, e software AxioVision Rel. 4.2 que permite registrar as espécies encontradas no manancial, bem como as medidas e características morfológicas de tricomas, colônias e células de cianobactérias e algas. A utilização do software facilita o trabalho de classificação taxonômica, fornecendo informações complementares relevantes ao melhor enquadramento dos organismos nas chaves de classificação.

As análises de quantificação de cianobactérias foram realizadas através de sedimentação em Câmara de Sedgewick-Rafter (APHA, 2005) utilizando microscópios biológicos invertidos calibrados Olympus CKX41 e Zeiss Axiovert 40 CFL. Os resultados das análises foram expressos em organismos/mL e células/mL.

Análises das Cianotoxinas

Foram analisadas as cianotoxinas microcistinas, saxitoxinas e cilindrospermopsina através do método ELISA (*Enzyme-Liked Immuno Sorbent Assay*). Foram utilizados kit da marca Abraxis, cujos padrões variaram de acordo com a toxina a ser analisada. As amostras sofreram tratamento prévio, com três ciclos de congelamento/descongelamento, cujo objetivo era a liberação das toxinas intracelulares para meio extracelular. Os resultados obtidos correspondem à fração total das cianotoxinas nas amostras (intra e extracelular) e foram expressos em µg/L.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A qualidade da água do açude Colina em relação à biota fitoplanctônica apresentou significativa alteração ao longo do estudo. Os resultados das análises das amostras coletadas no primeiro semestre de 2009 mostraram reduzida variedade e quantidade de cianobactérias e fitoplâncton em geral, mas com uma evidente tendência de crescimento das cianobactérias. A partir de junho já é possível observar o início da floração destes organismos, quando a concentração de células de cianobactérias superou o valor de 20.000 células/mL. A tendência de aumento se confirmou nos anos de 2010, 2011 e 2012, atingindo, ao final do estudo, um pico de 3.690.088,0 células/mL. É possível observar de forma clara essa tendência de aumento na concentração de células através da Figura 2, construída utilizando os valores médios dos semestres.

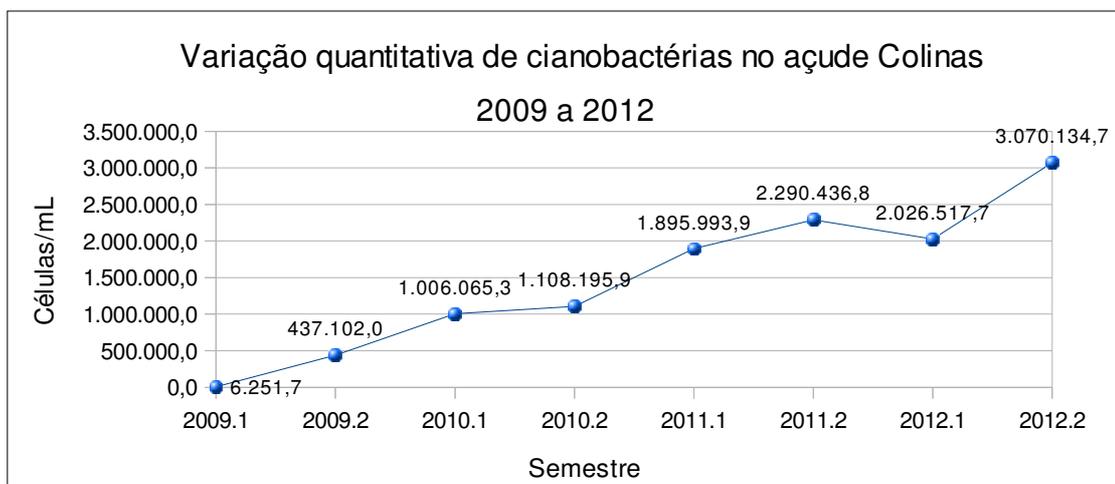


Figura 2 – Variação quantitativa de cianobactérias no açude Colina, Quiterianópolis, Ceará.

Foram identificados 58 táxons, sendo que 7 deles foram frequentes nas amostras durante todo o período de estudo: Bacillariophyceae, *Cylindrospermopsis raciborskii*, *Planktothrix agardhii*, *Aphanizomenon sp.*, *Dolichospermum*, Chroococcales e *Merismopedia sp.* Entre eles, apenas Bacillariophyceae não pertence à classe Cyanophyceae. Foi observada a dominância da espécie *Cylindrospermopsis raciborskii*, seguida por *Planktothrix agardhii*, ambas potencialmente tóxicas e retratadas na literatura como já tendo produzido cianotoxinas do tipo microcistinas, saxitoxinas e cilindrospermopsina. A listagem completa de todos os táxons identificados nas amostras encontra-se na Tabela 1.

Tabela 1 – Listagem dos táxons de cianobactérias identificadas no açude Colinas.

Táxons Identificados	2009		2010		2011		2012	
CYANOPHYCEAE								
<i>Anabaenopsis</i> sp.		X			X		X	X
<i>Aphanizomenon</i> sp.	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Aphanocapsa</i> sp.	X	X						
Chroococcales	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Limnococcus</i> sp.		X		X		X		
<i>Cuspidotrix</i> sp.								X
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Dolicospermum</i> sp.	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Gettlerinema</i> sp.	X		X	X	X		X	X
<i>Merismopedia</i> sp.	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Planktolingbya</i> sp.	X							X
<i>Planktothrix agardhii</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Planktothricoides</i> sp.								X
<i>Pseudanabaena</i> sp.	X			X			X	X
<i>Romeria</i> sp.	X					X		
<i>Spirulina</i> sp.					X	X		
BACILLARIOPHYCEAE								
<i>Aulacoseira granulata</i>	X	X	X	X			X	X
<i>Aulacoseira</i> sp.	X	X					X	
Bacillariophyta	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Cyclotella</i> sp.	X	X	X	X			X	X
CHLOROPHYCEAE								
<i>Actinastrum</i> sp.		X	X	X	X	X	X	X
<i>Ankyra</i> sp.								X
<i>Botryococcus</i> sp.							X	
<i>Chlamydomonas</i> sp.	X							
<i>Centrtractus belanophorus</i>							X	
Chlorococcales	X	X						
<i>Closterium</i> sp.		X						
<i>Coelastrum</i> sp.	X	X	X	X	X			X
<i>Coelastrum pseudomicroporum</i>				X				
<i>Coelastrum reticulatum</i>							X	
<i>Crucigenia</i> sp.	X	X	X					X
<i>Crucigenia tetrapedia</i>	X		X					
<i>Crucigeniella</i> sp.			X		X			
Desmidiaceae								X
<i>Desmodesmus</i> sp.							X	
<i>Dictyosphaerium</i> sp.		X	X	X		X	X	X
<i>Euastrum</i> sp.							X	
<i>Eudorina</i> sp.	X							
<i>Isthmoclaron lobulatum</i>			X	X	X		X	
<i>Kirchneriella</i> sp.							X	
<i>Monoraphidium contortum</i>		X	X	X	X	X	X	X
<i>Mougeotia</i> sp.	X							
<i>Neprocytium</i> sp.							X	
<i>Oocystis</i> sp.	X		X					
<i>Scenedesmus</i> sp.	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Schroederia</i> SP.			X		X	X	X	
<i>Tetraedron</i> sp.	X	X	X	X			X	
<i>Tetraedron minimum</i>		X	X	X	X	X		
<i>Tetraplektron</i> sp.							X	
CRYSOPHYCEAE								
<i>Cryptomonas</i> sp.	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Peridinium</i> sp.	X		X	X	X	X	X	X
Peridiniaceae	X							
EUGLENOPHYCEAE								
<i>Euglena</i> sp.	X							
Euglenophyta	X		X					
<i>Phacus</i> sp.	X		X				X	
<i>Strombomonas</i> sp.	X							
<i>Trachelomonas</i> sp.	X		X		X		X	X
XANTOPHYCEAE								
<i>Ophiocytium</i> sp.			X				X	

As análises de cianotoxinas evidenciaram a presença de microcistinas a partir de maio de 2012, atingindo concentração máxima de 4,17ug/L no mês de setembro. Quanto às saxitoxinas foram detectadas apenas traços, o que poderia ser esperado uma vez que valores de pH básicos não são favoráveis à manutenção destas cianotoxinas no meio. Não foi detectada a presença de cilindrospermopsina.

Quanto aos resultados das análises físico-químicas (tabela 2), observou-se que a qualidade da água do açude Colina sofreu uma considerável piora, seguindo a mesma tendência da presença das florações de cianobactérias. As alterações nas características físico-químicas mais acentuadas ocorreram nos parâmetros de cor, turbidez, sólidos dissolvidos totais, condutividade, cloretos, dureza e alcalinidade de bicarbonato. Esses parâmetros aumentaram de forma progressiva e compatível com o aumento da produtividade do manancial.

Tabela 2 – Resultados dos parâmetros físico-químicos analisados.

Parâmetros	2009.1	2009.2	2010.1	2010.2	2011.1	2011.2	2012.1	2012.2
Turbidez (uT)	1,79	13,20	14,00	54,70	43,10	205	62,80	59,90
Cor (uH)	30	80	100	240	300	300	300	400
pH	8,13	9,2	9,48	8,71	8,52	8,74	8,72	8,38
Alcalinidade bicarbonato (mg/L)	168	157,52	149,64	178	196,70	255,90	255,93	329,41
Dureza Total (mg CaCO ₃ /L)	156,56	130,56	130,05	131,89	135,83	180,39	192,15	251,48
Cálcio (mg Ca/L)	34,60	21,21	19,70	17,32	19,69	9,41	21,96	14,25
Magnésio (mg Mg/L)	16,80	18,60	21,39	21,23	20,78	37,65	32,93	51,80
Condutividade (uS/cm)	581,80	559,90	601,40	576,30	645,90	1037,20	1104,50	1448,30
Cloreto (mg Cl ⁻ /L)	78,89	76,84	83,06	90,78	105,77	174,65	187,62	278,16
Alumínio (mg Al/L)	0,01	ND	ND	0,01	0,02	0,01	ND	ND
Sólidos Dissolvidos totais (mg/L)	290,90	279,95	300,70	288,10	322,95	570,35	607,47	-
Ferro (mg Fe/L)	0,20	0,01	0,01	0,08	0,10	0,05	0,04	0,09
Sódio (mg Na/L)	73,09	45,36	53,89	50,22	74,77	70,46	94,56	121,56
Potássio (mg K/L)	9,46	5,42	7,06	9,85	14,03	13,35	23,80	27,47
Nitrato (mg N-NO ₃ ⁻ /L)	0,06	0,06	0,09	0,02	ND	0,07	0,07	0,38
Nitrito (mg N-NO ₂ ⁻ /L)	ND	ND	0,019	0,009	0,013	0,008	0,023	0,023
Amônia (mg N-NH ₃ /L)	0,07	0,01	0,12	0,18	-	-	0,09	0,29

CONCLUSÕES

Os dados apresentados confirmaram que há uma floração de cianobactérias bem estabelecida no açude Colina, com predominância de *Cylindrospermopsis reciborskii* e *Planktothrix agardii*, ambas potencialmente tóxicas. As altas densidades destes organismos na água bruta, acompanhadas da considerável piora das características físico-químicas, acarretam na elevação dos custos de tratabilidade visto que não podem ser utilizados apenas tratamentos convencionais, necessitando muitas vezes de adoção de tecnologias mais sofisticadas, tanto para adequar as características físico-químicas como para remover as células de cianobactérias e suas toxinas.

É de fundamental importância investigar a existência de fontes pontuais e difusas que estejam contribuindo com o aporte de nutrientes ao longo da bacia hidrográfica, favorecendo o crescimento e manutenção das cianobactérias observadas, para adoção de medidas mitigadoras.

Para que esse manancial continue sendo utilizado para abastecimento público é necessário garantir o efetivo monitoramento das cianobactérias e suas toxinas de acordo como exigido pela legislação brasileira.

REFERÊNCIAS

- A.P.H.A. (2012). *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 22. ed. Washington: APHA/WEF/AWWA.
- BOURRELY, P. (1972). *Les Algues D'Eau Douce. Initiation à la Systématique*. Tome I: Les Algues Vertes. Société Nouvelle des Éditions Boubée, Paris, 572 p.
- BOURRELY, P. (1968). *Les Algues D'Eau Douce. Initiation à la Systématique*. Tome II: Les Algues jaunes et brunes. Chrysophycées, Phéophycées, Xanthophycées et Diatomées. Société Nouvelle des Éditions Boubée, Paris, 438 p.
- BOURRELY, P. (1985). *Les Algues D'Eau Douce. Initiation à la Systématique*. Tome III: Les Algues bleues et rouges. Les Euglêniens, Peridiniens et Cryptomonadines. Société Nouvelle des Éditions Boubée, Paris, 606 p.
- CETESB (2005). L5.303: Fitoplâncton de água doce. Métodos qualitativo e quantitativo. São Paulo. BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria n° 2914, de 12 de dezembro de 2011. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 14 dez. 2011.
- IPECE (2012). *Perfil Básico Municipal 2012 Quiterianópolis*. Governo do Estado do Ceará. 18 p.
- KOMÁREK, J.; ANAGNOSTIDIS, K. (1999) *Cyanoprokaryota. 1. Teil: Chroococcales*. In: Ettl, H., Gärtner, G. and Heynig, H. and Mollenhauer, D. (eds). *Süßwasser von Mitteleuropa*. Stuttgart: Gustav Fischer.
- KOMÁREK, J.; ANAGNOSTIDIS, K. (2005). *Cyanoprokaryota 2. Teil: Oscillatoriales*. In: B. Bridel G. Gastner, L. Krienitz and M. Schargerl (Hrs.) *Süßwasser von Mitteleuropa*. Elsevier.
- KOMÁREK, J.; FOOT. B. (1983). *Das Phytoplankton des Süßwasser Systematik und Biologie. 7. Teil: Chlorophyceae (Grünalgen) Ordnung: Chlorococcales*. In: Elster. H. J. and Ohle, W. (Eds): *Die Binnengewässer*. Stuttgart.