

I-303 - AÇUDE MORORÓ: MICROCISTINAS E A QUALIDADE DE ÁGUA PARA ABASTECIMENTO HUMANO

Tânia M^a de Oliveira ⁽¹⁾

Química Industrial pela Unicap. Mestranda em Tecnologia Ambiental pelo Itep/OS. Especialização em Planejamento e Gestão Ambiental FCAP/UPE. MBA em Gestão Ambiental FCAP/UPE. Química da COMPESA - Companhia Pernambucana de Saneamento.

Maristela Casé Costa Cunha ⁽²⁾

Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Federal Rural de Pernambuco. Mestre em Botânica pela Universidade Federal Rural de Pernambuco. Doutora em Oceanografia pela Universidade Federal de Pernambuco. Bióloga do Instituto de Tecnologia de Pernambuco. Docente permanente do Mestrado em Tecnologia Ambiental do Instituto de Tecnologia de Pernambuco. Docente adjunta da Universidade do Estado da Bahia.

Endereço⁽¹⁾: Av. Professor Luís Freire, 700 – Cidade Universitária - Recife - PE - CEP: 50.790-540 - Brasil - Tel: (81) 31834226 - e-mail: taniamaoliveira@gmail.com

RESUMO

As microcistinas são hepatotoxinas produzidas como metabólitos secundários nas cianobactérias, que ocorrem em diversos *habitats*, inclusive em águas continentais. As toxinas produzidas pelas cianobactérias - conhecidas como cianotoxinas - foram encontradas em diversas regiões do Brasil, inclusive no nordeste brasileiro, onde está inserida a maior parte do semiárido brasileiro, local de escassez de recursos hídricos, por isso, possui grande quantidade de barramentos de rios intermitentes, como o açude Mororó que abastece o pequeno município de Pedra, no estado de Pernambuco. As florações existentes possivelmente estimuladas por condições ideais de altas luminosidade e temperaturas, estabilidade da coluna d'água e abundância de nutrientes provenientes do solo-sedimento, já que este açude é eutrófico e possui pouca atividade antrópica no seu entorno. Neste estudo foram realizados: pH, condutividade, cor aparente, alcalinidade, dureza total, cloretos, cálcio, magnésio, sulfato nitrogênio total (nitrato, nitrito, amônio), ferro, manganês e microcistinas. O açude Mororó apresentou no período estudado de seca, com baixa pluviosidade (julho de 2011 a agosto de 2012) resultados médios de pH neutro-alcalino (7,5), pouca turbidez (8,6 NTU), cor aparente quase sempre alta (114,7 Pt.mL⁻¹), pouca condutividade (267,5 μ S.cm⁻¹) e cloretos (42,1 mg.L⁻¹), pouca alcalinidade (61,7 mg.L⁻¹) e dureza total (20,8 mg.L⁻¹) relacionados a presença de bicarbonatos, que tornam a água branda; presença de cálcio (11,2 mg.L⁻¹) e magnésio (5,6 mg.L⁻¹); rara presença de sulfatos (1,3 mg.L⁻¹), pouca presença de nitrogênio total (0,74 mg.L⁻¹) ao contrário do fósforo total (0,1 mg.L⁻¹); o ferro (0,4 mg.L⁻¹) e o manganês (0,1 mg.L⁻¹) apresentaram presença esporádica, as cianobactérias ($2,5 \times 10^5$ cél.mL⁻¹) microcistinas (1,8 μ g.L⁻¹) estiveram presentes na maioria das amostras. Durante o estudo, o volume do açude reduziu quase a metade, concentrando a maioria dos analitos. Este trabalho de dissertação visou o entendimento de causas naturais, sobretudo, geológicas para a presença das cianobactérias e microcistinas em reservatórios do semiárido, assim como, o fornecimento de informações que levem a um melhor abastecimento público.

PALAVRAS-CHAVE: Cianobactérias, microcistinas, ferro, qualidade da água e águas para abastecimento público.

INTRODUÇÃO

As cianobactérias ocorrem em diversos habitats, inclusive em águas continentais por todo o mundo. Podem causar problemas para o abastecimento público, sendo o maior deles a produção de metabólitos secundários, conhecidos como cianotoxinas, sendo as microcistinas as mais encontradas e pesquisadas. Foram encontrados em todas as regiões do Brasil, inclusive, no Nordeste do Brasil, onde está inserida a maior parte do semiárido. As microcistinas provocam efeitos nocivos ao meio ambiente e à saúde humana, por serem hepatotóxicas. São inibidoras da fosfatase protéica 1 (PP1) e 2A (PP2A), que provoca hiperfosforilação da citoqueratina, que leva a desorganização dos microfilamentos, ruptura das células e hemorragia no fígado em mamíferos (CARMICHAEL, 1994). A Legislação brasileira preconiza este valor como o máximo permitido na água tratada de abastecimento público em 1 micrograma por litro (BRASIL, 2005; BRASIL, 2011). A água tratada

da estação de tratamento de água do município de Pedra, proveniente do açude Mororó apresentou presença das cianotoxinas microcistinas, saxitoxinas e cilindrospermopsinas no período de outubro de 2006 a setembro de 2008 (OLIVEIRA; OLIVEIRA, 2009). Diante destes resultados e sob a ótica do abastecimento humano, percebe-se que a qualidade da água do açude Mororó, possivelmente, possui características que contribuem para a presença de florações e cianotoxinas. É possível que o monitoramento das microcistinas, cianobactérias e parâmetros-físico-químicos associados possam contribuir para compreensão da presença das cianotoxinas neste manancial.

OBJETIVOS

Avaliar a qualidade da água no açude Mororó, município de Pedra – PE, por meio do monitoramento das microcistinas e densidade de cianobactérias, considerando a importância dos parâmetros físico-químicos da água: nitrogênio total, fósforo total, ferro e manganês. Foi considerado o atendimento aos valores máximos permitidos da água bruta na Resolução 357/05 e a Portaria 2914/11 para a água tratada para consumo humano que é a atividade fim. Observar as variações dos parâmetros e sazonalidade da toxina no período de um ano.

MATERIAIS E MÉTODOS

O açude Mororó (2.929.682 m³) abastece o município de Pedra e é localizado próximo à ela, nas coordenadas geográficas latitude 08°29'49" sul e a uma longitude 36°56'27" oeste, altitude de 593 metros. Este reservatório está sob domínio federal (SECTMA, 2006), e é um barramento do rio Mororó. O período estudado foi de Agosto de 2011 a Julho de 2012, com frequência semanal.

As amostras foram coletadas na torneira para amostragem, proveniente do ponto de captação de diâmetro 200 mm, que fica na cota 89 m, correspondente a 35.328 m² e 84.526 m³, que é aduzida para a ETA Pedra. As amostras foram acondicionadas e enviadas ao Laboratório central. Então, as amostras foram registradas e encaminhadas para a câmara de refrigeração a 10°C e/ou diretamente para os laboratórios a serem analisadas. As amostras para os parâmetros de físico-químico - nitrogênio total, fósforo total foram coletadas em frascos de polietileno com capacidade para 5 litros e acondicionada sob refrigeração. As amostras para os metais-traço ferro e manganês foram coletadas em frascos de polietileno com capacidade para 500 mL, preservadas com 2 mL de ácido nítrico e acondicionadas sob refrigeração. As amostras para análise de microcistinas foram coletadas em frascos de polietileno com capacidade para 1 litro, acondicionadas sob refrigeração, longe da luz.



Figura 1 – Açude Mororó



Figura 2 – Localização do município de Pedra

As metodologias de análise estão de acordo com o Standard methods of water and wastewater (APHA, 2005) exceto a análise de microcistina independente de congêneres, que foi realizada de acordo com o fabricante (FISCHER, 2001). As metodologias de análise podem ser vistas no Quadro 3.1.

Quadro 3.1 - Parâmetros físico-químicos e metodologia de análise

Parâmetro	Metodologia de análise
Nitrogênio amoniacal	método colorimétrico - análise com kit
Nitrogênio nitrito	método colorimétrico com kit comercial
Nitrogênio nitrato	método espectrofotométrico
Fosfato total	método colorimétrico com kit comercial
Ferro	método espectro-analítico no modo chama no espectrofotômetro de absorção atômica comprimento de onda 248,3 nm
Manganês	método espectro-analítico no modo chama no espectrofotômetro de absorção atômica comprimento de onda 279,5 nm

Fonte: Standard Methods of Water and Wastewater, 2005.

Os parâmetros analisados e seus respectivos limites podem ser contemplados no Quadro 3.2.

Quadro 3.2 - Parâmetros da qualidade da água e limites na Portaria 2914 e Resolução CONAMA 357/05 MS.

Parâmetros analisados	Conama 357/04	Portaria 2914/11
Microcistina ($\mu\text{g/L}$)	-	1 água tratada
Nitrogênio Total (mg/L)	-	0,5 a 3,7
Fósforo Total (mg/L)	0,025 a 0,05	
Ferro (mg/L)	0,3	0,3
Manganês (mg/L)	0,1	0,1

Fontes Resolução CONAMA 357/05 MS e Portaria 2914/11

RESULTADOS

O açude Mororó apresentou resultados médios nitrogênio total ($0,74 \text{ mg.L}^{-1}$), fósforo total ($0,1 \text{ mg.L}^{-1}$); o ferro ($0,4 \text{ mg.L}^{-1}$) e o manganês ($0,1 \text{ mg.L}^{-1}$). As microcistinas estiveram presentes na maioria das amostras. Os parâmetros que ocasionalmente não atenderam a Legislação foram: fósforo total, ferro e manganês. Os resultados de microcistinas podem ser contemplados na Figura 4.1; o fósforo total na Figura 4.2; o nitrogênio total, na Figura 4.3; Ferro, na Figura 4.4; Manganês, na Figura 4.5; Pluviosidade, na Figura 4.6.

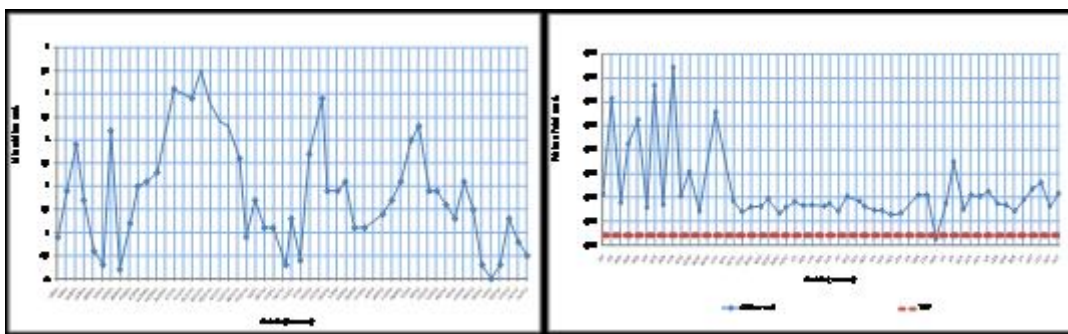


Figura 4.1 – Microcistinas no açude Mororó

Figura 4.2 – Fósforo total no açude Mororó

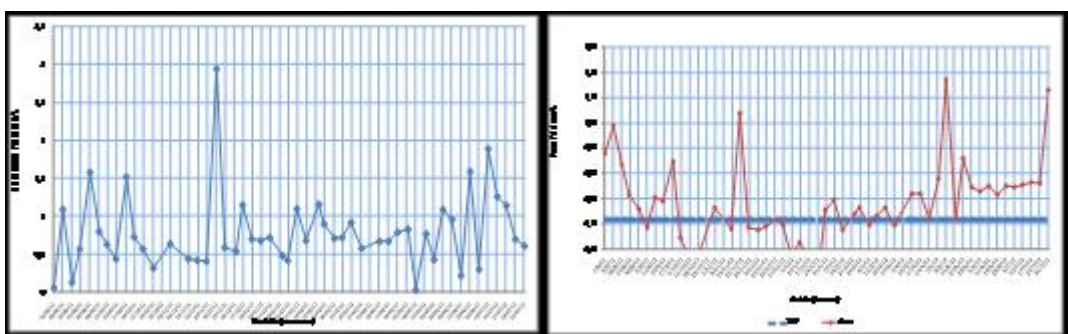


Figura 4.3 – Nitrogênio total no açude Mororó

Figura 4.4 – Ferro total no açude Mororó

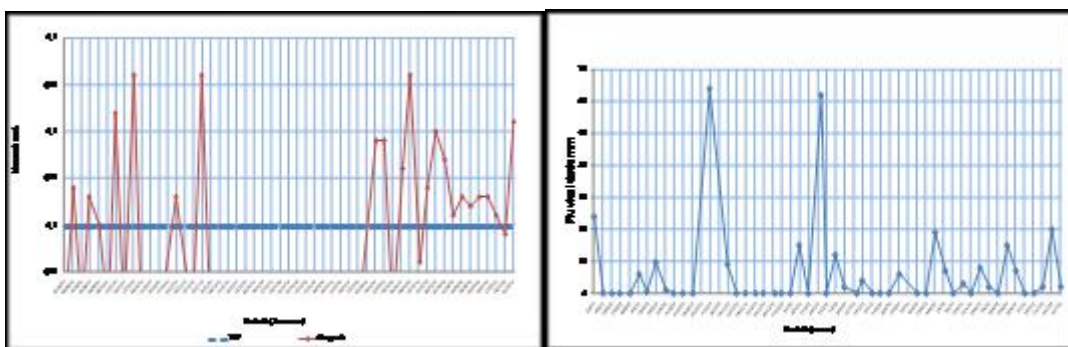


Figura 4.5 – Manganês no açude Mororó

Figura 4.6 – Pluviometria no município de Pedra

A importância do fósforo, ferro e manganês para formação de florações foram percebidas por Andreolli e Carneiro, em 2005. A alta densidade de cianobactérias e presença de espécies potencialmente tóxicas na região Nordeste do Brasil foi mencionada (GUNKEL, 2003; MOLICA et al, 2006; COSTA, 2006; GUNKEL, Di BERNARDO, MINILLO, DANTAS, 2010). A presença de microcistinas no período de chuvas também foi percebida no açude Armando Ribeiro Gonçalves, no estado do Rio Grande do Norte (CHELLAPA; CHELLAPA; CHELLAPA, 2006). Concentrações de fósforo acima dos valores aceitáveis e a predominância de cianobactérias no fitoplâncton foram observadas no açude Castanhão, no Ceará (MOLISANI et. al., 2010). Estes dois reservatórios estão localizados no semiárido nordestino.

CONCLUSÕES

O açude Mororó apresentou pH de neutro a alcalino e salinidade, o que possivelmente, favoreceu a presença de espécies de cianobactérias produtoras de microcistinas. A análise dos resultados de cátions e ânions aumentou no final do período estudado, quando ocorreu grande redução do volume de água do reservatório com a seca.

O monitoramento de dados hidrológicos da pluviometria e o percentual de acumulação de volume de água associados com resultados de parâmetros físico-químicos, tais como: cor aparente, turbidez, condutividade, pH,

alcalinidade, dureza total, cloretos, sulfatos, cálcio, magnésio, ferro e manganês foram importantes na compreensão das causas e conseqüências dos fatores bióticos estudados, como densidade de cianobactérias e microcistinas no açude Mororó.

A metodologia Elisa – análise imunoenzimática para microcistinas independente de congêneres para amostras de água bruta foi eficiente para obtenção de resultados, aliando sensibilidade, rapidez e robustez. A presença de microcistinas ocorreu em quase todo o período estudado, com valores menores no final do período.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Standard Methods for Examination of Water and Wastewater. 21th ed. New York: APHA, 2005.
2. ANDREOLLI, C. V.; CARNEIRO, C. Gestão Integrada de mananciais de abastecimento Eutrofizados. Curitiba: Sanepar Finep, 2005. 500 p.
3. BRASIL. Portaria N° 2.914/2011, de 14 de Dezembro de 2011. Brasília: FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE.
4. BRASIL. Resolução CONAMA N ° 357/05 de 17 de Março de 2005. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente.
5. CALIJURI, M. C.; ALVES, M., S. A.; SANTOS, A. C. A. Cianotoxinas e cianobactérias em águas continentais. São Carlos: RIMA, 2006. 106 p.
6. CARMICHAEL, W.W. (1994). The toxins of Cyanobacteria. Scientific American. 270(1), p. 78-86.
7. CAVET, J. S.; BORRELLY, G. P. M. Zn, Cu and Co in Cyanobacteria: selective control of metal availability. Fems Microbiology Reviews 27 (2003) 165-181. Mai. 2003.
8. CHELLAPPA, N. T.; CHELLAPPA, S. L.; CHELLAPPA, S. Harmful Phytoplankton blooms and fish mortality in eutrophicated reservoir of Northeast Brazil. Braz. Arch. Biol. Technol., v. 51, n. 4, p. 833-841, jul./aug. 2008.
9. CHORUS, I.; BARTRAM, J. Toxic cyanobacteria in water – a guide to their public health consequences, monitoring and management. London: E & FN SPON, 1999. 416 p.
10. COSTA, I. A. S. et al. Occurrence of toxin-producing cyanobacteria blooms in a Brazilian semiarid reservoir. Braz. J. Biol., v. 6, n. 1B, p. 211-219, 2006.
11. CPRM. Diagnóstico do município de Pedra. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/rehi/atlas/pernambuco/relatorios/PEDR116.pdf>. Capturado em 22.03.2011 às 10:55.
12. DI BERNARDO, L.; MINILLO, A.; DANTAS, A. B. Floração de algas e de cianobactérias: suas influências na qualidade da água e nas tecnologias de tratamento. São Carlos: LDiBe, 2010. 536 p.
13. FISCHER, W.J. Congenere-independent immunoassay for microcystins and nodularins. Environ. Sci. Technol, 2001. 35. 4849-4856.
14. MARGULIS, Lynn; DOLAN, Michael F. Early life. 2. ed. Sudbury: Jones and Bartlett, 2002.
15. MOLICA, J. R. R. et al. Occurrence of saxitoxins and anatoxin-a (s): like anticholinesterase in a Brazilian drinking water supply. Harmful algae, v. 4, p. 743-753, 2005.
16. MOSILANI, M. M. et al. Trophic state, Phytoplankton assemblage and Limnological diagnosis os Castanhão Reservoir, CE, Brazil. Acta Limnologica Brasiliensia, n. 1, p. 1-12, 2010.
17. PELCZAR JR., J. M.; CHAN, E. C. S.; KRIEG, N. R. Microbiologia: conceitos e aplicações. 2. ed. São Paulo: Makron Books, 1996. v. 1, 524 p.
18. PERNAMBUCO. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente do Estado de Pernambuco. Bacias hidrográficas de Pernambuco. Coordenação Geral de Simone Rosa da Silva. Produzido por NovoDisc Mídia Digital LTDA. Recife: Comunigraf, 2006. 1 CD-ROM. Escala 1:1.500.000.
19. TUCCI, C. E. M. et al. Interdisciplinaridade em ciências ambientais. São Paulo: Signus, 2000. 318 p.