

## REMOÇÃO DE CIANOTOXINAS EM ÁGUAS DE ABASTECIMENTO PÚBLICO: APLICAÇÃO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Daniely de Lucena Silva (1); Patrícia Silva Cruz (1); Tatiany Liberal Dias Chaves (2); Ranielle Daiana dos Santos Silva (3); José Etham de Lucena Barbosa (4)

- (1) *Universidade Estadual da Paraíba-UEPB*, email: [danyquimicg@gmail.com](mailto:danyquimicg@gmail.com)  
(1) *Universidade Estadual da Paraíba-UEPB*, email: [patriciacruz\\_biologa@hotmail.com](mailto:patriciacruz_biologa@hotmail.com)  
(2) *Universidade Estadual da Paraíba-UEPB*, email: [tatianyliberal@hotmail.com](mailto:tatianyliberal@hotmail.com)  
(3) *Universidade Estadual da Paraíba-UEPB*, email: [ranielledaiana@hotmail.com](mailto:ranielledaiana@hotmail.com)  
(4) *Universidade Estadual da Paraíba-UEPB*, email: [ethambarbosa@hotmail.com](mailto:ethambarbosa@hotmail.com)

**RESUMO** : O presente estudo objetivou apresentar com base em uma revisão bibliográfica os aspectos relevantes da presença das cianotoxinas em reservatórios de abastecimento, os impactos ao meio ambiente e a saúde pública, além das técnicas de remoção. As cianobactérias têm sido citadas como um grupo predominante em ecossistemas aquáticos eutrofizados, cuja presença em sistemas utilizados para abastecimento público causa grande preocupação devido à perda da qualidade da água, dificuldade de remoção e encarecimento no processo de tratamento da mesma, além das implicações à saúde pública, ocasionadas pelos gêneros produtores de cianotoxinas. A presença de cianobactérias em ETAs (Estação de Tratamento de Águas) pode causar problemas operacionais em várias etapas de tratamento, tais como dificuldade de coagulação e floculação, baixa eficiência do processo de sedimentação, colmatação dos filtros e aumento da necessidade de produtos para a desinfecção. Entre as variadas tecnologias mais usadas para a remoção eficiente de células de cianotoxinas estão a pré-oxidação usando-se ozônio, derivados de cloro, peróxido de oxigênio, adsorção por carvão ativado em pó ou granular e argilas organofílicas adsorptivas que possam garantir a preservação da saúde da população.

**PALAVRAS-CHAVE:** Cianotoxinas, Tratamento da Água, Saúde Pública.

### INTRODUÇÃO

Reservatórios são ecossistemas artificiais resultantes de modificações em rios, dotados de extrema importância estratégica, uma vez que permitem usos múltiplos (TUNDISI; MATSUMURA-TUNDISI, 2008). No Brasil, os reservatórios possuem grande importância ecológica e econômica, devido ao elevado número de represas hidrelétricas. Outros usos secundários são para o abastecimento de água, irrigação, piscicultura, navegação, recreação e descarga de efluentes (CALIJURI; OLIVEIRA, 2000).

A eutrofização gera diversos efeitos nos ecossistemas aquáticos, todos relacionados à deterioração da qualidade hídrica do corpo d'água e da sua vida aquática. Tundisi; Matsumura-Tundisi (2008) afirmam que a eutrofização é um dos mais importantes impactos qualitativos e quantitativos em rios, lagos e reservatórios, afetando, com maior ou menor intensidade, praticamente todos os ecossistemas aquáticos continentais.

Diante dos problemas de maior impactos ambientais relacionados à poluição dos corpos hídricos destaca-se a ocorrência de florações de cianobactérias, em particular de espécies com capacidade de produzir cianotoxinas, comprometendo a qualidade da água, restringindo a sua utilização para abastecimento público e ocasionando sérios problemas à saúde e ao meio ambiente (SANCHES et al., 2007; CERIONE et al., 2008).

O crescimento excessivo dessas algas em reservatórios brasileiros é uma realidade e tem prejudicado os usos múltiplos da água. Essa problemática está associada às condições encontradas nos reservatórios que favorecem a fisiologia das cianobactérias. Dentre as quais, pode-se ressaltar a elevada temperatura ambiente durante todo o ano, o prolongado tempo de detenção hidráulica dos mananciais que favorece a aquiescência da água, seu aquecimento e estratificação térmica, o pH e teores elevados de compostos de fósforo e nitrogênio que são consequência dos processos avançados de eutrofização de numerosos corpos de água (CEBALLOS, 1995; BARBOSA, 2002; MOLICA et al., 2002; BARBOSA ; MENDES, 2005; DINIZ, 2005; LINS, 2006; SODRÉ-NETO, 2008; VASCONCELOS et al., 2012).

No nordeste brasileiro o primeiro relato de possível associação entre a presença de cianobactérias e intoxicação humana ocorreu no reservatório de Itaparica (BA) com a morte de 88 pessoas entre 200 intoxicadas em 1988 (TEIXEIRA et al., 1993). Mas somente foi comprovada, observada e documentada a ocorrência em um centro de diálise na cidade de Caruaru/PE, onde 54 pacientes renais crônicos foram a óbito, sendo identificada a presença de microcistina-LR no filtro de carvão usado no dialisador, além do plasma e do fígado dos pacientes acometidos (AZEVEDO et al., 2002).

Os blooms de cianobactérias em reservatórios destinados à produção de água para consumo humano originam muitos problemas para o abastecimento de água potável como entupimento de filtros, acréscimo da dosagem de reagentes, produção de odores e sabores. A presença de cianobactérias em ETAs (Estação de Tratamento de Águas) pode causar problemas operacionais em várias etapas de tratamento, tais como dificuldade de coagulação e floculação, baixa eficiência do processo de sedimentação, colmatação dos filtros e aumento da necessidade de produtos para a desinfecção (CAMPINAS et al., 2002). Diante do exposto, o presente trabalho objetivou apresentar os aspectos relevantes da presença das cianotoxinas em reservatórios de abastecimento, os impactos negativos ao meio ambiente e à saúde pública, além das técnicas de remoção de cianobactérias e cianotoxinas.

## **METODOLOGIA**

No presente estudo foi realizada uma revisão bibliográfica, utilizando banco de dados do Scielo (<<http://www.scielo.org/php/index.php>>), Science Direct (<<http://www.sciencedirect.com/>>) e CAPES (<<http://www.periodicos.capes.gov.br/>>), todos acessados em setembro de 2016.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **Causas e Consequências da Proliferação de Cianobactérias**

Um dos efeitos frequentes da eutrofização artificial dos ecossistemas aquáticos é o rápido crescimento do fitoplâncton, conhecido por floração. As florações de microalgas representam uma rápida resposta das comunidades fitoplanctônicas ao advento do enriquecimento com nutrientes. Dentre os organismos fitoplanctônicos mais comuns descritos em eventos de florações de águas continentais, as cianobactérias destacam-se por sua ampla incidência. O sucesso das cianobactérias em lagos e reservatórios tem sido relacionado a diversos fatores, sendo a estabilidade física da coluna d'água, temperaturas elevadas e o pH, citados como os principais (PAERL, 1988; SHAPIRO, 1990).

As cianobactérias têm sido citadas como o grupo predominante em sistemas eutrofizados. O desenvolvimento de adaptações morfológicas como vesículas gasosas, que possibilitam a migração na coluna d'água, a capacidade de fixação de nitrogênio, de estocar fósforo e a heterotrofia possibilitam às cianobactérias sua dominância na comunidade fitoplanctônica sob condições físicas estáveis, desenvolvendo densas florações em ambientes ricos em nutrientes (DELAZARI-BARROSO, 2007).

A presença de florações de cianobactérias nos sistemas utilizados para abastecimento público causa grande preocupação devido à perda dos aspectos agradáveis aos consumidores, dificuldade de remoção e encarecimento no processo de tratamento da água (LAPOLLI et al., 2011), e principalmente pela capacidade que esses organismos possuem de produzirem uma diversidade de metabólitos secundários, as cianotoxinas que oferecem sérios riscos à saúde humana.

Na região Nordeste, vários estudos relatam a ocorrência de florações dos principais gêneros potencialmente tóxicos em reservatórios utilizados para abastecimento público, incluindo o caso de intoxicação ocorrido no estado de Pernambuco, na cidade de Caruaru, onde 52 pacientes de uma clínica de hemodiálise foram a óbito após sessão de hemodiálise com água contaminada com cianotoxina (AZEVEDO et al., 2002). Na Paraíba também foram registradas elevadas densidades de cianobactérias em reservatórios, além de concentrações de microcistina na água de 20 reservatórios de abastecimento público do estado, detectando a presença da toxina em 55% destes, sendo as concentrações mais elevadas no período seco, quando os reservatórios estavam com menor volume de água (MACEDO, 2009).

Após da tragédia de Caruaru, as florações de cianobactérias tóxicas foram reconhecidas como um problema de saúde pública e tomaram-se as primeiras medidas legais para seu monitoramento e controle: proibição da adição de sulfato de cobre ou de qualquer algicida em reservatórios com florações de cianobactérias, determinação de valores máximos para cianotoxinas em água de abastecimento (Portarias 1469/2000 Ministério da Saúde seguida pela 518/2004-MS, e a atual 2914/2011-MS) e nos mananciais de usos múltiplos (Resolução CONAMA 357/05, CONAMA 2005); definição de valores limites de concentração de células de cianobactérias a serem usadas como critérios para estabelecer a frequência de monitoramento de cianotoxinas no manancial e na água tratada ( $< 10.000$  células.ml<sup>-1</sup>: frequência mensal de coleta no ponto de captação;  $\geq 20.000$  células.ml<sup>-1</sup>: frequência semanal, no manancial e na saída da água da ETA, antes da distribuição).

## **Cianobactérias e Cianotoxinas**

As cianobactérias são microrganismos procariotos fotossintetizantes, que constituem juntamente com os demais organismos fitoplanctônicos, a base da cadeia alimentar aquática e uma importante fonte de oxigênio, além de desempenhar um importante papel nos processos de ciclagem de nutrientes (YOO et al., 1995). A distribuição e ocorrência das florações de cianobactérias são reguladas por fatores ambientais e bióticos, de forma que a proliferação de diferentes populações é favorecida pela versatilidade metabólica e pelas adaptações estruturais e enzimáticas que essas populações utilizam com a finalidade de sobreviver em condições adversas e limitantes.

As espécies pertencentes a esse grupo diferem amplamente em aspectos morfológicos e funcionais que afetam a produção de toxinas e a interação com outros organismos (SOARES et al.,

2013). O desenvolvimento de adaptações morfológicas como vesículas gasosas, que possibilitam a migração na coluna d'água, a capacidade de fixação de nitrogênio, de estocar fósforo e a heterotrofia possibilitam às cianobactérias sua dominância na comunidade fitoplanctônica sob condições físicas estáveis, desenvolvendo densas florações em ambientes ricos em nutrientes.

No Brasil, as florações de cianobactérias vêm aumentando rapidamente em mananciais de todo o país, influenciadas pelos usos múltiplos desses reservatórios deteriorando a qualidade da água (BECKER; HUSZAR ; CROSSETTI, 2009; SOARES et al., 2009). A incidência desses organismos nos reservatórios indica que esses sistemas oferecem condições adequadas, dentre elas a alta disponibilidade de nutrientes, aumento no tempo de retenção e temperaturas elevadas durante todo o ano que é favorável para a ocorrência e manutenção da dominância de cianobactérias (SOARES et al., 2013).

A ocorrência de florações de cianobactérias tem sido um problema preocupante em áreas densamente habitadas, pois vários gêneros são capazes de formar florações e produzir toxinas que afetam a microbiota, os animais e o homem, provocando alterações neurológicas (neurotoxinas), irritações dérmicas (dermatotoxinas) e alterações hepáticas (hepatotoxinas) sendo considerado um sério problema de saúde pública. As cianotoxinas constituem um grande grupo de toxinas naturais que são produtos do metabolismo secundário de cianobactérias, com estrutura química e propriedades toxicológicas diversas (FALCONER; HUMPAGE, 2005). A toxicidade de espécies de cianobactérias presentes nas florações pode apresentar variação temporal, diferenças sazonais, e também espaciais, provavelmente decorrentes de alterações na proporção de cepas tóxicas e não tóxicas na população (CHORUS; BARTRAM, 1999).

O meio pelo qual as cianotoxinas podem atingir os humanos é através da água de abastecimento, no entanto, existe também a possibilidade destas toxinas chegarem por transferência pela cadeia alimentar, como por exemplo, pela ingestão de pescado que possui como fonte de alimento cianobactérias. A presença de cianotoxinas na água de consumo humano implica em sérios riscos à saúde pública, já que são hidrossolúveis e passam pelo sistema de tratamento convencional, sendo inclusive resistentes à fervura. O monitoramento das cianobactérias tóxicas e cianotoxinas nos mananciais de água para abastecimento público é imprescindível para identificar os locais com risco potencial, visto que comprometem a qualidade da água, dificultam a remoção dos organismos que se proliferam e encarecem o processo de potabilização (LAPOLLI et al., 2011).

## **Técnicas de Remoção de Cianobactérias e Cianotoxinas**

O tratamento da água para consumo humano objetiva remover impurezas que representam riscos à saúde como microrganismos patogênicos e compostos químicos diversos, (toxinas, defensivos agrícolas, metais pesados, hormônios, entre outros). A água potável deve atender as normas ou padrões (Valores Máximos Permitidos) para um conjunto de parâmetros de qualidade que no Brasil estão definidos na Portaria 2914 de novembro de 2011 - MS.

Entre as tecnologias mais usadas para a remoção eficiente de células e de cianotoxinas estão a préoxidação usando-se ozônio, derivados de cloro, peróxido de oxigênio, luz ultravioleta; pode ser por adsorção por carvão ativado em pó ou granular e argilas organofílicas adsorptivas; outro método altamente eficiente é a filtração em membrana (osmose reversa, microfiltração, ultrafiltração e nanofiltração) (HO et al., 2011).

Na pré-oxidação é mais frequente o uso de peróxido de oxigênio (água oxigenada), mas há restrições pela geração de subprodutos também tóxicos, sendo sugerido para minimizar essa problemática, o uso combinado de peróxido de oxigênio com ozônio (Di BERNARDO ; DANTAS, 2005). Em estudos realizados por Burity (2012), em escala de bancada com a utilização de préoxidação com peróxido de oxigênio previa as etapas do tratamento convencional, promoveu a remoção de 65% de microcistina LR.

O carbono ativado apresenta boa eficiência na remoção de toxinas, seja em pó (CAP) ou granular (CAG). O carvão produzido à partir da madeira e casca de coco apresentam melhores resultados de remoção, onde com a adição de CAP em diferentes pontos do sistema convencional atingiu eficiências 95 a 99% de remoção de microcistina e de 92 até 97% combinando pré-ozonização (BRANDÃO; SILVA, 2006).

O uso de CAG incorporado na ETA em colunas de filtração no final do tratamento mostra excelente eficiência de remoção de cianotoxinas, facilidades de instalação, operação e manutenção além de dar flexibilidade ao sistema de tratamento, já que o carvão fica retido dentro da coluna e não aumenta a formação de lodo, como ocorre com o CAP e é possível sua recuperação. Diversos trabalhos mostram eficiências de remoção de cianobactérias (células inteiras) e elevadas concentrações de cianotoxinas (atingindo valores de microcistina – LR inferiores ao limite de 1 µg.L<sup>-1</sup> da Portaria 2914/2011 usando sulfato de alumínio e condições controladas das etapas de coagulação,

floculação e sedimentação seguidas de filtração por filtros de areia e colunas de CAG (SANTIAGO, 2008; GUERRA, 2012).

Quando utilizado a oxidação de compostos de cloro, destaca-se que além da dosagem, os efeitos do pH e do tempo de contato serão determinantes para a remoção efetiva das cianotoxinas. Estudos demonstraram que o cloro e o hipoclorito de cálcio removeram 95% das toxinas com doses de 1 mg/L (cloro ativo) após um tempo de 30 minutos, ao passo que 5 mg/L de hipoclorito de sódio foram necessários para cerca de 80% de remoção no mesmo tempo de contato. Todavia, a remoção de toxinas foi bastante comprometida quando os valores de pH excediam a 8,0 (VERONEZI et al., 2009). Outras técnicas incluem filtração lenta, filtração em margem, dupla filtração, flotação com ar dissolvido (FAD), todas com promissores resultados (TEXEIRA et al., 2010).

## CONCLUSÕES

Os estudos sobre cianobactérias e suas toxinas avançaram bastante no Brasil desde os primeiros de caracterização dos ambientes aquáticos e identificação das cianobactérias. A necessidade de monitoramento e controle de cianobactérias nos reservatórios de abastecimento é uma garantia à preservação da saúde da população, uma vez que os estudos têm confirmado a ocorrência de cianobactérias tóxicas em reservatórios utilizados para abastecimento público e lagos da maioria dos estados brasileiros. Os tratamentos convencionais demonstraram-se ineficientes principalmente quando há elevadas concentrações de cianobactérias, fazendo-se necessário a utilização de técnicas mais avançadas que visem a otimização do processo, garantindo a população água de qualidade.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEVEDO, S.M.F.O.; CARMICHAEL, W.W.; JOCHIMSEN, E.M.; RINEHART, K.L.; LAU, S.; SHAW, G.R.; EAGLESHAM, G.K.. Human intoxication by microcystin during renal dialysis treatment in Caruaru. **Brazil Toxicology**, p. 181-182, 2002.

AZEVEDO, S.M.F.O. South and Central America: Toxic cyanobacteria. In: Codd, G.A. et al. (ed.) Cyanonet: a global network for cyanobacterial bloom and toxin risk management. **Paris: IHPUnesco**, p. 115-126, 2005.

BARBOSA, J.E.L.; MENDES, J. S.. Estrutura da comunidade fitoplânctonica e aspectos físicos e químicos das águas do reservatório de Acauã – semi-árido paraibano. X Reunião da Sociedade Brasileira de Ficologia, 2005. Salvador.

BECKER V.; HUSZAR, V.L.M.; CROSSETTI, L.O.. Responses of phytoplankton functional groups to the mixing regime in a deep subtropical reservoir. **Hydrobiologia**, 628: 137–151, 2009.

BITTENCOURT-OLIVEIRA, M.C.; SANTOS, D.M.S.; MOURA, N.A. Toxic cyanobacteria in reservoirs in northeastern Brazil: detection using a molecular method. *Braz. J. Biol.*, vol. 70, n. 4, p. 1005-1010, 2010.

BRANDÃO, C.C.S.; SILVA, A.S. Remoção de cianotoxinas por adsorção em carvão ativado. In: PÁ- DUA, V.L. (coord.) 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**. p. 415-465, 2006.

BURITI, J. S., Remoção de microcistina-LR de água utilizando coagulação com reagente fenton, floculação, decantação e filtração seguido de carvão ativado granular. Dissertação de Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental da UEPB, Campina Grande, PB, 89f, 2012.

BUYNDER, R.G.; OUGHTRED, T.; KIRKBY, B.; PHILLIPS, S.; THOMAS, K. & BURCH, M. Nodularin Uptake by Seafood During a Cyanobacterial Bloom. **Environ Toxicol**, v. 16, p. 468-471, 2001.

CAMPINAS, M.; TEIXEIRA, M. R.; LUCAS, H.; ROSA, M. J. Previsão da capacidade de remoção de cianobactérias e cianotoxinas na ETA de Alcantarilha. Ata do **10º Encontro Nacional de Saneamento Básico**. Universidade do Minho. p. 1-14, 2002.

CHORUS, I.; BARTRAM, J. Toxic cyanobacteria in water. A guide to their public health consequences, monitoring and management. World Health Organization. London, p. 416 , 1999.

DELAZARRI-BARROSO, A. Fatores controladores do desenvolvimento do fitoplâncton em um reservatório de abastecimento público no Espírito Santo, com ênfase em cianobactérias. **Tese de Doutorado**. Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas do Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho da Universidade Federal do Rio de Janeiro. 112p. 2007.

DI BERNARDO, L.; DANTAS, A. D. B. **Métodos e técnicas de tratamento de água**. 2ª ed. São Carlos: Rima, p. 792, 2005.

FALCONER, I.R.; HUMPAGE, A.R. Health Risk Assessment of Cyanobacterial (Bluegreen Algal) Toxins in Drinking Water. **J. Environ-Res. Public Health** 1(2): 43-50, 2005.

GUERRA, A. B. *Avaliação em escala de bancada do emprego de carvão ativado granular na remoção de microcistina-LR na potabilização de águas eutrofizadas do semiárido nordestino*. 2012. 98 f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia Ambiental) – Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2012.



IBELINGS, B.W.; HAVENS, K.E. (2008). Cyanobacterial toxins: a qualitative meta-analysis of concentrations, dosage and effects in freshwater, estuarine and marine biota. **Advances in Experimental Medicine and Biology**, v. 619, p. 675-705, 2008.

MACEDO, D. R.G. Microcistina na água e biomagnificação em peixes de reservatórios de abastecimento público do Estado da Paraíba. 103f, 2009, **Dissertação** (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente)-PRODEMA, Universidade Federal da Paraíba- Universidade Estadual da Paraíba, João Pessoa- PB, 2009.

LAPOLLI, F. R.; CORAL, L. A.; RECIO, M. A. L. Cianobactérias em mananciais de abastecimento – problemática e métodos de remoção. **Revista Dae**, 185, p. 09-17, 2011.

MOLICA, R.; ONODERA, H.; GARCIA, C.; RIVAS, M.; ANDRINOLO, D.; NASCIMENTO, S.; MEGURO, H.; OSHIMA, Y.; AZEVEDO, S.; LAGOS, N. Toxins in the freshwater cyanobacterium *Cylindrospermopsis raciborskii* (Cyanophyceae) isolated from Tabocas reservoir in Caruaru, Brazil, including demonstration of a new saxitoxin analogue. *Phycologia*, v. 41, p. 606-611, 2002.

PAERL, H. W. “Growth and reproductive strategies of freshwater blue-green algae (cyanobacteria)”. In **Chorus, I. e Bartram, J., Editors** (1999). Toxic Cyanobacteria in Water. A Guide to their Public Health Consequences, Monitoring and Management. E&FN Spon, London, 1998.

SANCHES, S. M.; PRADO, E. L.; FERREIRA, I. M.; BRAGA, H. F.; VIEIRA, E. M.; Presença da toxina microcistina em água, impactos na saúde pública e medidas de controle. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**, 33(2): 181-187.

SANT'ANNA, C. L.; AZEVEDO, M. T. P. WERNER, V. R. DOGO, C. R.; RIOS, F. R.; CARVALHO, L. R. Review of toxic species of Cyanobacteria in Brazil. **Algol Studies**, v. 126, p. 251-265, 2008.

SANTIAGO, L. M. Remoção de células de cianobactérias por processos de sedimentação e flotação por ar dissolvido: avaliação em escala de bancada. **Dissertação** (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos), Universidade Federal de Minas Gerais, 141p, 2008.

SHAPIRO, J. Current beliefs regarding dominance by blue-greens: the case for the importance of CO<sub>2</sub> and pH. *Ver. Int. Verein. Theor. Ang. Limnol.* 24: 38-54, 1990.

SOARES, M.C.S.; HUSZAR, V.L.M.; MIRANDA, M.N.; MELLO, M.M.; ROLAND, F.; LÜRLING, M. Cyanobacterial dominance in Brazil: distribution and environmental preference. **Hydrobiologia**, 717:1–12, 2013.

SPERLING, M. V. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. UFMG. Belo Horizonte, v. 2, p. 242, 2005.

LAPOLLI, F. R.; CORAL, L. A.; RECIO, M. A. L. Cianobactérias em mananciais de abastecimento – problemática e métodos de remoção. **Revista Dae**, 185, p. 09-17, 2011.

TEIXEIRA, M. R.; SOUSA, V.; ROSA, M. J. Investigating dissolved air flotation performance with cyanobacterial cell sand filaments. **Water Research** 44, 3337–334, 2010.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI T.; TUNDISI J. E. M. Reservoir and human well being: New challenges for evaluating impacts and benefits in the neotropics. *Brazilian Journal of Biology*, v. 68, p. 1133-1135, 2008.

VEIGA, N. C. A. R.; Cianobactéria tóxica na água para consumo humano. *Gestão Ambiental das Faculdades Integradas Vianna Junior*. Juiz de Fora, Brasil. p. 5-9.

VERONEZI, M. V.; GIANI, A.; MELO, C. S.; GOMES, L. L.; LIBÂNIO, M.; Avaliação da remoção de saxitoxinas por meio de técnicas de tratamento das águas de abastecimento. **Engenharia Sanitária Ambiental**, v.14, p. 193-204.

WATANABE, M.F.; PARK, H-D.; KONDO, F.; HARADA, K-I.; HAYASI, H.; OKINO, T.. Identification and estimation of microcystinas in freshwaters mussels. *Nat. Toxins*, v. 5, p. 31-35. CALIJURI, M. C.; OLIVEIRA, H. T. Manejo da Qualidade da Água: Uma Abordagem Metodológica. In: CASTRO, A. D. et. al. **Desenvolvimento Sustentado: Problemas e Estratégias**, 1ª Ed. EESCUSP, São Carlos, p. 360 - 2000, 1997.

