

CIANOBACTÉRIAS E CIANOTOXINAS FATORES DE RISCO PARA O ABASTECIMENTO DE ÁGUA¹

Luana Candido de Almeida ², Thiago Bernardes Fernandes Jorge³, Rogério Pinto⁴, Glauco da Cruz Canevari⁴

Resumo^a: *Resíduos ricos em nitrogênio e fósforo decorrentes de atividades humanas constituem substrato para crescimento de algas. Dentre estas, as cianobactérias representam sérios riscos à saúde, bem como as toxinas liberadas na água pela destruição de tais algas. Objetivou-se revisar os principais métodos de remoção de cianobactérias e cianotoxinas no tratamento da água. Para isso, foram revisados livros, artigos, teses, dissertações, além de portarias e resoluções brasileiras que abordam o tratamento de água. A pré-cloração ou uso de algicidas mostrou-se eficiente no controle de algas; contudo, incorre no grave problema de liberar cianotoxinas e não tratá-las. Outra alternativa consiste em impedir a afluência das algas pelo uso de cortinas de ar e barreiras de contenção. Já, no Brasil, as técnicas de flotação e decantação são as mais empregadas, mas deve-se remover o lodo formado no fundo dos decantadores. O processo de floculação-flotação-filtração se mostrou eficiente na remoção de cianobactérias, mas não de cianotoxinas, o que pode ser resolvido pela introdução de carvão ativado em pó (CAP). Ultrafiltração em membranas de polietersulfona removeu cianobactérias e cianotoxinas sob determinado intervalo de pressão. Conclui-se, portanto, que todos métodos foram eficientes em remover cianobactérias e que, aliado ao uso de CAP ou ultrafiltração em membrana, é possível remover cianotoxinas.*

Palavras-chave: *Algas, Eutrofização, Ultrafiltração.*

Abstract: *Rich in nitrogen and phosphorus waste resulting from human activities*

² Graduanda em Engenharia Ambiental - Faculdade de Ciências Biológicas e da Saúde - UNIVIÇOSA. e-mail: luana561@yahoo.com.br;

³Doutorando em Zootecnia – Universidade Federal de Viçosa - UFV. e-mail: thbernardes@yahoo.com.br;

⁴Professores da Faculdade de Ciências Biológicas e da Saúde - FACISA/UNIVIÇOSA. e-mail: rogerio@univicoso.com.br; glauco@univicoso.com.br.

are substrate for algae growth. Among these, cyanobacteria pose serious health risks, as well as toxins released into the water for the destruction of such algae. The objective was to review the main methods of removing cyanobacteria and cyanotoxins in water treatment. To do so, books were reviewed, articles, theses, dissertations, as well as ordinances and resolutions that address the Brazilian water treatment. The pre-chlorination or use of algaecides proved effective in controlling algae, however incurs the serious problem of releasing cyanotoxins and not treat them. Another alternative is to prevent the influx of algae for the use of air curtains and booms. In Brazil, the flotation techniques and sedimentation are the most used, but must remove the sludge formed at the bottom of the decanters. The process of flocculation, flotation-filtration was efficient in removing cyanobacteria, but not cyanotoxins, which can be solved by introduction of powdered activated carbon (PAC). Polyethersulfone ultrafiltration membranes removed cyanobacteria and cyanotoxins under particular pressure range. It is therefore concluded that all methods were effective in removing cyanobacteria and coupled to the PAC or ultrafiltration membrane can remove cyanotoxins.

Keywords: *Algae, eutrophication, Ultrafiltration*

Introdução

A utilização de fertilizantes na agricultura, a descarga de efluentes industriais e domésticos sem tratamento adequado, a destruição da mata ciliar dos mananciais, a alta taxa de urbanização e a falta de saneamento básico provocam o enriquecimento artificial de nutrientes como nitrogênio e fósforo nos ecossistemas aquáticos, processo conhecido como eutrofização. Esse processo altera a qualidade da água e aumenta a incidência de florações de algas e cianobactérias (CARVALHO et al., 2013).

A ocorrência de florações de cianobactérias, nos corpos d'água utilizados para abastecimento humano, além de conferir aspecto desagradável à água, representa riscos à população. As cianotoxinas são hidrossolúveis e não são removidas pelo sistema de tratamento convencional da água de abastecimento, sendo, inclusive, resistentes à fervura. Vários gêneros e espécies de cianobactérias produzem cianotoxinas que causam intoxicações agudas ou crônicas, podendo ter ação hepática ou neurológica com consequências nem

sempre bem conhecidas (CARVALHO *et al.*, 2013).

A principal via de intoxicação por cianotoxinas é o consumo oral da água sem um tratamento adequado para remoção dessas toxinas; entretanto, a intoxicação também pode ocorrer através do contato em atividades de recreação no ambiente, ou, ainda, pelo consumo de pescado contaminado (FUNASA, 2003). Uma via de exposição menos comum é o uso de chuveiros (via inalatória) e, excepcionalmente, através da hemodiálise (via endovenosa) (LEAL e SOARES, 2004).

Um marco histórico, ocorrido no ano de 1996, exemplifica um desses casos, que, embora menos frequentes, têm grande importância na saúde pública. Em uma clínica da cidade de Caruaru (PE), 110 pacientes renais crônicos, após terem sido submetidos a sessões de hemodiálise passaram a apresentar um quadro clínico compatível com uma grave hepatotoxicose. Destes, 54 vieram a falecer até cinco meses após o início dos sintomas. As análises laboratoriais possibilitaram o isolamento e a detecção da cianotoxina Microscitina-LR no sistema de purificação de água da clínica, bem como amostras de sangue e fígado dos pacientes intoxicados (LIBÂNIO, 2010).

No Brasil, a Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde dispõe os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e à vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Também a Resolução CONAMA nº 357 contempla o monitoramento destes organismos.

Esta revisão foi elaborada com o objetivo de apresentar alguns dos métodos utilizados para remoção das cianobactérias e cianotoxinas no tratamento de água enfatizando seus benefícios e restrições.

Material e Métodos

Este estudo constitui-se de uma revisão de literatura, baseada em livros, artigos científicos, dissertações, teses, portarias e resoluções de órgãos públicos de regulamentação e controle da qualidade de água publicada no período de 1990 a 2013.

Discussão

Uma alternativa de controle de floração de algas consiste na pré-cloração ou aplicação de algicidas, tais como compostos de cobre, sulfeto de cobre e permanganato de ozônio, que são capazes de provocar a morte das algas. No entanto, a Portaria 2914/2011 Capítulo VI Artigo 6 veta o uso de algicidas e qualquer intervenção que provoque a lise das células em reservatório de abastecimento de água, pois, com o rompimento da parede celular das cianobactérias, ocorre a liberação de cianotoxinas deletérias à saúde humana e de outros animais.

Uma técnica simples para minimizar os problemas, nas estações de tratamento de água associadas às florações de cianobactérias e algas em mananciais, seria a prevenção da afluência de cianobactérias usando cortinas de ar e barreiras de contenção.

No Brasil, a tecnologia mais empregada no tratamento de água é o tratamento convencional, composto das operações unitárias: coagulação, floculação, decantação ou flotação, filtração, desinfecção, correção final do PH e fluoretação. Em águas naturais com elevada concentração de algas, o emprego de flotação garante melhor eficiência de remoção em relação à decantação, em virtude da baixa sedimentabilidade dos flocos formados no processo. Caso se adote a decantação, é necessária a remoção periódica de lodo formado no fundo do tanque para diminuir o tempo de detenção das células retidas, evitando, assim, a liberação de toxinas na água.

Segundo Benhardt e Clasen (1991), a remoção de alguns tipos de cianobactérias pode alcançar até 99,9% quando o tratamento é realizado pelos processos de floculação-flotação-filtração; porém, caso a água tratada apresente concentração de 10⁵ -10⁶ células por mL (cel/mL), o processo pode não apresentar a mesma eficiência. Entretanto, esse tratamento, embora eficiente em remover cianobactérias, mostra-se ineficiente na retirada de cianotoxinas dissolvidas na água. Neste caso, outras tecnologias devem ser incorporadas ao processo de tratamento.

A adsorção utilizando carvão ativado em pó (CAP) seria outra opção. O CAP pode ser utilizado em sazonais, sendo aplicado a Estações de Tratamento de Água já existentes, sem a necessidade de adaptação e construção de novas

instalações.

No experimento desenvolvido por Hart et al. (1998), verificou-se que, para remover 85% de toxinas presentes na água, era necessário adicionar 20 mg/L de CAP. Entretanto, para calcular a dose de CAP, deve-se verificar a concentração de compostos orgânicos na água, pois estes são competidores pelos sítios de adsorção dos CAPs, ou seja, reduzem a eficiência da adsorção.

Silva (2008) avaliou a remoção de cianobactérias e cianotoxinas utilizando unidade-piloto de ultrafiltração em membrana, fabricada de polietersulfona. Nesse trabalho, o autor usou de um sistema de pré-filtro de areia tipo piscina para retenção de algas. Este sistema removeu completamente células de algas e cianobactérias. Para um intervalo de pressão, sobre a membrana de 138 kPa (20 PSI) a 276 kPa (40 PSI), ocorreu remoção de microcistinas (endotoxinas) sem que houvesse lise celular (SILVA, 2008).

No entanto, a membrana de ultrafiltração, cujo peso molecular de corte é 10.000 g mol⁻¹, não removeu saxitoxinas, pois o peso molecular de corte desta toxina alcalóide é menor que 1000 g mol⁻¹ (SILVA, 2008). Para remoção destas toxinas uma opção viável seria o uso de membranas de nanofiltração, que são capazes de reter substâncias de peso molecular entre 200 e 1000 g mol⁻¹ (LIBÂNIO, 2010).

Considerações Finais

O sistema convencional de tratamento de água, por meio da flotação, é apropriado para retirada de cianobactérias, mas não de cianotoxinas. Uma alternativa para remoção de cianotoxinas no sistema convencional seria a introdução de carvão ativado em pó.

A utilização de membranas polietersulfonas em sistema de ultrafiltração de água foi eficiente para remoção de cianobactérias e microcistinas, podendo ser indicada como alternativa no tratamento da água de abastecimento.

A medida preventiva de redução de lançamentos de efluentes ricos em nitrogênio e fósforo é fundamental para redução do crescimento de algas e cianobactérias e viabiliza técnico e economicamente os sistemas de tratamento de água.

Referências Bibliográficas

BENHARDT H.; CLASEN J. Flocculation of microorganisms. **Journal Water SRT-Aqua**; v.40(2), p.76-86, 1991.

CARVALHO, M. C.; AGUJARO, L. F.; PIRES, D. A.; PICOLI, C. **Manual de Cianobactérias Planctônicas Legislação: Legislação, Orientações para Monitoramento e Aspectos Ambientais**. São Paulo. CETESB, 2013. 56 p.

FUNASA. **Cianobactérias Tóxicas na Água para Consumo Humano na Saúde Pública e Processos de Remoção em Água para Consumo Humano**. Brasília: Ministério da Saúde: Fundação Nacional de Saúde, 2003. 56 p.

HART, J.; FAWEL, J. K. e CROLL, B. Algal toxins in surface waters: origins and removal during drinking water treatment processes. **Water Supply**, v.16 (1-2), p.611-623, 1998.

LEAL, A.C; SOARES, M.C.P. Hepatotoxicidade da cianotoxina microcistina. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, 37 (Suplemento 11): 84-89.2004.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. 3º Ed. Campinas: Editora Átomo, 2010.

SILVA, A.B. **Avaliação do emprego da ultrafiltração em membrana na remoção de células de cianobactérias e microcistina para água de abastecimento**. Dissertação (mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo horizonte, 104 p. 2008.