

CIANOBACTÉRIAS EM RESERVATÓRIOS BRASILEIROS E SEUS PREJUÍZOS À SAÚDE PÚBLICA

Daniel Mantovani*

Alexandre de Souza Moser**

Diego Matos Favero***

RESUMO: A revisão é baseada no perfil dos reservatórios brasileiros, rios e lagos comparando a qualidade da água com a presença de cianobactérias produtoras de toxinas responsáveis por diversos surtos de enfermidades, e, no outro extremo, existem alguns gêneros de cianobactérias que podem ser utilizadas na alimentação humana e animal. A quantidade de cianobactérias presentes na água apresenta um grande risco para a população, causando diversos casos de enfermidades e levando à morte. A presença da toxina provinda de cianobactérias está relacionada com a falta de investimentos no saneamento básico. As cianobactérias são capazes de ficar retidas na água após os tratamentos realizados pelas estações de água, fazendo ataques nas tubulações que levam a água ao consumidor, comprometendo a sua qualidade. Estudos desenvolvidos demonstraram que alguns gêneros de cianobactérias podem ser utilizados na alimentação humana e animal, por apresentar em sua composição teores ricos em nutrientes como aminoácidos essenciais.

PALAVRAS-CHAVE: Cianobactérias; Qualidade da Água; Enfermidades.

INTRODUÇÃO

Segundo definições propostas pelos pesquisadores, Ferreira e colaboradores (2004), Furtado (2007), Chaves e colaboradores (2009), Molica e Azevedo (2009), as cianobactérias são conhecidas como cianofíceas ou algas azuis, pertencentes à classe de microrganismos procarióticos, aqueles que não possuem qualquer tipo

* Doutorando em Tecnologia de Alimentos no Departamento de Engenharia Química da Universidade Federal do Paraná - UFPR. E-mail: danieluns@yahoo.com; mantovanidaniel@hotmail.com

** Pós-Graduado em MBA- Qualidade e Produtividade pelo Centro Universitário de Maringá – CESUMAR; Mestrando em Tecnologia de Alimentos no Departamento de Engenharia Química da Universidade Federal do Paraná - UFPR. E-mail: moserzão@hotmail.com; alexandresmoser@hotmail.com

*** Mestrando em Tecnologia de Alimentos no Departamento de Engenharia Química da Universidade Federal do Paraná - UFPR. E-mail: diego@ig.com.br; diegofavero@ig.com.br

de membrana para compartimentalização de DNA e outras organelas, autotróficas produtoras de seu próprio alimento por meio de fotossíntese e possuem características típicas de organismos diazotróficos fixadores de nitrogênio.

A parede celular das cianobactérias é semelhante à das bactérias gram-negativas, com uma camada protéica (peptidoglicana) recobrendo a membrana plasmática. Estudos conduzidos por Rodrigues (2008) e Furtado (2007) relataram que os pigmentos *a* e *b*, ficocianina, aloficocianina, ficoeritrina e beta-caroteno são encontrados em membranas lipoproteicas especiais chamadas de tilacóides, que lhes conferem a coloração verde-azulada. Os tilacóides não são delimitados por envoltórios, como nas plantas e algas; ao invés disso, ficam livres no citoplasma. O polissacarídeo de reserva é o amido das cianofícias, semelhante à molécula de glicogênio, encontrado na forma de pequenos grânulos de polifosfato.

Algumas particularidades fisiológicas importantes desse grupo incluem resistência a vários metais pesados em ambientes poluídos e produção de metabólitos secundários, incluindo potentes toxinas (FURTADO, 2007).

O aumento das atividades urbanas e industriais assim como a descarga de seus efluentes acarreta o acúmulo de nutrientes ricos em fósforo e nitrogênio nos corpos d'água. Ao fenômeno causado pelo excesso desses compostos nutrientes dá-se o nome eutrofização. Ambientes como rios, lagos e mananciais com grande aporte de nutrientes são propícios ao desenvolvimento destes microorganismos, favorecendo, muitas vezes, florações (FURTADO 2007; CARNEIRO; LEITE, 2008; CHAVES et al., 2009).

Molica e Azevedo (2009), ao estudar o desempenho do aumento da concentração de nitrogênio e fósforo na formação das florações e dos elementos que a compõem como: proteínas, ácidos nucleicos, membranas fosfolipídicas, entre outros compostos, notou que essas concentrações são baixas nos ecossistemas aquáticos. Além disso, pH neutro a alcalino e temperaturas acima de 20°C também favorecerem a ocorrência de florações, que são caracterizadas pelo intenso aumento de biomassa, podendo ocasionar sérias alterações ambientais e consequentes danos à saúde pública devido à ocorrência de cianobactérias produtoras de cianotoxinas (FERREIRA et al., 2004; CHAVES et al., 2009). Essas toxinas são responsáveis por alterações organolépticas das águas e têm sido causadoras de graves intoxicações pela ingestão e contato com corpos d'água contaminados (CARNEIRO; LEITE 2008).

Quanto ao processo de aquecimento global, Molica e Azevedo (2009) relata que este poderá intensificar a formação de florações em razão do aumento da temperatura média da água em ecossistemas aquáticos, principalmente em países de clima temperado, o que promoverá, também, a estratificação térmica por períodos mais longos, condições propícias para a dominância de cianobactérias.

A ocorrência de florações de cianobactérias (algas azuis) produtoras de toxinas em ambientes aquáticos tem sido registrada em várias partes do mundo, tendo como consequência principal a morte de peixes, crustáceos, aves e outros animais selvagens e domésticos (SALOMON et al., 1996). No Brasil, florações de cianobactérias tornam-se cada vez mais frequentes, sobretudo em mananciais utilizados para o abastecimento público conforme casos registrados nos Estados de São Paulo, Santa Catarina, Paraná e Rio Grande do Sul (CHAVES et al., 2009).

O crescimento massivo de cianobactérias nos ecossistemas aquáticos continentais limita utilização daqueles ambientes como áreas de recreação e de abastecimento em razão do odor e gosto desagradável gerado pelas florações, aspecto repugnante e, nos casos de degradação da floração, anoxia da coluna da água. Por outro lado, nem todas as florações de cianobactérias são tóxicas e algumas podem ser tóxicas durante apenas um período do ano, do mês ou da semana (CHAVES et al., 2009). A razão mais comumente aceita é a dominância de cepas tóxicas e não tóxicas, as quais, quando são da mesma espécie, não podem ser separadas fenotipicamente (MOLICA; AZEVEDO, 2009).

Segundo Mondardo, Sens e Melo Filho (2006), no Brasil a grande maioria dos mananciais apresentam as microalgas e cianobactérias, que é um grave problema enfrentado pelas ETA's (Estações de Tratamento de Água) que utilizam a tecnologia de tratamento convencional ou filtração direta. Ou seja, dependendo da espécie e do número de indivíduos, há a redução da duração das carreiras de filtração, comprometendo seriamente a qualidade da água produzida, principalmente devido à liberação de metabólicos.

A pré-cloração é uma prática realizada em muitos sistemas de tratamento de água visando à remoção/inativação de microalgas e cianobactérias. Entretanto, alguns problemas foram observados na utilização desse pré-tratamento em mananciais com elevadas concentrações de fitoplâncton, sobretudo a formação de subprodutos clorados, como os Trihalometanos (THM) considerados carcinogênicos, pela liberação de metabólicos que podem ser potencialmente tóxicos (MONDARDO; SENS; MELO FILHO, 2006).

As toxinas produzidas por cianobactérias em florações nos reservatórios eutrofizados e lagoas não possuem o seu alto potencial tóxico em um simples contato com a pele de pessoas ou com animais podendo causar, nesse caso, alergias e pequenas intoxicações. Em condições especiais podem levar à morte se acumuladas e ingeridas em água para consumo. Os humanos são mais expostos as microcistinas pelo consumo de água contaminada ou atividades recreacionais, como a natação (FURTADO, 2007).

As considerações feitas por Furtado (2007) relatam sobre o problema ocasionado pelas florações tóxicas de cianobactérias que vem ocorrendo durante

as duas últimas décadas, principalmente em função dos inúmeros as mortes de mais de 60 pacientes de uma clínica de hemodiálise na cidade de Caruaru (PE), a qual foi atribuída à presença de cianotoxinas na água usada para diálise. Alguns casos de mortandade de animais domésticos no Estado de São Paulo também foram relacionados às florações. Os vários episódios relatados na literatura contribuíram para o aumento substancial nas pesquisas sobre cianobactérias e suas toxinas.

Informações relevantes sobre cianobactérias são encontradas na Portaria nº 1469 de 2000 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2000), que dispõe sobre qualidade de água para consumo humano, contemplando a problemática das cianobactérias exigindo seu monitoramento nas tomadas d'água das captações e análise de suas toxinas, estabelecendo limites máximos de concentração aceitáveis.

São conhecidos cerca de 150 gêneros e 2.000 espécies de cianobactérias, dos quais aproximadamente 40 gêneros são descritos como produtores de cianotoxinas com o valor máximo permitido (VMP) de 1,0 µg/L (FERREIRA et al., 2004; CHAVES et al., 2009; MOLICA; AZEVEDO 2009). E segundo Mondardo Sens e Melo Filho (2006), 46 espécies são produtoras de toxinas. Este grupo é conhecido por produzir ampla variedade de metabólitos secundários tóxicos, como as hepatotoxinas, neurotoxinas, saxitoxinas e uma variedade de outros compostos bioativos (FERREIRA et al., 2004).

A degradação do ambiente aquático pode estar relacionada com a negligência e a falta de conhecimento de leis específicas para realização do controle. As principais consequências são as grandes saturações das águas com nutrientes que possibilitam a produtividade da comunidade fitoplantônica, com predominância das cianobactérias ou algas cianofíceas, que compreendem uma série de organismos distintos de natureza microbial e com capacidade de produzir oxigênio via fotossíntese (FERREIRA et al., 2004).

O desenvolvimento das cianobactérias causa impactos sociais, econômicos e ambientais, por haver produção de metabólitos secundários bioativos com altas propriedades tóxicas que podem afetar a saúde de alguns seres vivos, incluindo o homem (YUNES et al., 1998). Segundo Carmichael (1994) a presença de cianobactérias no corpo d'água está associada a um conjunto de fatores ambientais (como a concentração de nitrogênio (N) e fósforo (P), temperaturas elevadas e disponibilidade de luz, que ao sofrerem alterações podem levar ao aparecimento de florações, fenômeno caracterizado pelo intenso crescimento.

2 TOXINAS DE CIANOBACTÉRIAS

As toxinas, segundo Furtado (2007), Molica e Azevedo (2009), são intracelula-

res e podem permanecer até que a célula atinja o estado senescente ou morte, ou seja, são liberadas por fatores que provoquem a lise celular. De acordo com suas estruturas químicas, podem ser incluídas em três grandes grupos: os peptídeos cíclicos, os alcalóides e os lipopolissacarídeos, conforme mostrado no Quadro 1.

Quadro 1 Características gerais das Cianotoxinas.

GRUPO DE TOXINA	ÓRGÃO ALVO PRELIMINAR NOS MAMÍFEROS	GÊNERO DAS CIANOBACTÉRIAS
Peptídeos cíclicos Microcistinas	Fígado	Microcystis, Anabaena, Planktothrix (Oscillatoria) Nostoc, Hapalosiphon, Anabaenopsis,
Nodularina	Fígado	Nodularia
Alcalóides Anatoxina-a	Sinapse do nervo	Anabaena, Planktothrix (Oscillatoria), Aphazinomenon
Anatoxina-a (S)	Sinapse do nervo	Anabaena
Aplisiatoxinas	pele	Lyngbya, Schizothrix, Planktothrix (Oscillatoria)
Cilindropermopsinas	Fígado	Cylindropermopsis, Aphazinomenon, Umezakia
Lyngbyatoxina-a	Pele, intervalo gastro-intestinal	Lyngbya
Saxitoxinas	Sinapse do nervo	Anabaena, Aphazinomenon, Lyngbya, Cylindropermopsis
Lipopolissacarídeos (LPS)	Irritante potencial: afeta todo o tecido exposto	Todas

Fonte: Furtado (2007).

Os LPS são encontrados nas membranas celulares de bactérias gram- negativas, são endotoxinas pirogênicas, porém, os poucos estudos disponíveis indicam que os lipopolissacarídeos produzidos por cianobactérias são menos tóxicos que os de outras bactérias como, por exemplo, *Salmonella* (MOLICA; AZEVEDO, 2009).

Furtado (2007) relata que, dentre as hepatoxinas, as microcistinas têm recebido maior atenção, uma vez que são encontradas com maior frequência nos corpos d'água. Nesse ambiente os gêneros mais conhecidos são *Microcystis*, *Anabaena*, *Oscillatoria* e *Planktothrix*.

Como resultado da exposição às cianotoxinas, diversos mamíferos, aves e pei-

xes têm sido envenenados mundialmente por ocasião de florações de *Anabaena*, *Aphanizomenon*, *Microcystis*, *Nodularia* e *Oscillatoria*, que são também consideradas prejudiciais à saúde humana. No Brasil, os gêneros mais comuns em reservatórios e fontes de água doce são *Microcystis*, *Anabaena* e *Cylindrospermopsis*. O gênero *Anabaena* possui cinco espécies associadas à produção de toxinas; algumas de suas neurotoxinas anatoxina-a e anatoxina-a (S) são 50 vezes mais tóxicas que o cianeto de sódio. Florações de *Anabaena spiroides* tiveram sua toxicidade comprovada no manancial de Santa Bárbara (represa de abastecimento da cidade de Pelotas, RS), no lago paisagístico do Câmpus da Fundação Universidade Federal do Rio Grande, em Rio Grande, RS e no nordeste do Brasil, no complexo lagunar Mundaú/Manguaba, em Alagoas (FERREIRA et al., 2004).

As hepatoxinas podem causar danos ao fígado, as neurotoxinas afetam os nervos, as citotoxinas atuam nas células, algumas toxinas causam reações alérgicas, além da cilindrospermopsina, que causa danos ao fígado (FURTADO, 2007).

Salomon e colaboradores (1996) relataram que as hepatoxinas, produzidas por espécies de *Microcystis*, *Oscillatoria*, *Nostoc* e *Anabaena*, são as mais estudadas e têm sido envolvidas na maioria dos incidentes ambientais com cianobactérias tóxicas de água doce. As toxinas desse grupo são conhecidas como microcystinas apresentam peptídeos cíclicos formados por sete aminoácidos, sendo que duas posições na cadeia podem ser ocupadas por diferentes aminoácidos, formando uma série de variantes da molécula. A microcystina-LR vem mostrando uma potente inibidora das enzimas fosfatase 1ª e 2ª em mamíferos e plantas superiores, e seus efeitos são similares àqueles obtidos com substâncias conhecidas como produtoras de tumores ou carcinogênicas (SALOMON et al., 1996).

2.1 CASOS DE MORTE RELACIONADOS ÀS CIANOBACTÉRIAS

Dentre alguns casos quantificados de contaminação ocasionada pelas cianobactérias, em 1988 a represa de Paulo Afonso na Bahia causou em 42 dias, 2.000 casos de gastroenterite severa com 88 mortes. Os pacientes foram submetidos a análises bacteriológicas, virológicas e toxicológicas, onde os resultados encontrados relatavam que a água concentrada na represa possuía cianobactérias e as suas toxinas foram responsáveis pelo incidente (TEIXERA et al., 1993).

2.2 PRESENÇA DE CIANOBACTÉRIAS NAS PRINCIPAIS REGIÕES DO PAÍS

Em meados de março de 2000, na lagoa Rodrigo de Freitas, Estado do Rio de Janeiro, foi observado a mortandade de peixes associada a uma floração das

cianobactérias. No Estado do Paraná, na cidade de Paranaguá, região portuária, ocorreu uma floração massiva de *Heterosigma* sp em março de 2001, quando foi observada mortandade de peixes na porção norte da Baía (GARCIA; PROENÇA, 2001).

Crescimentos semelhantes aos casos supracitados ocorreram no Estado do Rio Grande do Sul, onde encontraram cianobactérias nos principais lagos e represas pertencentes ao Estado do Rio grande do Sul, conforme demonstrado no Quadro 2, que relaciona o local e as principais tóxicas encontradas.

Quadro 2 Principais lagos do Estado do Rio Grande do Sul e toxinas provenientes das cianobactérias identificadas.

LOCAL	ANO	CIANOBACTÉRIAS PREDOMINANTE
Lagoa dos Patos	1994-1995	Microcystis aeruginosa
Rio Grande	1997-1998	Anabaena spiroides
Rio dos Sinos	1995	Cylindrospermopsis raciborskii
Camaquã	1999	C. racyborskii, Microcystis Pseudo Anabaena sp.
Itapeva	2000	Anabaena circinalis, A. spiroides
Farroupilha, Erechim	2000	Microcystis sp

Fonte: Adaptação realizada por Garcia e Proença (2001).

2.3 PROBLEMAS ENFRENTADOS POR ESTAÇÕES DE TRATAMENTOS DE ÁGUA PELA PRESENÇA DE CIANOBACTÉRIAS

A presença de algas e cianobactérias em águas que são tratadas em estações de tratamento para consumo humano, podem causar problemas operacionais em várias etapas de tratamento entre elas: dificuldade de coagulação e floculação, baixa eficiência do processo de sedimentação, colmatação dos filtros e aumento da necessidade de produtos para a desinfecção (JANSSENS; BUEKENS, 1993).

Segundo Hayes e Greene (1984), a qualidade bacteriológica da água pode ser comprometida, mesmo após o tratamento. Isso ocorre porque a presença de material orgânico na rede distribuidora de água onde o material orgânico intra e extracelular das microalgas e cianobactérias pode servir de substrato para o desenvolvimento de bactérias e as mesmas podem atacar alguns tipos de materiais constituintes dos tanques de tratamento e tubulações de distribuição.

Mediante as ocorrências de cianobactérias encontradas em reservatórios, lagos e outras formas de abastecimento da população brasileira foi implantada a Portaria Ministério da Saúde n.º 518, de 2004, atualizada com base na Portaria

Ministério da Saúde nº.1469 de 2000, editada dentro de todo o escopo técnico-científico de equipes multidisciplinares, como a Fundação Nacional da Saúde – Funasa e Organização Pan-Americana da Saúde - OPAS, teve como principal finalidade estabelecer e atualizar as normas e os padrões de potabilidade da água tratada para consumo doméstico (BRASIL, 2004).

2.4 CIANOACTÉRIAS E SUA IMPORTÂNCIA NUTRICIONAL PROVENIENTES DA ALIMENTAÇÃO

Análises de composição centesimal relatam que as cianobactérias apresentam em sua composição valores nutricionais. Relatos atestam que povos primitivos como os Astecas do México se alimentavam destas algas e a chamavam de “Te-cuitlati” (FAY, 1983).

Entre as algas utilizadas na alimentação e encontradas em lagos na Ásia, América do Norte, América do Sul e América Central está a *Spirulina platensis*, e seus valores são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 Alimentação de alga benéfica e sua composição relacionada a proteínas padrões.

AMINOÁCIDOS	PROTEÍNA PADRÃO	SPIRULINA PLATENSIS
Isoleucina	4,0	6,7
Leucina	7,0	9,8
Valina	5,0	7,1
Fenilalanina	6,0	5,3
Tirosina		5,0
Lisina	5,5	4,8
Metionina		2,5
Cistina	3,5	0,9
Triptofano	1,0	0,3
Treonina	4,0	6,2
Alanina		9,5
Arginina		7,5
Ácido Aspártico		11,8
Ácido Glutâmico		10,3
Glicina		5,7
Histidina		2,2
Prolina		4,2
Serina		5,2

Fonte: Adaptado por Becker (1981).

A *Spirulina platensis* atua como um adsorvente natural para adsorção de metais pesados, presentes em solos contaminados que são de extrema importância comercial, pois possibilitam a redução de tratamentos químicos de alto custo

(BENEMANN, 1990).

Outro interesse comercial que envolve as cianobactérias, segundo Becker (1981), é o seu crescimento espontâneo e abundante em campos de arroz, por atuar na fixação de nitrogênio atmosférico, reduzindo os custos de produção e realizando a decomposição do conteúdo de substâncias orgânicas do solo.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O crescimento massivo de cianobactérias nos ecossistemas aquáticos limita utilização destes como áreas de recreação e de abastecimento em razão do odor e gosto desagradáveis, principalmente pela produção de toxinas de algumas espécies.

As hepatoxinas e a cilindrospermopsina podem causar danos ao fígado, as neurotoxinas afetam os nervos, as citotoxinas atuam nas células, algumas toxinas causam reações alérgicas.

Segundo a Portaria nº 1469 de 2000, dispõe sobre qualidade de água para consumo humano, é exigido apenas a análise das microcistinas, por serem as mais comumente encontradas e apresentarem alternativas metodológicas mais simplificadas. Para as demais cianotoxinas há apenas a recomendação de seu monitoramento (BRASIL, 2000).

O Brasil detém uma grande porcentagem de água doce presente no mundo e, diante deste fato, ocorre o aumento da eutrofização, em especial nos reservatórios, represas, rios e mananciais em todo território nacional. Desta forma, é necessário o monitoramento constante dessa biodiversidade encontrada no Brasil, para controle das águas que são utilizadas para consumo. E investimentos na área sanitária, bem como as pesquisas, são instrumentos para verificar a forma tratamento de resíduos orgânicos ou qualquer outra forma de dejetos gerado pela população, indústrias e pela agricultura.

Devem-se desenvolver pesquisas que sejam promissoras para o uso da *Spirulina platensis* como um adsorvente natural para captura de metais pesados e fixação de nitrogênio atmosférico.

REFERÊNCIAS

BECKER, E. W. Algae mass cultivation. Production e cultivation. **Process Biochemistry**, v.16, n. 5, p. 10-14, 1981.

BENEMANN, J. R. Microalgae products and production: overview. **De-**

velopments in **Industrial Microbiology**, v. 31, suppl. n. 5, p. 247-256, 1990.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 1469, de 29 de Dezembro de 2000. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] Republica Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 29 Dez. 2000. Disponível em:<http://www.comitepcj.sp.gov.br/download/Portaria_MS_1469-00.pdf>. Acesso em: 12 out. 2010.

_____. Ministério da Saúde. Portaria nº 518, de 25 de março de 2004. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] Republica Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 25 mar. 2004.

CARMICHAEL, W. W. The toxins of cyanobacteria. **Scientific American**, v. 270, n. 1, p. 78-86, 1994.

CARNEIRO, G. T.; LEITE, F. Cianobactérias e suas toxinas. **Revista Analytica**, n. 32, p. 36-41, dez. 2007/jan. 2008.

CHAVES, P. F. et al. Ocorrência de cianobactérias produtoras de toxinas no rio dos sinos (RS) entre os anos de 2005 e 2008. **Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 2, p. 319-328, 2009.

FAY, P. **The Blue-greens**. London: Edward Arnold, 1983.

FERREIRA, A. H. F. et al. Ocorrência de *Anabaena spiroides* (cianobactéria) no estuário da lagoa dos Patos (RS, Brasil) no verão – outono de 1998. **Atlântica**, Rio Grande, v. 26, n. único, p. 17-26, 2004.

FURTADO, A. L. F. F. **Isolamento, morfologia, análises moleculares e testes toxicológicos de cianobactérias em lagoa facultativa de sistema de**

estabilização (Cajati – SP). Tese (Doutorado em Hidráulica e Saneamento) – Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos. São Carlos, SP: USP, 2007.

GARCIA, V. M. T.; PROENÇA L. A. Eventos Recentes de FLORAÇÕES nocivas e novos registros de toxinas no Brasil. In: TALLER REGIONAL COI-FANSA DE PLANIFICACIÓN CIENTÍFICA SOBRE FLORACIONES ALGALES NOCIVAS EM SUDAMÉRIA, 5, 2001, Montevideu, Uruguay, 2001. **Anais...** Montevideu: [S. n.], 2001.

HAYES, C. R.; GREENE, L. A. The evaluation of eutrophication impact in public water supply reservoirs in East Anglia. **Journal of The Water Pollution Control Federation**, v. 18, n. 3, p. 42-51, 1984.

JANSSENS, J. G.; BUEKENS, A. Assessment of process selection for particle removal in surface water treatment. **Journal Water SRT – Aqua**, v. 42 n. 5, p. 279-288, 1993.

MOLICA, R.; AZEVEDO, S. Ecofisiologia de cianobactérias produtoras de cianotoxinas. **Oecologia Brasiliensis**, v. 13, n. 2, p. 229-246, 2009.

MONDARDO, R. I.; SENS, M. L.; MELO FILHO L. C. Pré-tratamento com cloro e ozônio para remoção de cianobactérias. **Engenharia Sanitária Ambiental**, v. 11, n. 4, p. 337-342, out./dez. 2006.

RODRIGUES L. L. **Biodiversidade de Cianobactérias e algas das represas Billings e Guarapiranga, SP, Brasil.** 2008. 197f. Dissertação (Mestrado em Ciências, na área de Botânica) - Universidade de São Paulo, Instituto de Biociências. São Paulo, SP, 2008.

SALOMON, P. S. et al. Toxicidade de um extrato de *Microcystis aeruginosa* da lagoa dos Patos sobre camundongos e suas alterações sobre o tecido hepático. **Vitalle**, Rio Grande, n. 8, p. 23-32, 1996.

TEIXERA, M. et al. Gastroenteritis epidemic in the area of the Itaparica Dam, Bahia, Brazil. **Bulletin of the Pan American Health Organization**, v. 27, n. 3, p. 244-253, 1993.

YUNES, J. S. et al. Effect of nutrient balance and physical factors on blooms of toxic cyanobacteria in the Patos Lagoon, southern Brazil. **Verh. International Verein, Limnology**, n. 26, p. 1796-1800, 1998.

Recebido em: 25 Setembro 2010

Aceito em: 25 Janeiro 2011