

Comunidade fitoplanctônica de um pesqueiro na cidade de São Paulo

Phytoplankton community in a recreational fishing lake, Brazil

Mayla Matsuzaki, José Luiz Negrão Mucci e Aristides Almeida Rocha

Departamento de Saúde Ambiental. Faculdade de Saúde Pública. Universidade de São Paulo. São Paulo, SP, Brasil

Descritores

Qualidade da água. Análise da água. Fitoplâncton. Pesqueiros. Atividades de lazer. Variações sazonais. Lagos.

Resumo

Objetivo

A avaliação da qualidade da água e da comunidade fitoplanctônica em ambientes destinados à recreação permite estabelecer formas de manejo desses sistemas, evitando possíveis problemas à saúde humana. Assim, realizou-se estudo com objetivo de analisar a variação sazonal do fitoplâncton de um sistema lacustre natural, e sua relação com a qualidade da água.

Métodos

O lago estudado faz parte de um pesqueiro localizado na zona sul da cidade de São Paulo. Foram realizadas quatro coletas no período de um ano, em três pontos de amostragem. As amostras foram analisadas quanto à composição florística e às variáveis físicas e químicas da água.

Resultados

A análise qualitativa do fitoplâncton revelou o total de 91 táxons distribuídos em oito classes: Chlorophyceae (52%), Cyanophyceae (16%), Euglenophyceae (12%), Zygnemaphyceae (10%), Bacillariophyceae (5%), Xantophyceae (3%), Dinophyceae (1%) e Chrysophyceae (1%). Alguns dos parâmetros físicos e químicos parecem ter influenciado o comportamento do fitoplâncton; a classe Chlorophyceae foi a mais favorecida pelas condições ambientais. Dentre as espécies de cianofíceas identificadas, destacaram-se *Microcystis paniformis*, *Cylindrospermopsis raciborskii* e espécies de *Anabaena*, que apresentaram maior importância do ponto de vista sanitário devido à produção de toxinas.

Conclusões

Algumas variáveis físicas e químicas da água interferiram na estrutura da comunidade fitoplanctônica. A presença de *Microcystis paniformis*, *Cylindrospermopsis raciborskii* e espécies de *Anabaena* indicam o potencial tóxico e os possíveis problemas que podem ocorrer à saúde pública, caso esse ambiente não seja continuamente monitorado. Estudos adicionais são recomendados, com a finalidade de se evitar efeitos deletérios ao ambiente e à saúde da população.

Keywords

Water quality. Water analysis. Phytoplankton. Fisheries. Leisure activities. Seasonal variations. Lakes.

Abstract

Objective

The assessment of water quality and phytoplankton community in recreational environments allows to setting management programs aiming at preventing potential

Correspondência para/ Correspondence to:

Mayla Matsuzaki
Departamento de Saúde Ambiental
Faculdade de Saúde Pública
Av. Dr Arnaldo, 715
01246-904 São Paulo, SP, Brasil
E-mail: maymat@usp.br

Baseado em dissertação de mestrado apresentada à Faculdade de Saúde Pública da USP, 2002.
Recebido em 19/3/2003. Reapresentado em 23/12/2003. Aprovado em 15/3/2004.

harm to human health. The purpose of the present study was to describe phytoplankton seasonal changes in a freshwater system and their relation to water quality.

Methods

The recreational fishing lake is located in the southern area of the city of São Paulo, Brazil. Water samples were collected in three previously selected sites in the lake throughout a year and analyzed regarding floristic composition and physical and chemical parameters.

Results

The phytoplankton qualitative analysis revealed 91 taxa distributed among eight classes: Chlorophyceae, Cyanophyceae, Euglenophyceae, Zygnemaphyceae, Bacillariophyceae, Xantophyceae, Dinophyceae, and Chrysoophyceae. Some physical and chemical parameters seemed to influence phytoplankton community behavior. Chlorophyceae development was favored by local conditions. Among the species of cyanobacteria identified, Microcystis paniformis, Cyndrospermopsis raciborskii, and Anabaena species were the most important due to their ability to produce toxins, posing a high risk to public health.

Conclusions

Some physical and chemical parameters had an impact on the structure of phytoplankton community. The presence of Microcystis paniformis, Cyndrospermopsis raciborskii and Anabaena species indicates toxic potential and likelihood of public health problems unless there is constant monitoring. Further studies are recommended to prevent hazardous effects to the environment and public health.

INTRODUÇÃO

Atualmente, a qualidade das águas em muitas regiões do mundo revela o descaso com que foram tratadas as descargas industriais, urbanas e da agricultura nas atividades humanas, assim como a má utilização e o planejamento inadequado do recurso.

Na região da Grande São Paulo, a necessidade de variadas formas de lazer por parte da população é marcante. Nesse sentido, principalmente durante os finais de semana, é comum a procura por áreas ao ar livre próximas dos grandes centros. Um exemplo desse fenômeno é o aumento de locais para a pesca recreativa em lagos artificiais, nas áreas marginais das cidades.

Os corpos d'água utilizados para tal fim merecem especial atenção, uma vez que podem trazer problemas de saúde pública em razão da utilização inadequada desses ambientes pelo homem.

O manejo inadequado dos corpos d'água geralmente acelera o processo da eutrofização, ou melhor, o enriquecimento de um corpo d'água por nutrientes orgânicos e minerais, levando à proliferação da comunidade biológica e à baixa qualidade da água utilizada para diversos fins.

As águas, ao receberem grande aporte de matéria orgânica, podem apresentar desequilíbrio de elementos e nutrientes e, havendo luz, acelera-se a reação de fotossíntese pelo fitoplâncton. Portanto, em águas

eutrofizadas, podem ocorrer florações de algas e também de macrófitas aquáticas. Como resultado da falta de manejo adequado desses ambientes, observa-se o crescimento acelerado dessas comunidades onde predominam as espécies tóxicas de cianofíceas.¹⁶ Essa queda na qualidade da água, principalmente em sistemas de aquicultura onde são administradas altas doses de ração e fertilização orgânica, impõe sérios prejuízos do ponto de vista econômico.

A má qualidade das águas superficiais é responsável por gerar, muitas vezes, problemas como infecções gastrointestinais causadas pela ingestão de agentes patogênicos e, também, pelo crescimento excessivo de espécies tóxicas de algas.

As inúmeras florações de algas tóxicas em lagos, rios e oceanos são responsáveis, frequentemente, pelo envenenamento e morte de animais silvestres, domésticos e gado em vários países.^{4,17}

Entende-se por algas tóxicas aquelas que produzem toxinas prejudiciais aos animais e ao homem. As cianofíceas, ou algas azuis, são grupos característicos de algas tóxicas.

As intoxicações humanas por cianofíceas podem ocasionar problemas hepáticos (hepatotoxinas), neurológicos (neurotoxinas), distúrbios gastrointestinais e reações respiratórias e alérgicas. As neurotoxinas funcionam como bloqueadores musculares, entre outros fatores. As anatoxinas-a são neurotoxinas or-

ganofosfatadas que causam a hiper-salivação em animais e morte devido à inibição de acetilcolinesterase. As saxitoxinas (neurotoxinas carbamato-alcalóides) provocam envenenamento com paralisia, quando mariscos contaminados são consumidos. Já as hepatotoxinas incluem as microcistinas, nodularinas e cilindropermopsinas, que produzem sintomas como fraqueza, palidez, extremidades frias, respiração ofegante, vômito e diarreia. Podem, também, ocasionar morte por parada respiratória e hemorragia hepática.⁸

A exposição humana às cianotoxinas, em geral, pode ocorrer de diferentes maneiras, tais como: o contato primário com as águas contendo as toxinas, por inalação, ingestão oral e intravenosa (no tratamento por hemodiálise) e ingestão de animais, como peixes e moluscos, que se alimentaram continuamente de cianofíceas acumulando as toxinas em seus tecidos.¹³

Existe a suspeita de que o longo contato de seres humanos com essas toxinas possa promover o desenvolvimento de câncer, sendo as microcistinas, entre outras, promotoras de tumores, segundo Carmichael (1994).⁷ Esse autor atribui as altas taxas de câncer de fígado e desordens crônicas do trato gastrointestinal à presença e exposição contínua a níveis sub-letais de hepatotoxinas.

A análise de parâmetros físicos e químicos da água constitui importante ferramenta utilizada no monitoramento de qualidade das águas. Alguns deles, como temperatura, cor, turbidez, transparência, oxigênio dissolvido, pH, condutividade, nutrientes e outros, podem interferir na dinâmica de populações aquáticas.

Segundo Wetzel²³ (1993), o desenvolvimento sazonal e espacial e a sucessão das populações fitoplânctônicas sofrem influência de vários fatores ambientais como a luz, temperatura, regulação da impulsão, nutrientes orgânicos e inorgânicos, competição e herbivoria, além das propriedades fisiológicas de cada espécie.

A relevância dos estudos ecológicos e sanitários do fitoplâncton, em saúde pública, deve-se ao fato de que eles atestam a qualidade e possibilitam o monitoramento das águas utilizadas para diversos fins, principalmente aqueles ligados diretamente à saúde humana.

Os inúmeros relatos de intoxicação humana e animal causados por toxinas de cianofíceas, assim como o aumento da demanda pelos recursos hídricos, revelam a necessidade de medidas que reduzam o desenvolvimento desses organismos, diminuindo os riscos

à saúde com o manejo adequado desses sistemas e o desenvolvimento de métodos para a remoção e destruição das toxinas no tratamento de água.

Com o número crescente de pesqueiros inaugurados e a falta de controle desses ambientes, cresce a preocupação acerca da qualidade da água e dos alimentos provenientes.

Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a variação sazonal do fitoplâncton de um sistema lacustre natural e sua relação com a qualidade da água.

MÉTODOS

O lago estudado localiza-se na zona sul da cidade de São Paulo, no bairro de Parelheiros, fazendo parte da bacia do Guarapiranga. A região apresenta áreas com ocupação esparsa, abrangendo área de 153,5 km² e abrigando número considerável de pesqueiros devido à disponibilidade de recursos hídricos.*

O pesqueiro analisado é do tipo "pesque e pague". Existe há cerca de nove anos; conta com mais de 40.000 m² de área para pesca, possuindo boa infraestrutura. O lago estudado possui área aproximada de 5.350 m², maior profundidade em torno de 3,8 m e menor de 1,8 m.

Foram realizadas quatro coletas durante o ano, sendo uma em cada estação: 18/3, 10/6, 26/8 e 2/12/2000 (verão, outono, inverno e primavera).

O lago estudado apresenta pequenas dimensões e não foram detectadas descargas ricas em matéria orgânica. Assim, foram escolhidos três pontos de amostragem considerados representativos:

- Ponto 1 – Localizado a aproximadamente dois metros da margem do lago, é o ponto de maior profundidade.
- Ponto 2 – Localizado na região central do lago.
- Ponto 3 – Localizado a aproximadamente dois metros da outra margem do lago, com menor profundidade e próximo à região de afunilamento.

Foram coletadas amostras para o estudo qualitativo do fitoplâncton com o auxílio de uma rede de 20 µm de abertura de malha. As amostras foram preservadas com lugol acético na proporção de 1:100 e mantidas à baixa iluminação.³

A análise qualitativa foi realizada utilizando-se lâmina e lamínula sob microscópio binocular, ocular micro-métrica e câmara clara marca Carl Zeiss. A identificação

*Dados extraídos do site da Cetesb: www.cetesb.sp.gov.br [2000]

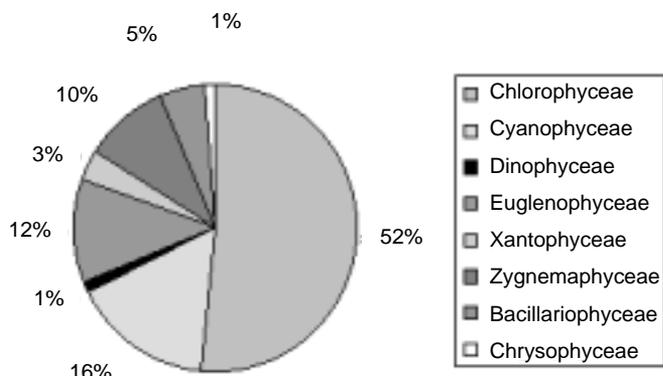


Figura 1 - Percentagem dos táxons distribuídos nas classes fitoplanctônicas.

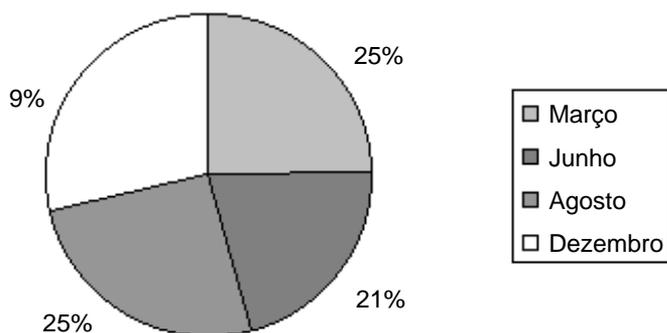


Figura 2 - Percentagem de táxons nos períodos de coleta.

das algas foi efetuada, utilizando-se os sistemas de classificação de Round¹⁹ (1971) para as clorofíceas, Simonsen²¹ (1979) para as diatomáceas, Komárek & Anagnostidis^{11,12} (1989, 1999), Anagnostidis & Komárek² (1988) para as cianofíceas, e Bourrelly^{5,6} (1981, 1985) para as demais classes.

Foram realizadas as seguintes análises físicas e químicas da água: temperatura do ar e da água, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), pH, condutividade, nitrogênio e fósforo totais, transparência, turbidez e cor, segundo metodologia descrita no "Standard Methods for Examination of Water and Wastewater".¹

RESULTADOS

Na análise qualitativa do fitoplâncton foram identificados 91 táxons distribuídos em oito classes: Chlorophyceae (52%), Cyanophyceae (16%), Dinophyceae (1%), Euglenophyceae (12%), Chrysophyceae (1%), Xantophyceae (3%), Zygmemaphyceae (10%) e Bacillariophyceae (5%) (Figura 1).

As coletas realizadas em dezembro revelaram um maior número de táxons identificados (Figura 2).

As cianofíceas, de importância sanitária, encontradas foram *Microcystis paniformis*, *Cylindrospermopsis raciborskii*, *Anabaena cf danica* e *Anabaena* sp.

Os resultados dos parâmetros físico-químicos encontram-se listados na Tabela.

DISCUSSÃO

Comunidade fitoplanctônica e qualidade da água

A composição das comunidades fitoplanctônicas é muito variada nos ambientes e tem como característica refletir toda e qualquer alteração ambiental sofrida.¹⁴

Os 91 táxons identificados no lago analisado indicam riqueza considerável de espécies; a classe Chlorophyceae contribuiu com 52% do total de táxons. Essa classe predominou durante todo o período analisado, favorecida pelas condições ambientais. Tais resultados corroboram com os vários estudos realizados sobre a classe.²⁰

A classe Cyanophyceae foi a segunda classe em número de táxons apresentando 15 táxons, sendo três constantes, sete comuns e cinco considerados raros.

Tabela - Resultados dos parâmetros físico-químicos analisados no ano de 2000.

Coleta Ponto Parâmetro	Março			Junho			Agosto			Dezembro		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Temperatura da água (°C)	24,5	25,0	26,0	17,0	17,0	17,0	19,0	20,0	21,0	25,5	26,0	25,5
Temperatura do ar (°C)	23,5	24,5	23,5	17,5	17,0	17,0	29,0	30,0	29,0	22,5	24,5	22,5
Transparência (m)	0,68	0,68	0,68	0,80	0,80	0,80	0,83	0,92	0,83	0,85	0,85	0,85
Turbidez (UNT)	8,0	8,5	8,0	5,9	5,9	6,1	7,0	6,0	7,0	6,4	5,4	5,5
Cor (U.C.)	160	160	200	70	70	70	100	100	100	100	80	80
Oxigênio dissolvido (mg/L O ₂)	7,84	7,04	8,48	6,72	6,72	6,40	8,0	6,72	6,72	4,96	4,8	5,44
DBO (mg/L O ₂)	1,63	1,20	1,97	1,73	1,44	1,15	1,73	1,39	1,20	1,06	0,86	1,34
pH	6,7	6,7	6,9	6,9	6,9	7,0	6,4	6,5	6,6	6,2	6,1	6,2
Condutividade (umhos)	51,5	51,0	54,0	49,0	50,5	51,0	-	-	-	85,5	74,5	70,5
Nitrogênio total (mg/L N)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1,75	1,22	1,40
Fósforo total (mg/L P)	0,06	0,07	0,07	0,06	0,05	0,04	0,04	0,05	0,03	0,04	0,05	0,06

ND: Não detectável

As cianofíceas são eficientes no deslocamento na coluna d'água por possuírem vacúolos gasosos ou pseudovacúolos que permitem a otimização da absorção da luminosidade. Esses vacúolos gasosos diminuem a densidade das cianobactérias para um valor inferior ao da água. Assim, são impelidas para a superfície, não dependendo apenas da turbulência para se manterem na zona fótica.^{16,23} São também eficientes na obtenção de gás carbônico e na competição por sombrear as demais algas, aproveitando-se dos nutrientes liberados pelas mesmas.³

A presença de heterocitos em algumas espécies de cianofíceas encontradas mostra a capacidade dessas algas de fixarem nitrogênio diretamente da atmosfera, obtendo vantagens sob condições de estresse de nutrientes no ambiente aquático.

A cianofícea *Cylindrospermopsis raciborskii* foi classificada como espécie comum, ocorrendo principalmente no período de altas temperaturas. Castelo Branco (1991),⁸ em um estudo sobre a comunidade planctônica e a qualidade de água no Lago Paranoá, observou a dominância de *Cylindrospermopsis raciborskii*. Ele sugeriu que a espécie tivesse sido favorecida devido a um conjunto de fatores, como: período prolongado de estratificação na época chuvosa provocando a depleção de nutrientes no epilímnio, maiores valores de pH e temperatura, ausência de herbivoria pelo zooplâncton, capacidade de migração na coluna d'água e fixação de nitrogênio e longo tempo de retenção da massa d'água.

Outro grupo identificado foi o das euglenóides. Elas são favorecidas em ambientes com baixa transparência por possuírem flagelos e, dessa forma, se locomoverem para locais com maiores intensidades luminosas na coluna d'água.³

O maior número de espécies flageladas encontradas em março sugere que essa classe pode ter sido beneficiada pela turbidez elevada e baixa transparência da água.

As condições locais parecem não terem influenciado as demais classes, como Dinophyceae, Chrysophyceae, Xanthophyceae, Zygnemaphyceae e Bacillariophyceae.

Os fatores físicos freqüentemente determinam quais gêneros e espécies irão se estabelecer e dominar ecossistemas específicos.¹⁶

Estudos realizados por Beyruth³ (1996) na Represa Guarapiranga constataram que a sazonalidade interferiu no desenvolvimento do fitoplâncton pelas alterações nas características do ecossistema.

Nos períodos de temperaturas elevadas, principalmente em dezembro, o número de espécies encontradas foi maior do que nos outros períodos. Esse resultado corrobora as observações feitas por Margalef¹⁴ (1983), que diz que "a velocidade dos processos orgânicos depende da temperatura". Assim, o aumento da temperatura, aliado a outros fatores ambientais, aumentaria a atividade metabólica e, conseqüentemente, a velocidade da taxa de crescimento do fitoplâncton.

O aumento dos níveis de cor e turbidez das águas, causado muitas vezes pela poluição por matéria orgânica, pode interferir na penetrabilidade da luz, provocando sérios distúrbios ecológicos no meio, como a falta de oxigenação das águas pelos organismos fotossintetizantes.

Os mais baixos valores de transparência da água registrados em março sugerem que o menor número de táxons encontrados no período se relacione com a menor incidência de luz. Os menores valores de transparência da água foram registrados nesse período, o que pode indicar o aumento de partículas suspensas no meio.

Os resultados da turbidez e da cor da água em março obviamente interferem na transparência. Esses valores foram os mais altos durante todo o período estudado. Com a maior quantidade de matéria orgânica dissolvida e em suspensão na água, menor seria a incidência de luz que diminuiria a taxa de multiplicação do fitoplâncton.

O ecossistema estudado é considerado raso. Apresentou uma maior concentração de matéria orgânica dissolvida e particulada principalmente nos períodos mais quentes, talvez devido à ressuspensão do sedimento do fundo do lago e aporte por escoamento superficial.

Esse é um dos fatores que contribuíram para a redução da concentração de oxigênio dissolvido nesses períodos. Segundo Esteves⁹ (1988), outro fator que contribui para a redução da concentração de oxigênio nesse período é a baixa taxa de fotossíntese realizada pelo fitoplâncton devido à redução da transparência da água.

Os valores de DBO registrados foram baixos, o que leva a supor a menor quantidade de substâncias biodegradáveis presentes. Os resultados eram esperados por se tratar de um sistema natural e sem, aparentemente, grandes descargas de matéria orgânica.

Os maiores valores de condutividade elétrica da água foram registrados no período mais quente, talvez pela ressuspensão de material do fundo do lago e

o aumento da taxa de decomposição da matéria orgânica que acaba por liberar maior quantidade de íons na coluna d'água. Moura¹⁵ (1996) atribui os altos valores de condutividade no hipolímnio do Lago das Garças à presença de altas concentrações iônicas resultantes do processo de decomposição relacionado às elevações da concentração do íon amônio.

Em relação ao pH, os valores obtidos se encontraram na faixa de neutralidade durante todo o período. Segundo Hellawell¹⁰ (1989), as comunidades aquáticas podem interferir nos valores de pH do meio. Os organismos autotróficos, como macrófitas aquáticas e algas, podem elevar o pH por meio do processo de assimilação de CO₂ na fotossíntese. Os organismos heterotróficos, por outro lado, podem abaixar o pH do meio através dos processos de decomposição e respiração, liberando CO₂, formando ácido carbônico e íons hidrogênio.

Em geral, a limitação da produção primária é estabelecida pela relação dos teores de fósforo e nitrogênio.¹⁴ Segundo Wetzel²³ (1993), a entrada de nutrientes em águas pouco férteis aumenta as taxas de produção primária. Os teores de nitrogênio e fósforo são freqüentemente relacionados como os principais fatores no crescimento e estrutura da comunidade fitoplanctônica e ligados à acumulação da biomassa. A baixa relação N:P parece favorecer as cianofíceas por essas terem a capacidade de fixar nitrogênio diretamente da atmosfera, fator que promove certa vantagem na competitividade em ambientes onde existe deficiência de nitrogênio.^{8,16}

Nas três primeiras coletas, não foram observados níveis detectáveis de nitrogênio total. Somente em dezembro foi detectada pequena concentração do nutriente. Apesar do tratamento utilizado no pesqueiro, em relação ao tipo de ração e à freqüência de aplicação, os níveis do nutriente parecem não terem sido alterados.

De acordo com Ribeiro et al¹⁸ (1997), o nitrogênio é um nutriente que geralmente não é essencial nas fertilizações de tanques de peixes. Contudo, o fósforo constitui fator limitante para o fitoplâncton.

O fósforo é considerado fator limitante nos viveiros de cultivo, pois é imediatamente incorporado à cadeia alimentar via fitoplâncton e zooplâncton logo após a sua introdução ao meio. As baixas concentrações de fósforo durante todo o período analisado levam a supor que não há outra entrada do nutriente no sistema a não ser por precipitação atmosférica e escoamento superficial. Segundo Wetzel²³ (1993), a sedimentação tem como resultado a perda contínua de fósforo da zona trofotônica; para que o ecossistema mantenha ou aumente a produtividade primária seria

necessário o aporte contínuo do nutriente nesse ambiente. Uma das principais fontes de fósforo no ambiente aquático seria a entrada por escoamento superficial da bacia de drenagem cujo solo é utilizado para a agricultura ou por meio de fontes de compostos dos detergentes organofosfatados.

Apesar de o ambiente estudado não receber, aparentemente, elevados teores de matéria orgânica, o lago pode ser considerado eutrófico, segundo o Índice de Carlson, modificado para ambientes tropicais por Toledo Jr et al²² (1983).

O processo de enriquecimento de um corpo d'água por nutrientes orgânicos e minerais, ou seja, eutrofização, tem como consequência o enriquecimento da população biológica no ecossistema aquático.¹⁰

Como desdobramento desse processo, observa-se o desenvolvimento de inúmeras florações de algas que muitas vezes podem comprometer os diversos usos da água, levando a prejuízos econômicos, sociais e ambientais.

Durante o período analisado, não foram observadas florações no lago estudado. No entanto, a presença de algumas espécies tóxicas (*Microcystis paniformis*, *Cylindrospermopsis raciborskii* e espécies de *Anabaena*) mostra a atenção exigida por esse ambiente cujo monitoramento deve ser contínuo. Assim, evitam-se alterações físicas e químicas da água que proporcionem condições ao crescimento excessivo dessas espécies de cianofíceas.

A água do lago estudado foi classificada como classe 2, segundo o seu uso e comparando-se os valores de turbidez, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio e pH descritos na Resolução Conama n. 20/86. As águas doces enquadradas nessa classe são destinadas à criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana, entre outros usos.

Cianofíceas e saúde pública

Muitos estudos têm demonstrado a bioacumulação e a toxicidade de cianotoxinas em moluscos.²⁴ Mas poucas são as informações sobre o risco potencial de intoxicação humana devido à ingestão de peixes com toxinas bioacumuladas.

Magalhães et al¹³ (2001) estudaram a bioacumulação de microcistinas em tilápias (*Tilapia rendalli*) que se alimentaram continuamente de cianofíceas tóxicas no Lago de Jacarepaguá. Confirmaram a acumulação e persistência das microcistinas nos tecidos musculares,

mostrando o alto risco no consumo desses peixes. Mesmo depois de verificado o declínio do *bloom* de cianofíceas, as toxinas continuaram a ser detectadas na carne e no fígado dos peixes.

Os animais em ambientes eutróficos podem morrer devido à ação das microcistinas. Mas, nos vários casos de toxicidade sub-letal, os animais (moluscos, peixes e lagostas) conseguiram sobreviver tempo suficiente para acumular as toxinas e transferi-las ao longo da cadeia alimentar, oferecendo, muitas vezes, risco ao consumo humano.²⁴

A intoxicação humana via alimentos deve ser monitorada, assim como o controle de qualidade dos peixes de lagos com florações de cianofíceas. Existe, ainda, a necessidade de controle da eutrofização

para minimizar o crescimento de cianofíceas tóxicas e reduzir a exposição e os riscos potenciais à saúde. Recomenda-se ainda o monitoramento e controle contínuo da água, por meio de análises físicas, químicas e biológicas, do pesqueiro estudado, evitando possíveis florações das cianofíceas tóxicas encontradas.

AGRADECIMENTOS

À Dra Célia Leite Sant'Anna, pesquisadora do Instituto de Botânica de São Paulo, pelo auxílio na identificação do fitoplâncton; ao Instituto de Botânica de São Paulo, pelo apoio técnico; à Maria do Carmo Dória Pereira, técnica de laboratório da Faculdade de Saúde Pública da USP, pelo auxílio nas análises físicas e químicas.

REFERÊNCIAS

1. American Public Health Association (APHA), the American Water Works Association (AWWA), and the Water Pollution Control Federation (WPCF). Standard methods for the examination of water and wastewater. 18th ed. Washington (DC); 1992.
2. Anagnostidis K, Komárek J. Modern Approach to the classification system of cyanophytes, 3 – oscillatoriales. *Arch Hydrobiol Suppl Algal Stud* 1988;53:327-472.
3. Beyruth Z. Comunidade fitoplanctônica da Represa de Guarapiranga: 1991-1992: aspectos ecológicos, sanitários e subsídios para reabilitação da qualidade ambiental [tese de doutorado]. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública da USP; 1996.
4. Beyruth Z, Sant'anna CL, Azevedo MT de P, Carvalho M do C, Pereira HA dos SL. Toxic algae in freshwater of São Paulo State. In: Cordeiro MM, Azevedo MT de P, Sant'anna CL, Tomita NY, Plastino EN. Algae and environment: a general approach. São Paulo: Sociedade Brasileira de Ficologia; 1992. p. 53-60.
5. Bourrelly P. Les algues d'eau douce: initiation à la systematique, 2: les algues jaunes et brunes, les chrysophycées, pheophycées, xanthophycées et diatomées. Paris: N. Bouhée; 1981. v. 2.
6. Bourrelly P. Les algues d'eau douce: initiation à la systematique, 3: les algues blanches et rouges, les eugléniens, peridiniens et cryptomonadines. Paris: N. Bouhée; 1985. v. 3.
7. Carmichael WW. The toxins of cyanobacteria. *Sci Am* 1994;270:78-6.
8. Castelo-Branco CW. A Comunidade planctônica e a qualidade da água no Lago Paranoá, Brasília, DF, Brasil [dissertação de mestrado]. Brasília (DF): Universidade de Brasília; 1991.
9. Esteves FA. Fundamentos de limnologia. 2ª ed. Rio de Janeiro: Interciência; 1988.
10. Hellawell JM. Biological indicators of freshwater pollution and environmental management. London: Elsevier Applied Science; 1989. (Pollution Monitoring Series)
11. Komárek J, Anagnostidis K. Modern approach to the classification system of cyanophytes. 4: nostocales. *Arch Hydrobiol Suppl Algal Stud* 1989;56:247-345.
12. Komárek J, Anagnostidis K. Cyanoprokaryota. 1: chroococcales. Süßwasserflora von Mitteleuropa. 1999. v. 19. p. 548.
13. Magalhães VF, Soares RM, Azevedo SMFO. Microcystin contamination in fish from the Jacarepaguá (Rio de Janeiro, Brazil): ecological implication and human health risk. *Toxicon* 2001;39:1077-85.
14. Margalef R. Limnologia. Barcelona: Omega; 1983.
15. Moura ATN. Estrutura e dinâmica da comunidade fitoplanctônica numa lagoa eutrófica, São Paulo, SP, Brasil a curtos intervalos de tempo: comparação entre épocas de chuva e seca [dissertação de mestrado]. Rio Claro: Universidade Estadual Paulista; 1996.
16. Paerl HW, Tucker CS. Ecology of blue-green algae in aquaculture ponds. *J World Aquaculture Soc* 1995;26:109-31.
17. Porfírio Z, Ribeiro MP, Estevam CS, Houley RLS, Sant'Anna AEG. Hepatosplenomegaly caused by an extract of cyanobacterium *microcystis aeruginosa* bloom collected in the Manguaba Lagoon, Alagoas, Brazil. *Rev Microbiol* 1999;30:278-85.

18. Ribeiro MAG, Kubo E, Mainardes-Pinto CSR. Efeito do adubo orgânico e das dosagens do fertilizante químico no aumento do fitoplâncton e do zooplâncton. *Bol Inst Pesca* 1997;24:57-64.
19. Round FE. The taxonomy of the chlorophyta II. *Br Phycolog J* 1971;6:235-64.
20. Sant'anna CLI, Sormus I, Tucci A, Azevedo MTP. Variação sazonal do fitoplâncton do lago das Garças, São Paulo, SP. *Hoehnea* 1997;24:67-86.
21. Simonsen R. The diatom system: ideas on phylogeny. *Bacillaria* 1979;2:9-71.
22. Toledo Jr AP, Talarico M, Chinez SJ, Garcia EG. A aplicação de modelos simplificados para a avaliação de processo da eutrofização em lagos e reservatórios tropicais. In: Anais do 12º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária; 1983 nov 20-25; Camboriu (BR); 1-34.
23. Wetzel RG. *Limnologia*. 2nd ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian; 1993.
24. Whittle K, Gallacher S. Marine toxins. *Br Med Bull* 2000;56:236-53.