

Monitoramento do Fitoplâncton para a Qualidade da Água de Abastecimento Público – Estudo de Caso de Mananciais do Rio Grande do Sul

Carla Cristine Müller

Companhia Riograndense de Saneamento/CORSAN
ccmuller@terra.com.br

Luiz Fernando Cybis

Instituto de Pesquisas Hidráulicas/UFRGS
lfcybis@iph.ufrgs.br

Maria Teresa Raya-Rodriguez

Centro de Ecologia/UFRGS
raya.rodriguez@ufrgs.br

Recebido: 10/05/11 - revisado: 11/10/11 - aceito: 16/12/11

RESUMO

A qualidade da água dos mananciais deve ser monitorada para utilização em abastecimento público. A Portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde estabelece o padrão de potabilidade brasileiro que deve ser seguido pelas empresas e companhias de saneamento. Entre os parâmetros a serem avaliados está a densidade de cianobactérias. Estes organismos, bem como outros grupos fitoplanctônicos, podem gerar problemas para o tratamento da água, como odor, sabor e colmatação de filtros das estações de tratamento de água. Além disso, a ocorrência de florações de cianobactérias gera preocupação pela potencial produção de toxinas. Por isso, métodos de coleta e de análise confiáveis devem ser utilizados para sua avaliação. Neste trabalho foi realizado um monitoramento mensal, durante o ano de 2009, em seis mananciais de captação de água para consumo humano. Foram analisados parâmetros físico-químicos e a densidade fitoplanctônica. Os resultados mostraram a ocorrência de florações de cianobactérias potencialmente tóxicas em três locais avaliados. A partir desses dados, evidenciou-se a importância do monitoramento desses organismos nos mananciais utilizados para abastecimento público.

Palavras-chave: fitoplâncton, cianobactérias, monitoramento, água para abastecimento público, método de Sedgwick-Rafter.

INTRODUÇÃO

Os mananciais de água doce devem ser classificados a fim de assegurar seus usos preponderantes, segundo a Resolução nº 357 de 2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 2005), pois apresentam uma crescente e progressiva deterioração da qualidade das águas. Dentre os usos múltiplos (navegação, recreação, abastecimento, irrigação, etc.), a prioridade é a sua utilização para abastecimento público e dessedentação de animais, em situações de escassez (BRASIL, 1997). A demanda de consumo de água tem aumentado significativamente e a disponibilidade hídrica em condições de utilização para fornecimento à população não tem crescido na mesma proporção (Carneiro *et al.*, 2005).

Os ambientes aquáticos possuem comunidades fitoplanctônicas com variedade, abundância e distribuição próprias que dependem de características abióticas (temperatura, luz, oxigênio dissolvido e concentração de nutrientes) e bióticas (predadores, parasitas, competição). Em geral, quando é extraída e analisada uma amostra do fitoplâncton de um corpo hídrico, principalmente mananciais com circulação relativamente fechada, como lagos e represas, é comum a presença de cianobactérias, clorofíceas e diatomáceas, embora as espécies presentes possam variar de um ambiente a outro (Di Bernardo, 1995). Além disso, cada ambiente apresenta variações sazonais na composição do fitoplâncton, que definem o ciclo anual (Figueiredo; Giani, 2009). Também deve ser considerada a influência da ação humana, que acarreta mudanças significativas na comunidade fitoplanctônica (Di Bernardo,

1995), a hidrodinâmica e a profundidade do corpo hídrico (Reynolds; Irish; Elliott, 2001).

Nos ambientes de água doce, há coexistência de um grande número de espécies de algas fitoplanctônicas. Geralmente, duas ou mais espécies tornam-se dominantes no ambiente, enquanto conjuntamente pode ser encontrado um grande número de espécies raras e subdominantes. As mudanças constantes do ambiente e as relações entre espécies, não proporcionam um ambiente uniforme por períodos longos de tempo, proporcionando um processo lento de exclusão competitiva e gerando um equilíbrio misto de populações (Wetzel, 1993; Figueiredo; Giani, 2001, 2009). A composição final do fitoplâncton é a consequência de um balanço entre perdas e ganhos dentro do grupo de espécies que tem adaptações para sobreviver no ambiente (Anneville, *et al.* 2004).

Os fatores ambientais mais importantes que interferem e regulam o desenvolvimento desses organismos, selecionando os mais adaptados à condição particular do ambiente, são intensidade luminosa, temperatura, sedimentação e distribuição vertical dos organismos na coluna d'água, disponibilidade de nutrientes no meio aquático, competição e alelopatia com demais produtores primários, além da predação pelo zooplâncton. Em reservatórios de abastecimento profundos, também são importantes os processos de estratificação e os regimes de mistura da água (Wetzel, 1993; Anneville, *et al.*, 2004; Figueiredo; Giani, 2001, 2009).

A comunidade aquática responde rapidamente às alterações das condições do ambiente, seja pela redução de espécies, seja pela ocorrência de florações, isto é, aumento da biomassa de uma ou mais espécies presentes no ambiente. Nas florações predominam espécies de cianobactérias, principalmente, em mananciais localizados em áreas urbanizadas e nos meses mais quentes do ano (Esteves, 1998; Xavier, *et al.*, 2005). Estes ambientes geralmente encontram-se eutrofizados, isto é, com uma carga de nutrientes acima do que é característico do local, proveniente de despejos não tratados (industriais, domésticos e/ou agrícolas). Além disso, problemas sanitários também são observados com o aumento da densidade fitoplanctônica, como obstrução de filtros em Estações de Tratamento de Água (ETAs), aumento dos custos com produtos químicos para o tratamento da água e sabor e odor desagradáveis nas águas de abastecimento (Branco, 1986; Di Bernardo, 1995; Carneiro; Pegorini; Andreoli, 2005). O problema mais grave, e que pode ser observado em casos de florações, é a toxicidade de algumas espécies de cianobactérias, pois são or-

ganismos capazes de liberar compostos potencialmente tóxicos na água, gerando dificuldades no tratamento.

Para operar um sistema de abastecimento público de água que atenda ao padrão de potabilidade brasileiro, é necessário seguir a Portaria nº 518 (BRASIL, 2004). Em relação ao fitoplâncton, esta Portaria exige monitoramento mensal do número de células de cianobactérias, na água do manancial, até 10.000 céls.mL⁻¹. Acima desse valor, o monitoramento deve ser semanal. Nos casos em que a densidade de cianobactérias for maior do que 20.000 céls.mL⁻¹, deve ser feito o controle semanal, na água tratada, quanto às cianotoxinas (BRASIL, 2004). Além disso, esta situação pode desencadear alterações no processo de tratamento nas ETAs, com a utilização de etapas complementares, como a adsorção em carvão ativado.

Portanto, para assegurar a qualidade da água tratada, é fundamental que seja realizado um monitoramento adequado da água bruta. Nesse sentido, a análise de quantificação do fitoplâncton, principalmente do grupo das cianobactérias, deve ser realizada utilizando métodos apropriados e que gerem resultados confiáveis. Cabe ressaltar que a análise qualitativa também deve ser confiável, pois dela depende a correta contagem dos organismos.

O objetivo deste trabalho é enfatizar a importância da análise do fitoplâncton para garantir a qualidade da água distribuída à população. Para isso serão apresentados dados do monitoramento de seis mananciais utilizados para abastecimento público no Rio Grande do Sul, destacando a existência de florações de cianobactérias potencialmente tóxicas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os seis locais de amostragem são mananciais utilizados para captação de água para consumo humano pela Companhia Riograndense de Saneamento (CORSAN) (Tabela 1). Estes mananciais compreendem rio, lagoa e reservatórios (barragens) de seis municípios do Rio Grande do Sul (Figura 1).

As amostras, correspondendo à água bruta que chega à ETA para ser tratada, foram coletadas em frascos de polietileno branco leitoso com capacidade para 1L, mensalmente, durante o ano de 2009, pelas ETAs de cada município. Nos laboratórios das ETAs foram realizadas as análises de parâmetros físico-químicos segundo métodos descritos em procedimentos internos da Companhia, elabo-

radados pela Superintendência de Tratamento (Tabela 2).

Tabela 1 - Caracterização dos mananciais amostrados.

Manancial	Tipo de manancial	Município de localização	Ocorrência de florações de cianobactérias
B1	Barragem	Santiago	Sim
B2	Barragem	Unistalda	Não
B3	Barragem	Vacaria	Não
B4	Barragem	Farroupilha	Sim
C	Canal proveniente de lagoa	Osório	Sim
R	Rio	Canela	Não



Figura 1 - Localização dos municípios gaúchos aos quais pertencem os mananciais amostrados. Fonte: Adaptado de Banco de Informações e Mapas de Transportes (2011).

A análise do fitoplâncton foi realizada no Laboratório Central de Águas da CORSAN utilizando o método de Sedgwick-Rafter (APHA; AWWA; WEF, 2005). As amostras foram analisadas sem preservação, de acordo com o método validado pelo Laboratório (Müller; Raya-Rodriguez; Cybis, 2011). A concentração das amostras, quando necessária, foi realizada através de centrifugação de 100 mL por 20 minutos a 2.500 rpm. As câmaras de contagem de Sedgwick-Rafter tem um volume fixo de amostra de 1 mL. Após preparadas, as câmaras foram observa-

das ao microscópio óptico comum para identificação e quantificação dos organismos. Na análise qualitativa, os organismos foram identificados em nível de gênero e classificados nos seguintes grupos, de acordo com a engenharia sanitária (Palmer, 1962): cianobactérias, algas verdes, diatomáceas e fitoflagelados (todas as algas que se movimentam através de flagelo). Os critérios de contagem seguiram CETESB (2005).

Tabela 2 - Parâmetros físico-químicos analisados e métodos analíticos utilizados.

Parâmetro	Unidade	Método de análise	Procedimento Interno
Temperatura da água	°C	Termometria	FQ-S 001 Rev. 01 Out. 2006
Cor	mg.L ⁻¹ Pt	Comparação visual	FQ-S 005 Rev. 01 Out. 2006
Turbidez	NTU	Nefelométrico	FQ-S 003A Rev. 01 Out. 2006 FQ-S 003B Rev. 01 Out. 2006
Oxigênio dissolvido	mg.L ⁻¹ O ₂	Winkler	FQ-S 008 Rev. 01 Out. 2006
pH	-	Colorimétrico	FQ-S 002A Rev. 01 Out. 2006

RESULTADOS

A Tabela 3 mostra uma caracterização físico-química dos mananciais estudados e sua classificação segundo CONAMA (2005), sendo os mananciais B2, B3 e R enquadrados na classe 1; B1, na classe 2; B4 e C, na classe 3. Na Tabela 4 são apresentados os dados do monitoramento quali-quantitativo do fitoplâncton, bem como a classificação preliminar dos ambientes aquáticos de acordo com a densidade fitoplânctônica (Margalef, 1983). A condição eutrófica foi predominante, ocorrendo em quatro mananciais (B1, B2, B3 e C). O manancial B4 apresentou-se hipereutrófico e o manancial R, oligotrófico. A classificação dos mananciais como eutrófico, poderia ser melhor compreendida analisando dados de concentração de fósforo, pois somente os mananciais B1 e C apresentaram floração de cianobactérias. No entanto, essas análises não foram realizadas, pois não fazem parte da rotina de monitoramento desses mananciais.

Tabela 3 - Caracterização físico-química dos mananciais estudados.

Manancial		Temperatura da água °C	Cor mg.L ⁻¹ Pt	Turbidez NTU	pH	OD mg.L ⁻¹ O ₂	Classe de qualidade*
B1	Média ± DP	20 ± 5	154 ± 33	50 ± 18	6,6 ± 0,3	7,3 ± 1,5	2
	Mín	13	100	27	6,3	5,0	
	Máx	27	200	73	7,3	9,4	
B2	Média ± DP	20 ± 4	87 ± 38	9,3 ± 5	7,1 ± 0,2	8,1 ± 0,8	1
	Mín	13	25	4,2	6,7	6,2	
	Máx	28	160	20	7,5	9,0	
B3	Média ± DP	18 ± 4	72 ± 19	12 ± 3	6,6 ± 0,2	7,3 ± 1,0	1
	Mín	10	40	8,4	6,0	6,0	
	Máx	23	100	19	6,9	9,6	
B4	Média ± DP	18 ± 4	66 ± 35	9,5 ± 6	7,0 ± 0,1	6,2 ± 1,3	3
	Mín	12	15	3,1	6,9	4,8	
	Máx	24	110	22	7,1	9,0	
C	Média ± DP	22 ± 4	76 ± 22	16 ± 7	6,8 ± 0,1	3,5 ± 2,3	3
	Mín	15	50	4,3	6,5	0,4	
	Máx	26	110	28	6,9	8,6	
R	Média ± DP	17 ± 4	49 ± 23	8,7 ± 6	6,7 ± 0,1	8,4 ± 0,8	1
	Mín	11	30	2,8	6,7	6,2	
	Máx	23	90	24	6,9	8,4	

OD = Oxigênio dissolvido

* Classes de qualidade segundo CONAMA (2005).

DP = Desvio padrão

Tabela 4 - Caracterização fitoplanctônica dos mananciais estudados.

Manancial		Fitoplâncton cél.s.mL ⁻¹	Cianobactérias cél.s.mL ⁻¹	Algas verdes cél.s.mL ⁻¹	Diatomáceas cél.s.mL ⁻¹	Fitoflagelados cél.s.mL ⁻¹	Classificação [#]
B1	Média ± DP	7.239 ± 14.536	8.380 ± 15.577	17 ± 23	158 ± 81	92 ± 127	Eutrófico
	Mín	36	*	*	34	*	
	Máx	38.816	38.564	75	246	328	
B2	Média ± DP	1.483 ± 1.715	291 ± 1	754 ± 966	760 ± 897	56 ± 62	Eutrófico
	Mín	12	*	11	*	*	
	Máx	6.612	291	3.358	3.082	172	
B3	Média ± DP	3.695 ± 4.826	234 ± 339	606 ± 1.602	3.088 ± 4.750	44 ± 62	Eutrófico
	Mín	129	*	*	17	3	
	Máx	14.894	625	5.158	14.873	229	
B4	Média ± DP	600.670 ± 758.785	599.296 ± 759.588	249 ± 373	1.226 ± 2.663	103 ± 88	Hipereutrófico
	Mín	85	42	6	*	1	
	Máx	2.052.425	2.052.425	1.332	8.360	266	
C	Média ± DP	6.966 ± 9.770	8.220 ± 10.207	95 ± 152	28 ± 28	16 ± 35	Eutrófico
	Mín	14	*	*	*	*	
	Máx	26.043	26.020	461	81	102	
R	Média ± DP	683 ± 952	439 ± 471	98 ± 104	383 ± 513	20 ± 15	Oligotrófico
	Mín	103	*	21	28	5	
	Máx	3.086	1.039	365	1.656	45	

DP = Desvio padrão * Devido à baixa densidade, organismos não foram contados na análise quantitativa.

Classificação dos ambientes aquáticos segundo Margalef (1983).

Os pontos B1, C e B4 apresentaram floração de cianobactérias durante o ano de 2009. Os eventos de floração foram considerados a partir de contagens próximas a $10.000 \text{ céls.mL}^{-1}$. O ponto B1 apresentou floração de *Planktothrix sp.* nos meses de março e abril. Nos meses de janeiro, março, junho e julho ocorreu floração de *Microcystis sp.* no ponto C. Já no ponto B4, houve floração de *Cylindrospermopsis raciborskii* de março a agosto. Nos pontos B2, B3 e R não foi verificada ocorrência de floração de cianobactérias. Entretanto, no ponto B3, observou-se um incremento de diatomáceas do gênero *Asterionella* nos meses de novembro e dezembro.

A Figura 2 mostra as densidades de fitoplâncton total e de cianobactérias. Nos locais onde ocorreu floração de cianobactérias (Gráficos A, D e E), a quantificação desses organismos foi aproximadamente igual a contagem total de organismos. Já nos outros locais, onde não foram observadas essas florações, a contagem de cianobactérias foi inferior à contagem total do fitoplâncton. Nestes mananciais (Gráficos B, C e F), o monitoramento revelou a ocorrência de algas verdes e diatomáceas.

Os gêneros fitoplanctônicos encontrados em cada manancial, durante o período de monitoramento, estão apresentados na Tabela 5. Os gêneros foram classificados em cianobactérias, algas verdes, diatomáceas e fitoflagelados (Palmer, 1962).

DISCUSSÃO

O monitoramento realizado nos pontos de amostragem faz parte das exigências da Portaria nº 518 (BRASIL, 2004), ou seja, o parâmetro densidade celular de cianobactérias deve ser analisado, mensalmente, no ponto de captação dos mananciais utilizados para abastecimento público. Nesse sentido, a CORSAN analisa, também, a densidade fitoplanctônica total, cujos dados foram aqui utilizados, pois outros organismos podem interferir no tratamento da água.

Odor e sabor desagradáveis na água podem ser provocados por cianobactérias, como também por diatomáceas e fitoflagelados; além disso, podem provocar cor e obstruir os filtros das ETAs (Palmer, 1962; Branco, 1986; Di Bernardo, 1995). A análise de cianotoxinas foi realizada quando necessário, porém, não foram aqui apresentadas por não pertencerem ao escopo desta discussão.

No monitoramento fitoplanctônico foi utilizado o método de contagem validado pelo Laboratório Central de Águas da CORSAN (Müller; Raya-Rodriguez; Cybis, 2011), demonstrando uma aplicação prática e viável da utilização de amostras vivas na contagem do fitoplâncton. As normas de qualidade, como a NBR ISO/IEC 17025 (ABNT, 2005), exigem que os métodos de ensaio utilizados pelo laboratório sejam normalizados, isto é, publicados em normas nacionais ou internacionais. Métodos normalizados utilizados fora do seu escopo original ou com modificações também podem ser usados, desde que estejam validados. Essas amostras utilizadas para contagem, segundo o método de Sedgwick-Rafter (Branco, 1986; ASTM, 2004; APHA; AWWA; WEF, 2005; CETESB, 2005; Legresley; Mcdermott, 2010) validado (Müller; Raya-Rodriguez; Cybis, 2011), possibilitaram rapidez na análise e na tomada de decisões.

A concentração das amostras, quando necessária, por centrifugação e o tempo reduzido para sedimentação das câmaras de contagem (tempo de sedimentação de 15 minutos) permitiram que muitas amostras fossem analisadas no mesmo dia, inclusive com a obtenção do resultado final. Assim, em casos de florações de cianobactérias ou qualquer problema observado no processo de tratamento da água, relacionado com organismos fitoplanctônicos, medidas de controle ou prevenção puderam ser adotadas rapidamente, como suspensão de pré-cloração e uso de carvão ativado em pó. Em casos de proximidade entre o local afetado e o Laboratório Central, muitas vezes a amostra foi coletada e o resultado final da análise obtido no mesmo dia. Além disso, as amostras vivas não geraram resíduos químicos relacionados ao uso de substâncias preservantes, eliminando impactos ambientais relacionados ao descarte de rejeitos laboratoriais.

A classificação dos mananciais, proposta por Margalef (1983), relacionando o estado trófico com a densidade fitoplanctônica (Tabela 4) mostrou o impacto da eutrofização sobre os mananciais estudados. Somente um ambiente ficou na categoria oligotrófico. Os ambientes eutrofizados causam outros efeitos indesejáveis, além da proliferação excessiva do fitoplâncton. Dentre eles podem ser destacados (Di Bernardo, Minillo E Dantas, 2010) 1) a liberação de cianotoxinas; 2) problemas recreacionais e estéticos em função das florações algais, proliferação de insetos, geração de odores; 3) mortalidade de peixes e 4) maiores dificuldades e elevação de custos para o tratamento da água.

A classificação apresentada na Tabela 4 não pode ser considerada definitiva, pois avaliou somente o ponto de captação de água no manancial, não

abrangendo outros pontos que poderiam melhor caracterizar o ambiente. Uma classificação que melhor reflete a realidade de cada ambiente deverá considerar diferentes pontos de amostragem, que cubram toda a extensão do manancial, a concentração de carbono bem como os teores de nutrientes. A concentração de fósforo poderia auxiliar nessa classificação e na melhor compreensão da ocorrência de florações de cianobactérias nos mananciais. Incluir a análise desse nutriente junto ao monitoramento fitoplanctônico pode ajudar a previsão da ocorrência das florações, bem como servir de alerta para o enriquecimento das águas e a eutrofização.

A classificação proposta pelo CONAMA 357 (2005) engloba esses fatores, embora não determine quais os pontos de amostragem devem ser coletados. Com a análise de poucos parâmetros dessa classificação, foi possível avaliar a condição de qualidade dos seis mananciais avaliados nesse trabalho (Tabela 3). Três ambientes apresentam condição de qualidade compatível com Classe 1, sendo considerada uma boa classe de qualidade da água, mesmo tendo apresentado estado eutrófico (Tabela 4). O ponto C é um canal construído exclusivamente para a captação de água. Ele provém da Lagoa do Peixoto/Osório-RS, que é uma lagoa costeira rasa, com histórico de florações de cianobactérias anuais durante o verão, razão pela qual ele foi construído. Assim, as condições físico-químicas muitas vezes apresentam-se alteradas, como foi o caso das concentrações de oxigênio dissolvido, pois o canal possui pequena profundidade e, muitas vezes, apresenta desenvolvimento de macrófitas em toda a sua extensão.

A partir da análise qualitativa dos organismos, verificou-se que os ambientes apresentaram alta diversidade fitoplanctônica, com mais de 40 gêneros em cada um deles. Mesmo nos mananciais com ocorrência de florações de cianobactérias (B1, B4 e C), outros gêneros coexistiram com a cianobactéria dominante, no entanto, em menores densidades (Tabela 4). A Figura 2 mostrou a presença constante das cianobactérias durante todo ano, mesmo em baixas densidades, nesses mananciais. Nos demais, alguns picos de fitoplâncton foram acompanhados de picos de cianobactérias, porém, outros grupos de organismos podem elevar a densidade total. Isso pode ser observado nos mananciais B2 e B3, quando a densidade fitoplanctônica total foi elevada pelo aumento de algas verdes e diatomáceas, respectivamente.

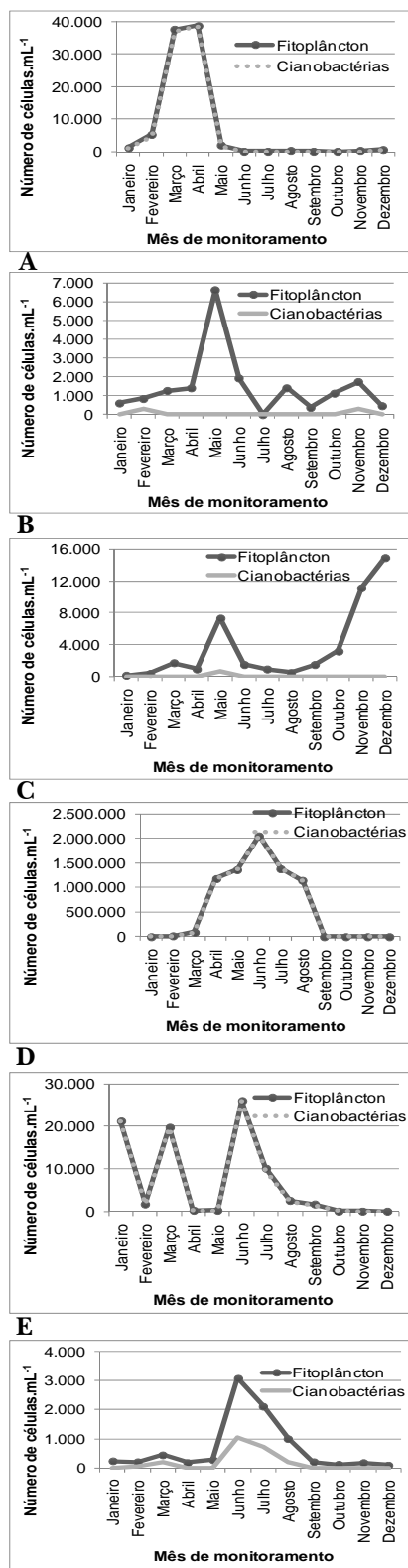


Figura 2 - Densidades de fitoplâncton total e cianobactérias durante o ano de 2009 nos 6 pontos de amostragem. A. Manancial B1. B. Manancial B2. C. Manancial B3. D. Manancial B4. E. Manancial C. F. Manancial R.

Tabela 5 - Gêneros fitoplanctônicos identificados nos mananciais estudados.

Gêneros	Mananciais					
	B1	B2	B3	B4	C	R
Cianobactérias						
Anabaena	X	X	X	X	X	X
Aphanizomenon			X		X	
Aphanocapsa	X				X	
Aphanotece				X		
Chroococcus	X	X		X	X	X
Cylindrospermopsis			X	X	X	X
Geitlerinema		X			X	
Merismopedia				X	X	
Microcystis	X		X	X	X	
Oscillatoria	X		X	X	X	
Phormidium		X			X	
Planktothrix	X				X	
Pseudanabaena		X			X	
Woronichinia		X				
Algas verdes						
Ankistrodesmus		X		X	X	X
Chlorococcum		X				
Closteriopsis			X			
Closterium	X	X	X	X	X	X
Coelastrum			X	X	X	X
Cosmarium	X	X		X	X	X
Crucigenia		X		X	X	X
Desmidium		X				
Desmodesmus	X	X	X	X	X	X
Dictyosphaerium	X	X	X	X	X	X
Elakatothrix	X	X	X	X	X	X
Ererella			X			
Euastrum		X	X	X		X
Gloeocystis		X				
Golenkinia					X	X
Golenkiniopsis					X	
Kirchneriella				X		X
Lagerheimia					X	
Micractinium	X	X			X	X
Micrasterias		X				
Monoraphidium	X	X	X	X	X	X
Mougeotia	X					X
Oocystis		X	X	X	X	X
Pediastrum		X	X	X	X	X
Scenedesmus	X	X	X	X	X	X
Schroederia		X		X		
Selenastrum				X		
Sphaerocystis	X	X	X	X	X	X
Spirogyra			X			
Staurastrum	X	X		X		X
Staurodesmus	X	X	X	X	X	X
Tellingia	X	X		X	X	X
Tetraedron	X	X	X	X	X	X
Tetraplecton				X		
Tetrastrum				X		
Diatomáceas						
Achnanthes				X		X
Amphora						X
Asterionella			X	X		X
Aulacoseira	X	X	X	X	X	X
Cyclotella	X	X	X	X	X	X
Cymbella	X	X	X			X
Diploneis	X					X
Eunotia	X		X	X	X	X
Fragilaria	X	X	X	X	X	X
Gomphonema		X	X			X
Gyrosigma			X			
Melosira					X	
Navicula	X	X	X	X	X	X
Nitzschia	X	X	X	X	X	X
Pinnularia		X	X		X	X
Sutirella	X	X	X	X		X
Synedra	X	X	X	X		X
Ulnaria	X	X	X			X
Urosolenia	X		X	X		
Fitoflagelados						
Chlamydomonas	X	X	X	X	X	X
Chlorogonium						X
Chrysoococcus		X	X	X	X	X
Cryptomonas	X	X	X	X	X	X
Dynobryon		X	X			X
Dysmorphococcus			X	X		X
Eudorina	X					
Euglena	X	X	X	X	X	X
Glenodinium	X	X	X	X	X	X
Gymnodinium	X			X		X
Lepocincis		X	X		X	
Mallomonas	X	X	X	X	X	X
Pandorina	X					
Peridinium		X		X		X
Phacus		X	X	X		X
Pteromonas	X				X	
Strombomonas			X	X		X
Synura			X	X		X
Trachelomonas	X	X	X	X	X	X
Vacuolaria	X	X	X	X	X	X

O grupo das algas verdes apresentou maior número de representantes, em todos os ambientes, uma vez que corresponde a um grupo amplo e variado de algas, com maior diversidade de espécies, formas e tamanhos (Reviere, 2006). Destaca-se a ocorrência de *Desmidium* e *Micrasterias*, gêneros raros e de ocorrência em águas não contaminadas (Palmer, 1962; Di Bernardo, 1995; Di Bernardo, Minillo E Dantas, 2010), identificados no manancial B2.

Com relação às diatomáceas, o incremento de *Asterionella*, ocorrido no manancial B3, pode gerar odor na água e obstrução dos filtros das ETAs (Palmer, 1962; Di Bernardo, 1995). Os fitoflagelados ocorreram em todos os mananciais, porém, sempre em baixa densidade.

Com relação ao grupo das cianobactérias, verificou-se sua ocorrência em todos os ambientes estudados. As florações detectadas nos mananciais B1, B4 e C foram dos gêneros *Planktothrix*, *Cylindrospermopsis* e *Microcystis*, respectivamente, todos apresentando espécies produtoras de toxinas. Além destes, porém, sem ocorrência de florações, foram encontrados outros gêneros potencialmente tóxicos, como *Anabaena*, *Aphanizomenon* e *Oscillatoria*. Em função disso, destaca-se a importância desse tipo de monitoramento, uma vez que possibilita a detecção dos organismos potencialmente tóxicos e permite uma rápida tomada de decisão, pela Companhia de Saneamento, quanto às alterações necessárias no processo de tratamento da água. Dentre essas alterações estão o uso de carvão ativado, a suspensão da pré-cloração e a utilização de polímero auxiliar de floculação (Di Bernardo, 1995; Di Bernardo, Minillo E Dantas, 2010). De acordo com a densidade celular encontrada, torna-se necessário o aumento da frequência de monitoramento das cianobactérias, como também há necessidade de realização da análise de cianotoxinas, conforme mencionado anteriormente (BRASIL, 2004). A identificação dos gêneros presentes permite determinar o tipo de toxina que pode ser produzido, levando a uma correta preparação da amostra para análise da cianotoxina correspondente.

Segundo Ceballos, Azevedo e Bendate (2006), as florações de cianobactérias ocorrem em ambientes de água doce neutras a alcalinas (pH de 6 a 9), com temperatura da água de 15°C a 30°C e altas concentrações de nutrientes. Os ambientes com ocorrência de floração (B1, B4 e C) também recebem despejos orgânicos não tratados que podem elevar a concentração de nutrientes e favorecer o crescimento desses organismos. Estes mananciais possuem histórico de acompanhamento pela CORSAN superior a 30 anos, sendo as florações de cia-

nobactérias recorrentes, nos meses mais quentes do ano. Porém, cabe ressaltar que no ponto B4, onde ocorreu floração de maior duração e com a mais alta densidade celular entre os mananciais amostrados, a proliferação de *Cylindrospermopsis raciborskii* se manteve durante o inverno com baixas temperaturas da água (média anual de 18°C, variando de 12°C a 24°C, Tabela 3). A dominância desses organismos na comunidade fitoplanctônica pode ser influenciada por muitos fatores, mas é difícil determinar quais são os mais importantes, pois há sinergismo entre os fatores envolvidos (Figueiredo; Giani, 2009).

Assim, quando a água do manancial oferece riscos à saúde pública, as estações de tratamento de água devem garantir as condições mínimas para que a água possa ser destinada ao consumo humano. Com os avanços nas tecnologias de tratamento, água bruta de qualquer qualidade pode ser tratada e destinada ao abastecimento público, embora os custos e riscos envolvidos possam tornar os investimentos extremamente elevados e inviabilizar a implantação da ETA. Basicamente, há três requisitos que, simultaneamente, contribuem para que um sistema de tratamento de água seja considerado apropriado: qualidade da água bruta, tecnologia de tratamento e capacidade de sustentação (Di Bernardo, Minillo E Dantas, 2010). Portanto, há necessidade de preservar os mananciais superficiais, evitando a degradação da qualidade das águas. Quanto melhor a qualidade da água bruta, menores serão os custos envolvidos no tratamento, mais simples e mais econômica será a tecnologia de tratamento empregada e menores serão os riscos à saúde pública associados a essa água.

Atualmente, são poucos os mananciais utilizados para abastecimento que tem água bruta com boa qualidade. Por isso, a importância de monitorar a comunidade fitoplanctônica com vistas às cianobactérias. Para garantir a eficácia desse monitoramento, é necessária a utilização de método de análise adequado. A confiabilidade do resultado inicia na análise qualitativa e estende-se à quantitativa. Nesse sentido, a capacitação e o treinamento dos profissionais que realizam esse tipo de análise, associado a um método de análise apropriado, garantem a confiabilidade analítica dos resultados. A classificação correta dos organismos em seus grupos é o primeiro passo para a quantificação. Se a classificação for equivocada, a quantificação não refletirá a realidade da água monitorada.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. *NBR ISO/IEC 17025: Requisitos gerais para competência de laboratórios de ensaio e calibração*. Rio de Janeiro, 2005.
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS – ASTM. *D4148-82: Standard Test Method for Analysis of Phytoplankton in Surface Water by the Sedgwick-Rafter Method*. Estados Unidos, 2004.
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION; AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION; WATER ENVIRONMENT FEDERATION APHA AWWA WEF (APHA; AWWA; WEF). *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 21 ed. Washington, D.C., 2005.
- ANNEVILLE, O.; SOUISSI, S.; GAMMETER, S.; STRAILE, D. Seasonal and inter-annual scales of variability in phytoplankton assemblages: comparison of phytoplankton dynamics in three peri-alpine lakes over a period of 28 years. *Freshwater Biology*, 49, v. 1, 98-115, 2004.
- BRANCO, S. M. *Hidrobiologia Aplicada à Engenharia Sanitária*. 3ª Ed. São Paulo, SP: CETESB/ASCETESB, 1986. 640p.
- BRASIL. Casa Civil. Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997: Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Brasília: *Diário Oficial da União*, 09/01/1997.
- BRASIL. 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. Brasília: *Diário Oficial da União*, n. 59, 26/03/2004, p. 266-270.
- CARNEIRO, C.; PEGORINI, E. S.; ANDREOLI, C. V. Introdução. In: ANDREOLI, C. V.; CARNEIRO, C. (Editores) *Gestão Integrada de Mananciais de Abastecimento Eutrofizados*. Curitiba: SANEPAR/FINEP, 2005. Cap. 1. p. 25-44.
- CEBALLOS, B. S. O., AZEVEDO, S. M. F. O., BENDATE, M. M. A. Fundamentos Biológicos e Ecológicos Relacionados as Cianobactérias. In: PÁDUA, 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, 2006. Cap. 2. p. 23-81.

- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. *Resolução CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005*. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Diário Oficial da União, n. 53, p. 58-63, Mar. 2005.
- COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB. *Norma Técnica L5.303: Fitoplâncton de Água Doce - Métodos Qualitativo e Quantitativo (Método de Ensaio)*. São Paulo, 2005.
- DI BERNARDO, L. *Algas e suas Influências na Qualidade das Águas e nas Tecnologias de Tratamento*. Rio de Janeiro, RJ: ABES, 1995. 140p.
- DI BERNARDO, L.; MINILLO, A.; DANTAS, A. D. B. *Florações de algas e de cianobactérias: suas influências na qualidade da água e nas tecnologias de tratamento*. São Carlos: Editora LDiBe Ltda, 2010. 536p.
- ESTEVES, F. A. *Fundamentos de Limnologia*. 2ª Ed. Rio de Janeiro, RJ: Interciência, 1998. 602p.
- FIGUEIREDO, C. C.; GIANI, A. Seasonal variation in the diversity and species richness of phytoplankton in a tropical eutrophic reservoir. *Hydrobiologia*, 445: 165-174, 2001.
- _____. Phytoplankton community in the tropical lake of Lagoa Santa (Brazil): Conditions favoring a persistent Bloom of *Cylindrospermopsis raciborskii*. *Limnologica*, v. 39, 264-272, 2009.
- LEGRESLEY, M.; MCDERMOTT, G. Counting chamber methods for quantitative phytoplankton analysis – haemocytometer, Palmer-Maloney cell and Sedgewick-Rafter cell. In: KARLSON, B.; CUSACK, C.; BRESNAN, E. (Editors.) *Microscopic and molecular methods for quantitative phytoplankton analysis*. Paris, UNESCO. (IOC Manuals and Guides, nº 55.) (IOC/2010/MG/55), 2010.
- MARGALEF, R. *Limnologia*. Barcelona: Ediciones Omega S.A., 1983. 1010p.
- MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES. *Banco de Informações e Mapas de Transportes – BIT*. Disponível em <<http://www.transportes.gov.br>>. Acesso em 03 de novembro de 2011.
- MÜLLER, C. C.; RAYA-RODRIGUEZ, M. T.; CYBIS, L. F. A. Validação do método de Sedgewick-Rafter para a quantificação do fitoplâncton. *Revista DAE*, 186, 29-36, 2011.
- PALMER, M. C. *Algas en los abastecimientos de agua*. Mexico: Editorial Interamericana S. A., 1962. 91 p.
- REVIERS, B. *Biologia e filogenia das algas*. Tradução de Iara Maria Franceschini. Porto Alegre: Artmed, 2006. 280p.
- REYNOLDS, C. S.; IRISH, A. E.; ELLIOTT, J. A. The ecological basis for simulating phytoplankton responses to environmental change (PROTECH). *Ecological Modelling*, 140, 271-291, 2001.
- WETZEL, R. G. *Limnologia*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1993. 919p.
- XAVIER, C. F.; DIAS, L. N.; BRUNKOW, R. F. Eutrofização. In: ANDREOLI, C. V.; CARNEIRO, C. (Editores) *Gestão Integrada de Mananciais de Abastecimento Eutrofizados*. Curitiba: SANEPAR/FINEP, 2005. Cap. 8. p. 271-302.

Phytoplankton Monitoring for Public Water Supply Quality - A Case Study of Rio Grande do Sul Water Sources

ABSTRACT

The sanitary quality of water sources should be monitored for use in public supply. Decree No. 518/2004 of the Ministry of Health establishes the Brazilian standard for drinking water which must be complied with by water companies. Among the parameters to be evaluated is the density of cyanobacteria. These organisms, as well as other phytoplankton groups, can create problems for water treatment, such as odor, taste and clogging of filters at water treatment plants. Furthermore, the occurrence of cyanobacteria blooms has increased concern for potential toxin production. Therefore, collection and analysis methods should be used for reliable evaluation. In this work, monitoring was conducted monthly during 2009, at six water sources. Physico-chemical parameters and phytoplanktonic density were analyzed. The results showed the occurrence of blooms of potentially toxic cyanobacteria in three places. Based on these data, the study showed the importance of monitoring these organisms in water sources used for public supply.

Key-words: *phytoplankton, cyanobacteria, monitoring, public water supply, Sedgewick-Rafter method.*