



## I-233 - AVALIAÇÃO PLANCTÔNICA DO RESERVATÓRIO DA LOMBA DO SABÃO (PORTO ALEGRE, RS) COM ÊNFASE NA OCORRÊNCIA DE CIANOBACTÉRIAS: IMPLICAÇÕES PARA O ABASTECIMENTO PÚBLICO

### **Carmem Rosalia Marodin Maizonave<sup>(1)</sup>**

Bióloga, especialista em Ecologia Humana pela UNISINOS. Desenvolve atualmente projetos de pesquisa na área de saneamento ambiental e apoio técnico à Seção de Análises Biológicas da Divisão de Pesquisa do Departamento de Água e Esgotos de Porto Alegre.

### **Maria Mercedes Bendati**

Bióloga, com especialização em Biogeografia e Avaliação Ambiental (Universität des Saarlandes, Alemanha) e mestrado em Ecologia (UFRGS). Responsável por projetos de monitoramento da água, esgotos e qualidade ambiental junto à Divisão de Pesquisa do Departamento Municipal de Água e Esgotos de Porto Alegre.

### **Vera Regina Werner**

Bióloga da Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul. Doutora em Ciências Biológicas – Biologia Vegetal, pela Universidade Estadual Paulista, de Rio Claro. Pesquisadora na área de taxonomia e ecologia de cianobactérias.

### **Luiz Fernando de Abreu Cybis**

Professor, orientador, pesquisador e consultor do Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Doutor em Engenharia Sanitária e Ambiental pela The University of Leeds, Inglaterra.

### **Eudimar N. Carvalho**

Biólogo, mestre em Ecologia (UFRGS) e doutorando pelo Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** DMAE/Divisão de Pesquisa - Rua Barão do Cerro Largo, 600 – Porto Alegre – RS - CEP: 90.850-110 - Brasil - Tel: (51) 32.89.98.46 - e-mail: carmem@dmae.prefpoa.com.br

### **RESUMO**

A Represa da Lomba do Sabão, localizada na região leste de Porto Alegre, tem sido utilizada como manancial para o abastecimento de uma área da cidade desde 1950. A Estação de Tratamento de Água (ETA), operada pelo Departamento Municipal de Água e Esgotos (DMAE) atende cerca de 40 mil pessoas. A Represa recebe contribuições de seis sub-bacias de arroios de pequeno porte: Arroio Vitorino e Taquara, localizados no município de Porto Alegre, e os Arroios Dilúvio, Pequeno, Casa Velha e Sem Nome, situados no município de Viamão. A área da bacia contribuinte à represa é de 1428 ha, sendo o volume médio do reservatório de 2.935.342 m<sup>3</sup> e o tempo médio de retenção das águas de 380 dias (dados de 1991). Diversos estudos foram realizados pelo DMAE para monitorar as condições dessa represa ao longo do tempo. Parte da área da represa encontra-se em um parque municipal (Parque Saint Hilaire), mas existem várias ocupações urbanas nas sub-bacias afluentes, cuja contribuição é carregada para os arroios. O incremento nestas áreas tem resultado em aporte elevado de nutrientes e matéria orgânica, o que na década de 90 provocou um evento duradouro de floração de fitoplâncton na represa, causando problemas de gosto e odor na água de abastecimento. Com o objetivo de avaliar especificamente as condições atuais de floração de cianobactérias na Represa da Lomba do Sabão e as implicações para o abastecimento público, foi desenvolvido o presente estudo, como parte do projeto PROSAB, com duração prevista de um ano. Para a caracterização do fitoplâncton e acompanhamento da ocorrência de cianobactérias na represa da Lomba do Sabão, está sendo realizado monitoramento quinzenal da água, desde setembro de 2004. Neste estudo, que apresenta os resultados parciais do projeto de pesquisa, foram consideradas 12 amostras coletadas entre setembro de 2004 a março de 2005. O fitoplâncton na Represa da Lomba do Sabão apresentou densidades que variaram na faixa de 10<sup>3</sup> a 10<sup>4</sup> org/ml. As maiores densidades foram registradas nos meses de outubro e novembro, com uma tendência a decréscimo em dezembro, elevando-se novamente a partir da segunda quinzena de março de 2005.

**PALAVRAS-CHAVE:** Fitoplâncton, cianobactérias, abastecimento público, PROSAB



## INTRODUÇÃO

A cidade de Porto Alegre tem como principal manancial de abastecimento o Lago Guaíba, havendo no entanto uma pequena parcela da população suprida pela represa da Lomba do Sabão, localizada na zona leste da cidade, junto ao limite com o município de Viamão. Construída na década de 40, a Represa abastece uma Estação de Tratamento de Água (ETA), operada pelo Departamento Municipal de Água e Esgotos (DMAE) e que atende cerca de 40 mil pessoas. Constitui-se no único manancial alternativo ao Lago Guaíba, sendo considerada reserva estratégica para a cidade, em caso de eventual impedimento do uso das captações do lago.

O Reservatório da Lomba do Sabão recebe contribuições de seis sub-bacias de arroios de pequeno porte: Arroio Vitorino e Taquara, localizados no município de Porto Alegre, e os Arroios Dilúvio, Pequeno, Casa Velha e Sem Nome, situados no município de Viamão. A área da bacia contribuinte à represa é de 1428 ha, sendo ocupada por aproximadamente 24.000 habitantes (Maizonave et al, 2000). Segundo os mesmos autores, o volume médio do reservatório é de 2.935.342 m<sup>3</sup> e o tempo médio de detenção das águas é de 380 dias (dados de 1991).

Diversos estudos foram realizados pelo DMAE para monitorar as condições dessa represa ao longo do tempo. Relatórios técnicos (DMAE, 1990; DMAE, 1992) registraram a qualidade das águas, descrevendo as características físicas, químicas e biológicas do manancial e também dos arroios formadores. Parte da área da represa encontra-se em um parque municipal (Parque Saint Hilaire), mas existem várias ocupações urbanas nas sub-bacias afluentes, cuja contribuição é carregada para os arroios. O incremento nestas áreas tem resultado em aporte elevado de nutrientes e matéria orgânica, o que na década de 90 provocou um evento duradouro de floração de fitoplâncton na represa, causando problemas de gosto e odor na água de abastecimento (DMAE, 1990). O fenômeno, iniciado em janeiro de 1990, prolongou-se até o mês de setembro do mesmo ano, tendo se registrado uma alternância de oito espécies: *Coelastrum reticulatum*, *Nitzschia sp.*, *Microcystis aeruginosa*, *Anabaena sp.*, *Cyclotella sp.*, *Botryococcus braunii*, *Scenedesmus sp.*, *Ankistrodesmus sp.* e *Elakatothrix sp.* Para as cianofíceas *Anabaena* e *Microcystis*, a maior ocorrência foi nos meses de abril e maio, sendo que o controle foi feito no final do mês de junho, com a aplicação de sulfato de cobre nas águas da barragem (DMAE, 1990).

Ao longo da década de 90, foram continuados os estudos e avaliações sobre o estado trófico da barragem. A aplicação do modelo CEPIS/LACAT (DMAE, 1992) mostrou que o valor médio de fósforo na represa era de 0,044 mg P/L, correspondendo a uma probabilidade de 77,39% de se encontrar no estado Mesotrófico, com base em uma carga calculada de 0,64 g/m<sup>2</sup>/ano de fósforo.

Com o objetivo de avaliar especificamente as condições atuais de floração de cianobactérias na Represa da Lomba do Sabão e as implicações para o abastecimento público, foi desenvolvido o presente estudo, como parte do projeto PROSAB – Edital 4, Tema 1, com duração prevista de um ano.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Para a caracterização do fitoplâncton e acompanhamento da ocorrência de cianobactérias na represa da Lomba do Sabão, está sendo realizado monitoramento quinzenal da água, desde setembro de 2004. Neste estudo, que apresenta os resultados parciais do projeto de pesquisa, foram consideradas 12 amostras coletadas entre setembro de 2004 a março de 2005.

As coletas foram realizadas junto ao ponto de captação da ETA Lomba do Sabão, a 1,2 m de profundidade (Figura 1). As amostras destinadas à identificação e contagem de fitoplâncton foram mantidas refrigeradas até a chegada ao laboratório da Divisão de Pesquisas do DMAE. A análise quantitativa foi realizada em câmara de Sedgwick-Rafter conforme APHA (1998), utilizando-se microscópio óptico binocular, marca Wild, com retículo de Whipple em uma das oculares. Os indivíduos foram contados em faixas contínuas quando a amostra apresentava baixa densidade e campos aleatórios, quando a densidade atingia 10 ou mais indivíduos por campo. Para a classificação dos organismos em nível de classe, optou-se pelo sistema de Hoek et al. (1995). A identificação dos organismos foi realizada em nível de gênero, utilizando-se a literatura especializada para cada grupo de algas. A identificação de cianobactérias, em nível de espécie, está sendo realizada pela Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul (FZB). Documentação fotográfica das espécies está sendo mantida para posterior elaboração de manual técnico para operadores de estações de tratamento de água, conforme objetivo do projeto PROSAB.



## 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental

A avaliação do fitoplâncton foi realizada considerando os gêneros abundantes e dominantes, utilizando-se os critérios citados por Lobo & Leighton (1986). Considerou-se como abundante o gênero cujo número de indivíduos supera a média de ocorrência dos indivíduos por gênero e dominante o táxon que apresenta uma ocorrência superior a 50% do total de indivíduos contados na amostra.

Foram também realizadas análises físicas, químicas e microbiológicas da água da represa nos laboratórios da Divisão de Pesquisa do DMAE. Os parâmetros monitorados são: pH, oxigênio dissolvido, condutividade, temperatura do ar e da água, turbidez, nitrogênio amoniacal, nitrogênio orgânico, nitrato, nitrito, nitrogênio total, fósforo total, *Escherichia coli*, clorofila *a* e feoftina *a*. Outros parâmetros exigidos pela Portaria 518/04, para mananciais de abastecimento público, são realizados com frequência mensal, conforme metodologia descrita no Standard Methods (APHA, 1998). As características físicas, químicas e microbiológicas foram avaliadas através de estatística descritiva, considerando as médias aritméticas e geométrica (para *Escherichia coli*), o desvio padrão e os valores máximo e mínimo registrados.

A determinação de cianotoxinas, quando necessário, foi realizada seguindo o método ELISA, para a detecção de microcistina-LR. A avaliação de substâncias causadoras de gosto e odor (geosmina e metil-iso-borneol), quando detectada alteração nesses parâmetros, foi realizada através de GC/MS Varian.



**Figura 1. Poço de captação da Estação de Tratamento de Água da Lomba do Sabão (Porto Alegre, RS), junto à represa do mesmo nome, onde foram coletadas as amostras no manancial.**

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Características de qualidade da água

Os resultados preliminares das análises de qualidade da água da Represa da Lomba do Sabão estão apresentados na Tabela 1. A Represa da Lomba do Sabão sofre estratificação térmica nos meses de janeiro (verão) e novembro (primavera), apresentando gradientes de temperatura de até 9° C, tendo sido verificada também a estratificação



## 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental

química em relação ao oxigênio dissolvido, pH e condutividade (DMAE, 1992). Em condição de estratificação térmica, constatou-se que o terço inferior da massa de água apresentou condições praticamente anaeróbias. Neste estudo, que abrange os resultados parciais do projeto de pesquisa, o período amostral foi de final de setembro de 2004 até março de 2005, o qual registra especialmente as condições de estratificação térmica, que se estende de novembro até janeiro, conforme os autores já citados.

Os resultados apresentados na Tabela 1 mostram-se em conformidade com os dados registrados em estudos anteriores (DMAE, 1990; DMAE, 1992). As águas da represa apresentam caracteristicamente baixa turbidez, que variou entre 4,05 e 11,8 UNT no período estudado. A Estação de Tratamento de Água existente no local utiliza processo convencional de tratamento, devido aos níveis elevados de ferro e manganês nas águas da represa.

A condutividade observada está de acordo com a faixa de valores já registrada para o local (DMAE, 1990), com média de 177,72  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . O pH manteve-se próximo à normalidade, com máximo observado de 8,00. As condições ambientais em relação ao oxigênio dissolvido mostraram-se em níveis compatíveis com a manutenção dos organismos aquáticos, sendo registrado um valor mínimo de 5,00  $\text{mgO}_2/\text{L}$  na profundidade amostrada. A DBO registrada teve média de 3,91  $\text{mgO}_2/\text{L}$ , compatível com os registros anteriores (Maizonave et al, 2000).

Os níveis de cloreto, fluoreto e sulfato mantiveram-se dentro dos valores já registrados historicamente para a Represa, conforme apresentado por DMAE (1990). Em relação às formas de nitrogênio, verifica-se que as concentrações observadas são bastante baixas, não havendo indícios de contaminação fecal recente pelos níveis de nitrogênio amoniacal. Os resultados estão comparáveis aos observados por Maizonave et al. (2000) no estudo realizado em 1996-1997. Para o fósforo total, a concentração registrada variou de 0,03 a 0,14  $\text{mgP}/\text{L}$ , o que também está de acordo com os valores anteriormente encontrados por DMAE (1990, 1992) e Maizonave et al. (2000).

A avaliação microbiológica apresentou baixas concentrações de *Escherichia coli* em todas as amostras, o que pode indicar uma redução no aporte de esgotos sanitários e contribuições de animais domésticos na área da bacia hidrográfica drenada para a represa. No entanto, é necessário aguardar os resultados finais do período de estudo (1 ano) para verificar os efeitos da sazonalidade sobre essas características, pois chuvas e outros fatores podem afetar o carreamento de esgotos para as águas.

### Avaliação do fitoplâncton

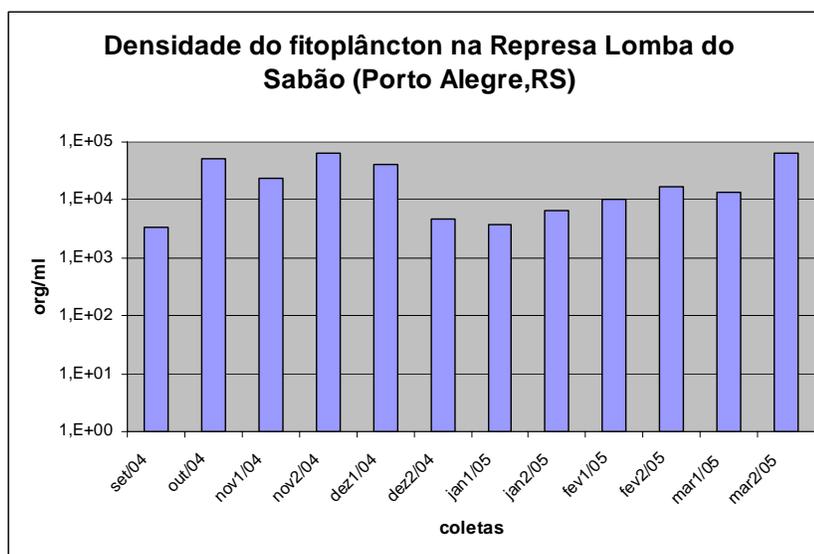
A presença de fitoplâncton na Represa da Lomba do Sabão apresentou variações na sua densidade registradas na Figura 2. Em todas as amostras analisadas, verificou-se que as densidades variaram na faixa de  $10^3$  a  $10^4$  org/ml. As maiores densidades foram registradas nos meses de outubro e novembro, com uma tendência a decréscimo em dezembro, elevando-se novamente a partir da segunda quinzena de março de 2005.

O estudo realizado por Maizonave et al. (2000), registrou características do fitoplâncton da Represa Lomba do Sabão nos anos de 1995 a 1997, destacando densidades médias totais que variaram de 393,8 a 11772,5 org/mL, a 0,5m da superfície. Os resultados obtidos até o momento condizem com as observações de um aumento na biomassa de organismos planctônicos na Represa da Lomba do Sabão nos últimos anos, com eventuais florações de alguns gêneros (Andriotti et al., 2002).



**Tabela 1. Estatísticas descritivas das características físicas, químicas e biológicas da água do Reservatório da Lomba do Sabão (Porto Alegre, RS), no período de setembro de 2004 a março de 2005.**

	média	desvio padrão	mínimo	máximo	percentil 80%	n
temperatura ar (° C)	22,54	3,21	16,50	27,00	24,00	12
temperatura água(° C)	23,50	3,13	17,50	29,00	25,80	12
profundidade (m)	5,46	0,74	4,30	6,50	6,08	12
RT105 (mg/L)	115,71	13,85	103,00	144,00	119,80	7
turbidez (UNT)	6,22	2,24	4,05	11,80	7,17	12
condutividade (µS/cm)	177,72	15,18	160,80	211,00	188,84	12
fluoreto (mgF/L)	0,16	0,02	0,14	0,20	0,17	10
sulfato (mgSO4/L)	3,71	1,19	2,23	5,57	4,80	10
cloreto (mgCl/L)	16,54	1,26	14,24	18,29	17,75	12
pH	7,64	0,23	7,30	8,00	7,80	12
oxigênio dissolvido (mgO2/L)	7,30	1,46	5,00	9,20	8,86	12
DBO (mgO2/L)	3,91	1,19	2,50	5,40	4,86	7
nitrogênio amoniacal (mgN/L)	0,21	0,13	0,08	0,43	0,37	12
nitrogênio orgânico (mgN/L)	0,48	0,35	0,07	1,14	0,77	12
nitrito (mgN/L)	0,02	0,02	0,01	0,05	0,03	5
nitrato(mgN/L)	0,19	0,31	0,03	0,82	0,11	6
nitrogênio total (mgN/L)	0,75	0,46	0,15	1,70	0,95	11
fósforo total (mgP/L)	0,07	0,03	0,03	0,14	0,08	12
Escherichia coli (NMP/100ml)	37,11		2,00	190,00	36,20	9
clorofila a (ug/L)	49,40	58,60	11,28	199,42	71,73	10
feofitina a (ug/L)	15,59	11,39	2,07	34,51	28,21	10



**Figura 2. Variação da densidade (org/mL) de fitoplâncton (escala logarítmica) registrado na Represa da Lomba do Sabão (Porto Alegre, RS) no período de setembro de 2004 a março de 2005.**

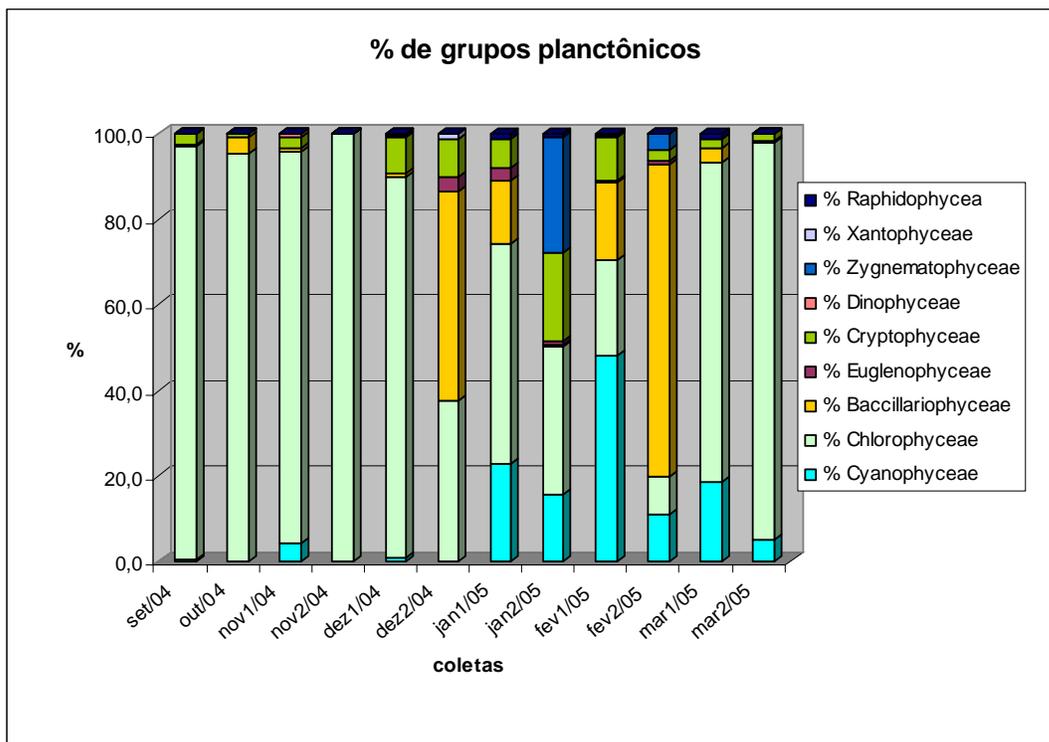


## 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental

A composição do fitoplâncton, em termos do percentual de cada classe de organismos, está apresentada na Figura 3. Verificou-se o predomínio, na maior parte do tempo, da classe Chlorophyceae, que representou a maior contribuição do fitoplâncton nos meses de setembro a dezembro e posteriormente em março retomando grandes densidades. De meados de dezembro até final de fevereiro, observou-se o incremento da participação de outros grupos, especialmente Bacillariophyceae, Cyanophyceae, Cryptophyceae e Zygnematophyceae. A contribuição dos demais grupos (Raphidophyceae, Xantophyceae e Dinophyceae) foi reduzida, em torno de 1%, estando presente apenas em algumas amostras.

A predominância das algas clorófitas na represa já havia sido determinada em estudos anteriores (DMAE, 1992; Andriotti et al., 2002). Esta condição, no entanto, não descarta a ocorrência de eventos de floração de algas de outros grupos taxonômicos, como também já citado nos estudos anteriores.

Neste período de avaliação (setembro de 2004 a março de 2005), foram registrados os gêneros dominantes e os abundantes, conforme apresentado na Tabela 2. Verificou-se que *Micractinium* foi o dominante em três coletas, compreendendo cerca de 45 dias entre outubro e novembro. Em setembro, foi dominante *Monoraphidium* e em dezembro predominou *Geminella*. Entre janeiro e meados de fevereiro não foram identificados gêneros dominantes.



**Figura 3. Distribuição percentual dos grupos fitoplanctônicos registrados na Represa da Lomba do Sabão (Porto Alegre, RS) no período de setembro de 2004 a março de 2005.**



**Tabela 2. Gêneros dominantes e abundantes na Represa da Lomba do Sabão (Porto Alegre, RS) no período de setembro de 2004 a março de 2005.**

<b>Período</b>	<b>Dominantes</b>	<b>Abundantes</b>
Setembro/2004	<i>Monoraphidium</i>	
Outubro/2004	<i>Micractinium</i>	
Novembro1/2004	<i>Micractinium</i>	<i>Monoraphidium</i>
Novembro2/2004	<i>Micractinium</i>	
Dezembro1/2004	<i>Geminella</i>	<i>Cryptomonas</i> <i>Scenedesmus</i>
Dezembro2/2004		<i>Crucigenia</i> <i>Urosolenia</i> <i>Cryptomonas</i>
Janeiro1/2004		<i>Cryptomonas</i> <i>Urosolenia</i> <i>Scenedesmus</i> <i>Micractinium</i> <i>Aphanizomenon</i> <i>Microcystis</i>
Janeiro2/2004		<i>Cyanophyceae – colônia não identificada</i> <i>Ankistrodesmus</i> <i>Micractinium</i> <i>Cryptomonas</i>
Fevereiro1/2004		<i>Aphanizomenon</i> <i>Cilindrospermopsis</i> <i>Ankistrodesmus</i> <i>Synedra</i> <i>Cryptomonas</i>
Fevereiro2/2004	<i>Synedra</i>	<i>Aphanizomenon</i>
Março1/2004	<i>Carteria</i>	<i>Aphanizomenon</i> <i>Scenedesmus</i>
Março2/2004	<i>Carteria</i>	

A partir da segunda quinzena de fevereiro registrou-se a dominância da alga crisofícea *Synedra*, que em março foi substituída pela clorofícea *Carteria* como dominante. Como verificado na Tabela 2, nos meses de setembro, outubro e na segunda quinzena de março nenhum gênero atingiu a densidade necessária para ser considerado como abundante, o que pode ser relacionado com a dominância de outro gênero nesses meses (Figura 3). Especialmente a partir de dezembro até meados de março, diversos gêneros foram abundantes nas amostras, destacando-se as cianofíceas *Aphanizomenon*, *Microcystis* e *Cilindrospermopsis*.

Esses resultados, ainda parciais em relação à duração total do projeto, indicam que existem condições ambientais para eventos de floração de algas, tanto cianofíceas quanto outros grupos, que se sucedem ao longo dos diferentes períodos sazonais. A preocupação com eventos de floração de cianobactérias e a eventual produção de toxinas refere-se ao uso desse manancial como fonte de abastecimento público. O acompanhamento da qualidade da água da Represa e do fitoplâncton são fundamentais para que o processo de tratamento de água seja adequado e possa atender os requisitos de qualidade definidos pela Portaria 518/04, tanto em relação aos parâmetros de cianobactérias quanto às demais exigências dessa legislação.

No entanto, é importante destacar que a caracterização de uma floração de algas, em especial em relação à contagem de organismos, ainda não é uniforme entre diferentes pesquisadores, podendo variar de 3.000 org/ml (Branco, 1986) até 10.000 cél/ml, no caso de cianofíceas (Portaria 518/04).



## CONCLUSÕES

A Represa da Lomba do Sabão está sendo utilizada há mais de cinquenta anos, principalmente como um manancial para o abastecimento de parte da população de Porto Alegre. Nas últimas três décadas, houve um incremento nas áreas urbanizadas nas sub-bacias contribuintes à represa, aumentando de forma significativa a carga de nutrientes, matéria orgânica e sólidos em suspensão. Essas alterações tem acelerado o processo de eutrofização da represa, o que vem sendo demonstrado pela maior ocorrência de florações de fitoplâncton e pela presença de macrófitas aquáticas (DMAE, 1992).

A preocupação com o gerenciamento ambiental da bacia hidrográfica tem levado a diversas ações no âmbito do município de Porto Alegre. O DMAE iniciou, em 1999, a execução de vários quilômetros de rede coletora de esgotos, assim como coletores troncos e interceptores junto aos arroios Vitorino e Taquara, buscando evitar o lançamento de esgotos domésticos nas águas da barragem. Essas obras, ainda não totalmente concluídas, deverão reduzir a contribuição de esgotos lançados nos arroios e seu impacto no processo de eutrofização da represa. Essa disponibilidade de nutrientes, associada à condições ambientais adequadas, tem mostrado que a represa apresentase favorável às ocorrências de cianobactérias, tendo sido registradas florações de *Pseudoanabaena sp.* e *Microcystis sp.* no período de 1999 a 2001, conforme estudo de Andriotti et al. (2002).

A preocupação em garantir a continuidade da utilização do manancial para a produção de água potável reforça a necessidade de estudos que permitam acompanhar os fenômenos de floração de algas e cianobactérias. Para estas, em especial, a produção de cianotoxinas é mais um elemento a ser considerado na operação dos sistemas de abastecimento público, incorporando procedimentos para a remoção das toxinas e o monitoramento da qualidade da água distribuída à população, dentro dos padrões exigidos pela legislação brasileira.

Nesse sentido, o presente estudo apresenta resultados preliminares do projeto de pesquisa integrante do PROSAB – Edital 4, Tema 1, com o objetivo de caracterizar mananciais sujeitos a florações de algas e cianobactérias, desenvolvendo modelos de previsibilidade dessas florações em relação à tratabilidade da água para abastecimento público.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 20<sup>th</sup> ed. Washington, APHA/AWWA/WPCF, 1998.
2. ANDRIOTTI, C.C.; REIS, I.M.C.; PALOMO, M.A.; BERND, E.; SUMINSKY, M. **Avaliação da biodiversidade planctônica na ETA Lomba do Sabão (Porto Alegre, RS)**. III Simpósio Internacional de Qualidade Ambiental, Porto Alegre, 2002.
3. BRANCO, S. M. **Hidrobiologia Aplicada à Engenharia Sanitária**. 3. ed. São Paulo: CETESB, 1986. 640 p
4. DEPARTAMENTO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTOS. **Estudo das águas represadas na Lomba do Sabão**. Volume II, relatório preliminar. 1990.
5. DEPARTAMENTO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTOS. **Estudo das águas represadas na Lomba do Sabão**. Volume III. 1992.
6. HOEK, C. van den; MANN, D.G; JAHNS, H.M. **Algae: an introduction to phycology**. 2. Ed. New York: Cambridge, 2002. 623 p.
7. LOBO, E. A.; LEIGHTON, G. Estruturas de las Fitocenosis Planctonicas de los Sistemas de Desembocadura y Esteros de Rios de la Zona Central de Chile. **Revista de Biología Marinha**, v. 22, n.1, p.143-170. 1986.
8. MAIZONAVE, C.R.M.; MORANDI, I.C.; SOARES, P.R.; JUNQUEIRA, I.C. **Reservatório da Lomba do Sabão – qualidade da água e problemas operacionais no tratamento**. ECOS PESQUISA ano 2, número 3. Janeiro de 2000.