

OCORRÊNCIA DE FLORAÇÕES EM RESERVATÓRIOS HIDRELÉTRICOS: O caso da UHE Foz do Areia

Nicole Machuca Brassac¹, Ellen Christine Prestes², Tânia Lúcia Graf de Miranda³, Thelma Alvim Veiga Ludwig⁴, Priscila Izabel Tremarin⁵, Ingrid Illich Müller⁶ & Paulo Sérgio Pereira⁷

RESUMO --- Cianobactérias são microorganismos encontrados em ecossistemas aquáticos, contribuindo com parcela considerável de sua produção primária. São os responsáveis por florações em ambientes dulcícolas e seu crescimento explosivo provoca alterações na aparência e odor da água. Estes eventos podem provocar danos ecológicos, como alterações na cadeia alimentar e na biodiversidade, bem como problemas de saúde pública. Reservatórios, por apresentarem maior profundidade e tempo de residência, apresentam tendência à eutrofização por ocasião da elevada disponibilidade de nitrogênio e fósforo, o que compromete os usos múltiplos da água. No reservatório da UHE Foz do Areia cianobactérias foram registradas em densidades elevadas, em vários eventos de amostragem. A ocorrência mais preocupante foi registrada entre outubro/06 e abril/07, quando se constatou que a floração esteve fortemente associada ao ciclo hidrológico do sistema e à forte estiagem registrada. A característica lântica do reservatório, os baixos níveis de água, a elevação da temperatura, a estratificação térmica da coluna de água, além das elevadas concentrações de fósforo foram decisivos para o desenvolvimento massivo das cianobactérias naqueles meses. Em função dos problemas ocasionados pela ocorrência de florações, a Concessionária vem tomando medidas para mitigar os problemas citados e na tentativa de desacelerar o processo de eutrofização ali estabelecido.

ABSTRACT --- Cyanobacteria are microorganisms found in aquatic ecosystems, contributing with its primary production. They are responsible for blooms in freshwater environments and its explosive growth causes changes in appearance and odor of water. Environmental damage may occur, such as changes in food chains and biodiversity, as well as public health problems. Reservoirs, since they present more depth and length of residence, tend to eutrophication when there is a high availability of nutrients, which decreases the multiple uses of water. Cyanobacteria were recorded in high densities in several sampling events at Foz do Areia Reservoir. The most disturbing event was recorded between October '06 and April'07. It was found that the overpopulation of algae was strongly associated with the hydrological cycle of the system and the strong drought recorded at that time. The lentic characteristic of the reservoir, low levels of water, the raising of the temperature, the thermal stratification of the water column, in addition to high concentrations of phosphorus were decisive for the massive development of cyanobacteria in those months. Because of the problems caused by the occurrence of algal blooms, COPEL has taken steps to mitigate the problem, in attempt to decelerate the process of eutrophication established there.

Palavras-chave: Eutrofização, cianobactérias, florações.

1) Pesquisadora do LACTEC CEHPAR – C. P. 1309, CEP 80011-970, Curitiba, PR. Fone: (0xx41) 3361-6306. E-mail: n.brassac@lactec.org.br

2) Pesquisadora do LACTEC CEHPAR – C. P. 1309, CEP 80011-970, Curitiba, PR. Fone: (0xx41) 3361-6861. E-mail: ellen.prestes@lactec.org.br

3) Pesquisadora do LACTEC CEHPAR – C.P. 1309, CEP 80011-970, Curitiba, PR. Fone: (0xx41) 3361-6389. E-mail: tania.miranda@lactec.org.br

4) Professor da Universidade Federal do Paraná (UFPR), Centro Politécnico da UFPR, s/n, CEP 81531-980, Curitiba, Pr. E-mail veiga@ufpr.br

5) Universidade Federal do Paraná (UFPR), Centro Politécnico da UFPR, s/n, CEP 81531-980, Curitiba, Pr. E-mail ptremarin@gmail.com

6) Pesquisadora do LACTEC CEHPAR – C. P. 1309, CEP 80011-970, Curitiba, PR. Fone: (0xx41) 3361-6306. E-mail: ingrid@lactec.org.br

7) Engenheiro Civil da COPEL, Rua José Izidoro Biazetto, 158, CEP 81200-240, Curitiba, PR, Email: paulo.pereira@copel.com

1 INTRODUÇÃO

Reservatórios hidrelétricos freqüentemente estão sujeitos a processos de eutrofização, seja pelo uso desordenado do solo em seu entorno, seja pelo aporte de nutrientes, como o fósforo e o nitrogênio, advindo de ocupações e centros urbanos a montante.

Associados a estes fatores, contribuem para o estabelecimento da eutrofização a maior profundidade e o elevado tempo de retenção da água. O crescimento descontrolado - florações - de microalgas, como as cianobactérias, também está intimamente ligado ao processo de eutrofização. Estas algas são freqüentemente encontradas em ecossistemas aquáticos continentais, fazendo parte do fitoplâncton e apresentando uma variabilidade temporal dependente das interações com as condições limnológicas e hidrológicas do sistema.

Florações de cianobactérias caracterizam-se pelo crescimento explosivo e de curta duração, geralmente de uma única espécie, produzindo freqüentemente alterações na aparência e no odor da água (Calijuri *et al.*, 2006). Em reservatórios hidrelétricos, a ocorrência de florações pode causar problemas de ordem operacional, como o entupimento de filtros ou a paralisação das máquinas para manutenções antecipadas, o que eleva dos custos de operação (Yunes *et al.*, 2005).

Os problemas também são de ordem ambiental, com o prejuízo à manutenção dos usos múltiplos da água, como as atividades de recreação e de balneabilidade no entorno do lago. Além das situações supracitadas, devem ser considerados os problemas de saúde pública, uma vez que cianobactérias podem produzir toxinas que afetam seres humanos e bem como toda a biota (Straskraba & Tundisi, 2000).

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de Estudo

A área de estudo compreende o reservatório da UHE Foz do Areia, situado no médio Iguaçu, no sudoeste do estado do Paraná. O reservatório de Foz do Areia é o primeiro de uma cascata de cinco usinas hidrelétricas (Foz do Areia, Segredo, Salto Santiago, Salto Osório e Salto Caxias). Com a formação do reservatório de Foz do Areia foram atingidas áreas dos municípios de Pinhão, sede da usina, Cruz Machado, Bituruna, Porto Vitória e União da Vitória (Figura 1).

No local do barramento, a área de drenagem do rio Iguaçu é de 29.900 km² e a área formada pelo reservatório da usina compreende 142 km², sendo que seu enchimento se deu no ano de 1980 (COPEL, 1996). O reservatório opera na cota máxima de 742,0 m. Nesta cota de operação, o reservatório apresenta volume total acumulado de aproximadamente 6 bilhões de m³, volume útil de 3,8 bilhões de m³, profundidade máxima de 160 m e profundidade média de 40 m (COPEL, 2000; LACTEC, 2002). A soleira da tomada de água está na cota 678 m, aproximadamente.

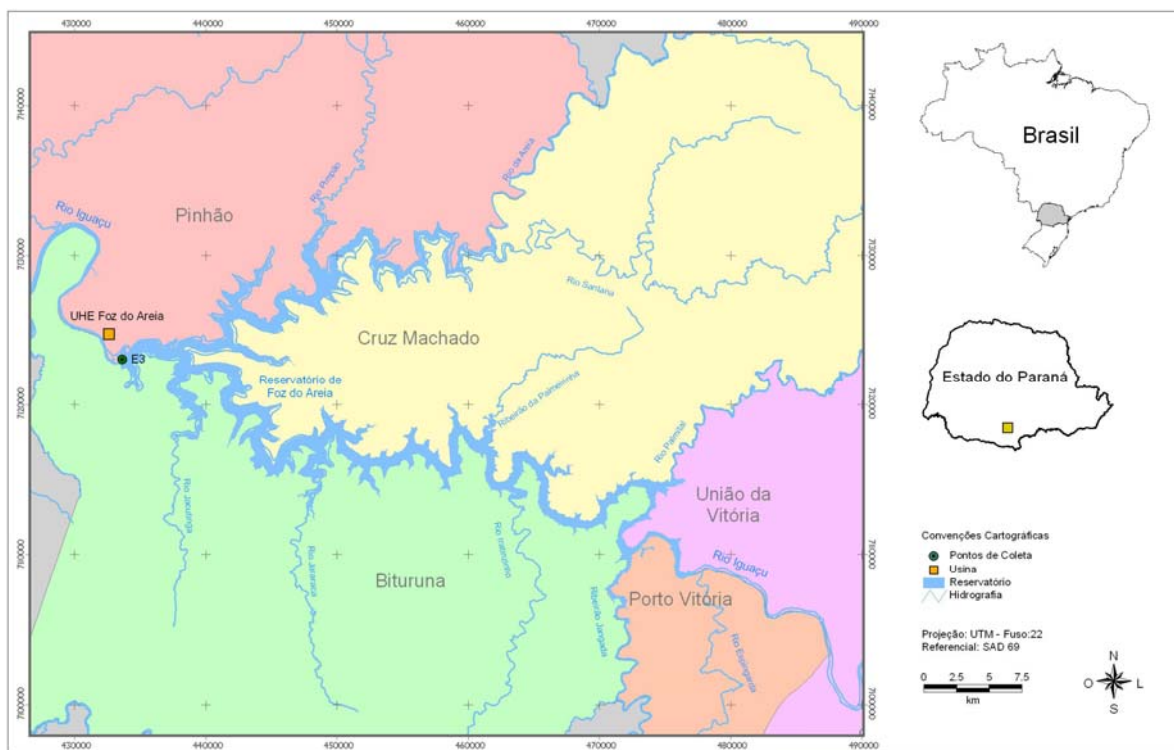


Figura 1 – Localização da UHE Foz do Areia e municípios do entorno.

2.1.1 Estações de Amostragem e Procedimentos de Coleta e Análise

Desde 2001, monitoramentos realizados pela COPEL (Companhia Paranaense de Energia) e LACTEC (Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento) indicam a ocorrência esporádica de florações de cianobactérias no reservatório da UHE Foz do Areia. A partir de 2003, a Concessionária iniciou um monitoramento trimestral sistemático das águas de seus reservatórios hidrelétricos, bem como o corpo hídrico represado, a montante e jusante do empreendimento. Este monitoramento contemplou até o final de 2004 dados físicos e químicos da água, e a partir do ano de 2005, a metodologia aplicada foi ampliada visando à análise também da comunidade fitoplanctônica, influenciada pela dinâmica de nutrientes destes ecossistemas. Em 2008, a Concessionária iniciou o monitoramento mensal da concentração de fitoplâncton e de fósforo total na região de barragem, a fim de evidenciar o comportamento do ecossistema em períodos antes não amostrados.

No reservatório de Foz do Areia foram estabelecidas cinco estações de amostragem, sendo uma localizada a montante do reservatório (E1), três no reservatório (E2, E3 e E5) e uma a jusante da usina (E4). A estação do corpo do reservatório E3 localizada a montante da barragem e nas proximidades do *log boom*, foi aqui utilizada para fins de avaliação dos dados e se localiza nas coordenadas E 433.760 e N 7.213.468.

As amostragens foram realizadas com garrafa de Van Dorn e as análises realizadas nos laboratórios do Centro de Estudos de Pesquisa e Processamento de Alimentos (CEPPA/UFPR) e do

LACTEC. Análises qualitativas e quantitativas da comunidade fitoplanctônica foram realizadas pelo Laboratório de Ficologia/UFPR.

A fim de avaliar o grau de trofia do reservatório, o Índice de Estado Trófico (IET) foi calculado. Este tem como objetivo avaliar a qualidade da água quanto ao enriquecimento por nutrientes e seu efeito relacionado ao crescimento excessivo de algas. Para o cálculo do índice foram utilizadas duas variáveis: fósforo total e clorofila-a (CETESB, 2009).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados da Tabela 1 representam um resumo dos dados físicos, químicos e biológicos do reservatório de Foz do Areia, na estação E3, a montante da barragem, do período de abril/05 a fevereiro/09.

Tabela 1 – Dados referentes à estação de amostragem E3, a montante da barragem, proximidade do log boom.

Data	Nível (m)	Estação	Disco de Secchi (m)	pH	P (mg/L)	N (mg/L)	clorofila-a (µg/L)	Cianobactérias (cels/mL)
05/05/05	724,4	Outono	2,85	7,2	0,02	1,0	3,49	754
05/07/05	740,3	Inverno	1,80	7,2	0,02	1,3	5,64	783
04/10/05	741,4*	Primavera	-	7,0	0,05	1,6	13,76	2.516
24/01/06	735,7	Verão	1,80	7,5	0,01	0,8	4,71	6.819
06/04/06	728,5	Outono	2,00	7,4	0,02	3,4	10,92	19.862
10/07/06	715,6	Inverno	2,30	7,1	0,01	1,1	4,82	761
05/10/06	719,1	Primavera	0,30	9,9	0,23	10,0	430,00	1.431.246
25/01/07	731,1	Verão	0,20	10,1	0,16	7,5	470,00	843.940
23/04/07	737,8	Outono	1,10	9,1	0,04	1,4	62,42	160.301
12/07/07	731,72	Inverno	1,75	7,2	0,02	1,9	2,45	2.528
17/10/07	718,5	Primavera	1,50	7,8	0,03	1,3	18,82	38.835
17/01/08	732,1	Verão	1,60	8,7	0,03	1,0	15,53	65.023
09/04/08	719,5	Outono	1,85	7,8	0,02	2,1	8,45	17.054
16/07/08	731,0	Inverno	2,70	7,4	0,02	1,7	7,9	1.443
09/10/08	729,3	Primavera	0,90	8,8	0,07	1,4	25,54	97.214
11/11/08	741,9*	Primavera	-	-	0,03	-	48,50	62.493
09/12/08	738,4	Primavera	0,45	9,0	0,16	-	450,00	489.011
21/01/09	726,4	Verão	2,40	8,2	0,02	1,0	5,51	29.238
11/02/09	723,9	Verão	2,13	-	0,02	-	4,28	8.728

* vertimento.

A avaliação das concentrações de fósforo total e clorofila-a, à luz do Índice de Estado Trófico (IET) de Carlson (1977), modificado por Toledo *et al.* (1983) indicou que o reservatório de Foz do Areia pode ser classificado como eutrófico durante a maior parte do período de monitoramento, conforme pode ser observado na Figura 2, sendo a linha amarela o limite para a classificação do reservatório como eutrófico ($IET \geq 60$). O IET Final é calculado com através da média do IET para Fósforo (ITE-PT) e para Clorofila-a (IET-CL). Observa-se que esta avaliação está fortemente relacionada ao ciclo hidrológico do reservatório e/ou estações do ano, uma vez que períodos mais

longos de classificação do reservatório como eutrófico correspondem a períodos de forte estiagem e/ou temperaturas mais elevadas (outubro a janeiro).

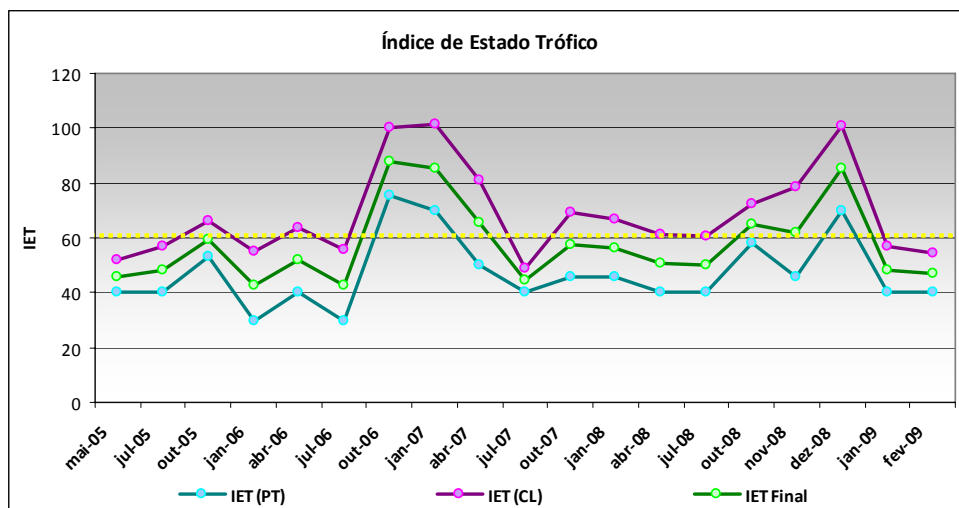


Figura 2 – Índice de Estado Trófico (IET) para o reservatório de Foz do Areia, no período de maio/05 a fevereiro/09.

Durante o ano de 2006 e início de 2007, o reservatório de Foz do Areia sofreu fortemente com a estiagem registrada no sul do país. Em julho/06, registrou-se o menor nível do reservatório entre os anos de 2005 e 2009, ocasião em que o mesmo deplecionou cerca de 30 metros em relação à sua cota máxima de operação (cota 742,00). Neste período foram registradas florações maciças de cianobactérias, com densidade celular superior a um milhão de células por mililitro (Tabela 1; Figura 3). As espécies que geralmente são registradas promovendo processos de floração no reservatório de Foz do Areia são *Microcystis aeruginosa*, *M. protocistis*, *M. panniformis* e *Pseudoanabaena mucicola*.



Figura 3 – Reservatório da UHE Foz do Areia (a), no verão, em período de floração de *Microcystis aeruginosa* (b).

Analisando-se os dados sobre a densidade celular total de cianobactérias em amostragens na estação E3, durante o período de monitoramento, constatou-se que o comportamento da comunidade foi diferenciado em relação às estações do ano. A elevação na concentração celular de cianobactérias esteve associada à elevação das concentrações de fósforo, apresentando Correlação Linear de Pearson elevada ($p=0,95$).

Conforme pode ser observado na Figura 4, a biomassa de cianobactérias no reservatório de Foz do Areia começa a aumentar na primavera (outubro), atinge valores mais elevados no verão (dezembro-janeiro) e diminui no outono (abril), chegando às menores densidades no inverno (junho).

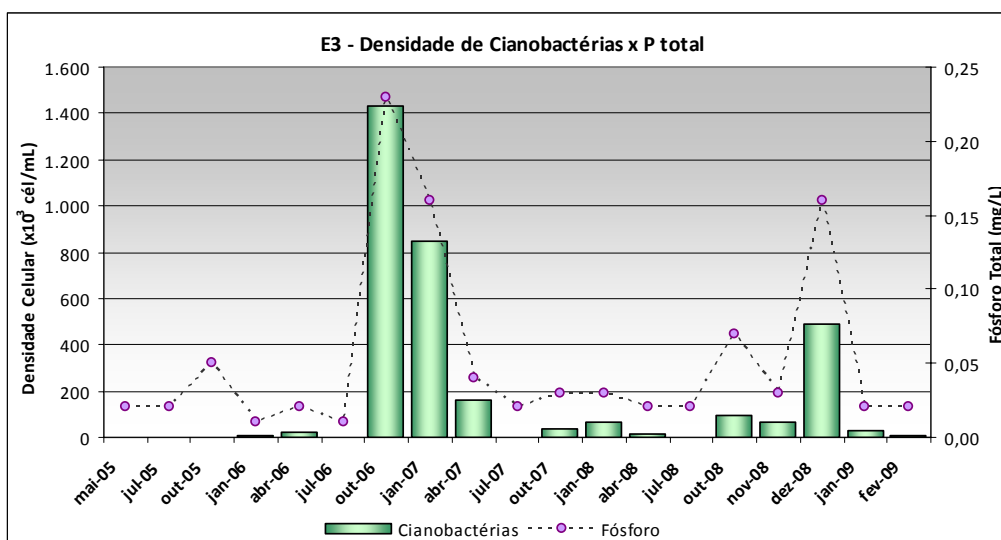


Figura 4 – Variações nas concentrações de fósforo total e densidade celular de cianobactérias no reservatório de Foz do Areia, de maio/05 a fevereiro/09.

O fator físico determinante do crescimento das cianofíceas é a estabilidade da coluna de água, pois a densidade celular destes organismos aumenta com a maior estabilidade e com a temperatura mais elevada. Níveis máximos de crescimento deste grupo de organismos são atingidos em temperaturas acima de 25°C (Chorus & Bartram, 1999). Quanto à disponibilidade de luz, se por um lado, em estações do ano com maior iluminação prevalecem os diferentes grupos de algas, por outro, uma superpopulação de células nas camadas superficiais dificulta o acesso à luz pelos demais fitoplanctontes (Bicudo *et al.*, 1999). Entretanto, em período de estiagem, como observado na primavera de 2006 ao verão de 2007, onde o volume de água do reservatório foi reduzido, existe um aumento na concentração de nutrientes e de células de cianobactérias, principalmente na região da barragem.

Outra característica física da água afetada pela ocorrência de florações é o pH, conforme pode ser observado na Figura 5. Durante todo o monitoramento, maiores valores de pH foram observados quando também foram registradas ocorrências de florações, em uma ou mais estações de

monitoramento do reservatório, apresentando Correlação Linear de Pearson elevada ($p=0,79$). Em janeiro/07, quando a concentração de cianobactérias ultrapassou um milhão de células por mililitro, o valor de pH foi de 10,1. Segundo Esteves (1998), durante florações, a demanda por CO_2 para o processo de fotossíntese aumenta expressivamente, gerando alterações mais significativas no pH da água.

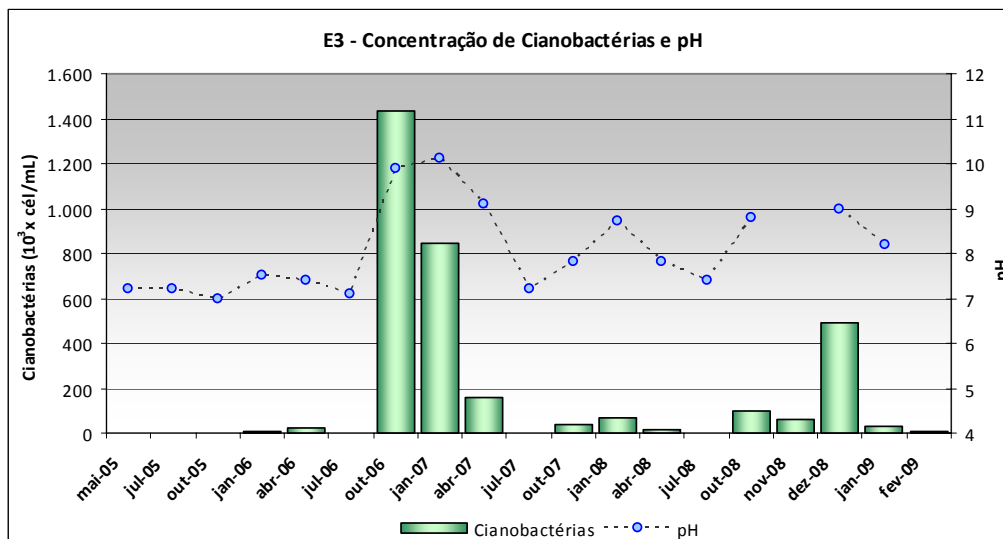


Figura 5 – Variações nas concentrações de cianobactérias (células/mL) e de pH, no reservatório de Foz do Areia, de maio/05 a fevereiro/09.

Salienta-se que as cianobactérias necessitam de longo tempo de retenção de água para formação de florações (Chorus & Bartram, 1999). Este conjunto de condições propiciou o aumento progressivo de cianobactérias em Foz do Areia, na primavera, que geralmente perdura até o outono. No inverno, com o aumento da camada de mistura, a diminuição da temperatura e a menor disponibilidade luminosa, associadas ao provável esgotamento de nutrientes do epilânio, ocorreu a queda progressiva das cianofíceas.

As cianobactérias apresentam elevada capacidade adaptativa aos mais diversos ambientes, sendo consideradas excelentes colonizadoras ambientais. Os mecanismos que favorecem a dominância destes organismos em sistemas aquáticos eutrofizados são as habilidades de armazenamento do fósforo e de migração na coluna de água. A presença de vesículas de gás (aerótopos) nas células de espécies de *Microcystis* e *Anabaena* possibilita melhor posicionamento na zona eufótica e proteção contra a fotoinibição, quando as colônias encontram-se na superfície da coluna de água. Conseqüentemente, as estratégias altamente competitivas da cianobactéria passam a inibir a ocorrência de outras algas planctônicas. Outros fatores que contribuem para a ocorrência de florações de cianofíceas são a temperatura da água acima de 20°C, a possibilidade de realização de fotossíntese em maiores profundidades e com menor luminosidade, bem como o fato de não constituírem alimento preferencial para o zooplâncton (Calijuri et al., 2006)

Além disto, não se pode esquecer que os inóculos (células de resistência) estão presentes durante todo período e que estabelecidas determinadas condições limnológicas, hidrológicas e climáticas há o favorecimento de superpopulações de uma ou de outra espécie, ou do conjunto de cianobactérias.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ecossistemas aquáticos eutrofizados tornam-se impróprios para geração de energia elétrica, em certas situações, para o abastecimento da população e para o lazer, e sua recuperação envolve processos trabalhosos e dispendiosos. Um sistema límico em processo de eutrofização tende a produzir grandes quantidades de biomassa de algas e macrófitas, e medidas de manejo que garantam um padrão de qualidade da água, tanto para consumo como para outras atividades, contribuem para a sustentabilidade ambiental. Portanto, após a detecção dos fatores responsáveis pela eutrofização, medidas mitigadoras para reversão do processo podem ser tomadas, tais como: tratamento de efluentes domésticos e industriais antes de sua liberação no ecossistema, reflorestamento da vegetação de margem dos corpos de água, aeração do hipolímnio, indução mecânica de misturas verticais da coluna d'água, redução do tempo de retenção das águas, biomanipulação com zooplâncton, peixes, bactérias e vírus, retirada de biomassa fitoplanctônica e de macrófitas (Ferreira *et al.*, 2005; Fernandes *et al.*, 2009)

No reservatório de Foz do Areia foram registrados elevados valores de fósforo, clorofila-a e biomassa algal, refletindo o alto estado eutrófico do sistema. A maior disponibilidade de fósforo estimula a produtividade primária e o crescimento da comunidade fitoplanctônica, provocando a diminuição da transparência da água, o aumento de períodos de anóxia na coluna de água e as florações de algas potencialmente tóxicas. Com a formação da camada algal superficial e diminuição da penetração de luz, ocorre a morte progressiva da comunidade fitoplanctônica, reduzindo a diversidade e favorecendo o aparecimento e desenvolvimento, além das cianobactéria, de macrófitas e algas filamentosas. As conseqüências seguem em cadeia: os produtores secundários, peixes e zooplâncton, sofrem alteração na composição específica e densidade; a grande quantidade de matéria orgânica produzida, ao ser decomposta diminui drasticamente a concentração do oxigênio no hipolímnio tornando-o anaeróbio; gases tóxicos, como gás sulfídrico e metano, são produzidos e exercem efeitos nocivos à biota; a liberação de íons do sedimento é favorecida e o fosfato, por difusão, chega à superfície contribuindo ainda mais para a eutrofização (Ferreira *et al.*, 2005).

Estes eventos estiveram fortemente relacionados ao ciclo hidrológico do sistema e à forte estiagem registrada em alguns períodos (2006-2007), além de também serem influenciados pela sazonalidade. A característica lântica do reservatório (102 dias de tempo de residência), os baixos

níveis de água, a elevação da temperatura, a estratificação da coluna de água com zonas de mistura menos profundas, além das elevadas concentrações de fósforo, foram decisivas para o desenvolvimento massivo das cianobactérias.

Em função dos problemas relacionados aos usos múltiplos da água ocasionados pela ocorrência de florações, bem como pelos possíveis problemas relacionados à saúde pública, a COPEL tomou medidas a fim de mitigar os problemas citados. Em 2006, foram interrompidas todas as atividades que envolvessem os usos múltiplos do reservatório naquele período, com a demarcação do entorno do corpo hídrico com faixas e placas indicativas. Juntamente a esta medida foram produzidas cartilhas explicativas que foram entregues à população afetada, bem como às pousadas ali instaladas. Um Comitê sobre Florações foi instituído juntamente à Diretoria da Concessionária. Dentre as medidas do Comitê foram realizados programas de educação ambiental, estudos hidrológicos e desenvolvido um projeto de identificação de cargas afluentes ao reservatório de Foz do Areia. Este programa está em andamento e visa identificar as principais origens das cargas de fósforo e nitrogênio ao reservatório, a partir de dados coletados em 10 tributários do reservatório, bem como no próprio rio Iguaçu. Os dados deste projeto subsidiarão ações futuras na bacia do reservatório, objetivando reduzir o aporte de macronutrientes e desacelerar o processo de eutrofização já estabelecido naquele corpo de água.

5 CONCLUSÕES

O presente estudo demonstrou que a dinâmica das variáveis físicas e químicas bem como o comportamento do fitoplâncton no reservatório de Foz do Areia segue um padrão sazonal. O reservatório apresenta elevada concentração de fósforo, que associada ao elevado tempo de residência da água no corpo hídrico favorecem ocorrência de cianobactérias durante todo o ano.

Este comportamento pode ser sintetizado da seguinte forma: na primavera inicia-se a elevação na concentração de células do fitoplâncton (especificamente cianobactérias). Estas têm seu pico de crescimento no verão quando, associado às características já descritas, observa-se a elevação da temperatura e maior profundidade da zona eufótica (disponibilidade luminosa). Neste momento observam-se elevações no pH e após o desenvolvimento da comunidade, uma diminuição na penetração de luz, em função da formação de nata superficial formada por células de cianobactérias. No outono inicia-se uma queda na densidade celular, uma vez que a floração acaba por exaurir ou diminuir bruscamente a disponibilidade de fósforo para a formação de novas células. No inverno, com a diminuição das temperaturas e também da disponibilidade luminosa, ocorre o declínio completo da comunidade, que se estabiliza em concentrações celulares baixas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à SSA – Superintendência Técnica Socioambiental da COPEL (Companhia Paranaense de Energia) pela cessão dos dados aqui utilizados para avaliar o reservatório de Foz do Areia.

Os autores também agradecem à Equipe de Campo da COPEL, na pessoa dos Srs. César Dal Bosco, Claiton Bastian e Eder Gomes, pela coleta das amostras analisadas.

BIBLIOGRAFIA

BICUDO, C.E.M.; RAMIREZ R., J.J.; TUCCI, A.; BICUDO, D.C. (1999). “*Dinâmica de populações fitoplanctônicas em ambiente eutrofizado: o lago das Garças, São Paulo*” in “*Ecologia de Reservatórios: Estrutura, Função e Aspectos Sociais*”. Org por Henry, R. Botucatu: FUNDIBIO, FAPESP. 794p.

CALIJURI, M. DO C.; ALVES, M.S.A.; SANTOS, A.C.A. (2006) *Cianobactérias e cianotoxinas em águas continentais*. São Paulo: RIMA. 109 p.

CARLSON, R.E. (1977). “*A trophic state index for lakes*”. *Limnol. and Oceanogr.* 22 (2), pp. 261-269.

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. *Índice de Estado Trófico*. Disponível em www.cetesb.sp.gov.br. Acesso em 8 de maio de 2009.

CHORUS I.; BARTRAM, J. (1999). *A guide to their public health consequences, monitoring and management*. London: E. & F.N. Spon. 416p.

COPEL – COMPANHIA PARANAENSE DE ENERGIA (1996). *IGU – Informações Gerais de Usinas – Relatório Técnico*. Curitiba: Departamento de Estudos e Obras Hidrelétricas.113p.

COPEL – COMPANHIA PARANAENSE DE ENERGIA (2000). *Relatório Ambiental: Usina Hidrelétrica Foz do Areia – Relatório Técnico*.Curitiba: COPEL.

ESTEVES, F. A. (1998). *Fundamentos de Limnologia*. Rio de Janeiro: Interciência/FINEP. 575p.

FERNANDES, V. O.; CAVATI, B.; OLIVEIRA, L. B.; SOUZA, B. (2009). “*Ecologia de cianobactérias: fatores promotores e conseqüências das florações*”. *Oecol. Bras.* 13(2), pp. 247-258.

FERREIRA, R.M.; BARROS, N.O.; DUQYE-ESTRADA, C.H.; ROLAND, F. (2005). “*Caminhos do fósforo em ecossistemas aquáticos continentais*”, in “*Lições de Limnologia*” in “*Lições de Limnologia*”. Org. por Roland, F.; César, D. & Marinho, M. São Paulo: Ed. Rima. 532p.

LACTEC - INSTITUTO DE TECNOLOGIA PARA O DESENVOLVIMENTO. (2002). *Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno do Reservatório da Usina Hidroelétrica Governador Bento Munhoz da Rocha Neto*.

STRASKRABA, M.; TUNDISI, J. G. (2000). *Gerenciamento da qualidade da água de represas*. São Carlos: ILEC, IIE. 258p.

TOLEDO-JR, A.P. & TALARICO, M. & CHINEZ, S.J. & AGUDO, E.G. (1983). “*A aplicação de modelos simplificados para a avaliação do processo da eutrofização em lagos e reservatórios tropicais*” in *Anais do Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*. Balneário Camboriú, Santa Catarina, Nov. 1983. pp. 1-34.

YUNES, J.; MATTHIENSEN, A.; CARNEIRO, C.; OROSKI, F.; BECKER, V. & CARVALHO, M.C. (2005). “*Florações de Cianobactérias Tóxicas: Mãos à Obra ao Problema*”, in “*Lições de Limnologia*”. Org. por Roland, F.; César, D. & Marinho, M. São Paulo: Ed. Rima. 532p.