



I-169 - MONITORAMENTO E MANEJO COMO MEDIDAS DE PREVENÇÃO NA OCORRÊNCIA DE CIANOBACTÉRIAS NA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DA CONCESSIONÁRIA ÁGUAS DE JUTURNAÍBA S.A., ARARUAMA, RJ

Eleonora Appel ⁽¹⁾

Bióloga pela Universidade do Vale do Itajaí (UNIVALI-SC). Mestranda pelo Programa de Pós-graduação em Botânica do Museu Nacional-UFRJ. Consultora da Concessionária Águas de Juturnaíba S.A.

Luciana Costa

Doutoranda em Ciências Biológicas/Botânica, Museu Nacional-UFRJ.

Haroldo Cerqueira

Técnico em química pela Associação Brasileira de Ensino Universitário-ABEU. Técnico de análises químicas da Concessionária Águas de Juturnaíba S.A.

Sandra Azevedo

Prof. Adjunto UFRJ, Laboratório de Ecofisiologia e Ecotoxicologia de Cianobactérias, Instituto de Biofísica Carlos Chagas, UFRJ.

Vera Huszar

Prof. Adjunto Museu Nacional/UFRJ. Laboratório de Ficologia do Museu Nacional.

Endereço⁽¹⁾: Universidade Federal do Rio de Janeiro/ Museu Nacional – Quinta da Boa Vista s/n – Rio de Janeiro-RJ – 20.940-040 – email: eleonora_appel@yahoo.com.br.

RESUMO

Com o objetivo de monitorar a ocorrência de cianobactérias na Estação de Tratamento de Água (ETA) da Concessionária Águas de Juturnaíba, foram realizadas coletas subsuperficiais na captação de água durante o período de abril de 2004 a maio de 2008, seguindo periodicidade mensal ou semanal, de acordo com o estabelecido na Portaria 518 do Ministério da Saúde. A fim de complementar o monitoramento exigido pela legislação vigente, também foram coletadas amostras subsuperficiais no reservatório, próximo à tomada de água, com a mesma periodicidade. A ETA Juturnaíba produz 1.100 m³ de água tratada por segundo e abastece 170 mil habitantes na Região dos Lagos, Estado do Rio de Janeiro. O reservatório de Juturnaíba (22°33'S e 42°18'W), originalmente uma lagoa costeira, foi formado a partir da construção entre 1979 e 1984 de um dique-barragem no Rio São João, visando a aumentar a capacidade de irrigação e abastecimento da Região dos Lagos Fluminense. A abundância fitoplanctônica (cél. mL⁻¹) foi estimada pelo método de sedimentação e a presença de cianotoxinas (microcistinas e saxitoxinas) na água tratada avaliada com a mesma periodicidade entre 2006 e 2008 através de técnicas específicas por HPLC. Do total de 73 amostras de água da captação apenas 10% estiveram acima de 20 mil células. mL⁻¹. Abundâncias maiores que 20 mil células. mL⁻¹ ocorreram, sobretudo, nos períodos do final do outono e início do inverno e/ou verão sugerindo forte sazonalidade. O monitoramento realizado possibilitou a implementação de medidas de manejo que evitaram que as cianobactérias atingissem a captação. Sempre que documentado o aumento da abundância de cianobactérias, era providenciado o manejo tanto no reservatório quanto na captação, diminuindo ou impedindo a ocorrência de cianobactérias no tratamento.

PALAVRAS-CHAVE: monitoramento, manejo, cianobactérias, cianotoxinas, ETA Juturnaíba

INTRODUÇÃO

O monitoramento de reservatórios faz-se necessário na medida em que (i) são muitos os fatores que podem alterar a composição física, química e biológica da água; (ii) existe a possibilidade de proliferação de doenças hidricamente transmissíveis, conferindo danos à população; (iii) fornece subsídios para o estabelecimento de processos de funcionamento, manejo, permitindo planejamento com dano ambiental mínimo e (iv) permite otimizar os usos múltiplos dos reservatórios, bem como o controle das condições físicas, químicas e biológicas da água dentro das condições desejadas (Tundisi & Matsumura-Tundisi, 2008).

O aumento da degradação ambiental está muitas vezes ligado ao enriquecimento artificial das águas por nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo, provenientes de atividades urbanas e rurais. Esse aumento de nutrientes induz o processo conhecido como eutrofização, que tem como uma de suas conseqüências



indesejadas a proliferação de cianobactérias, formando florações. Muitas vezes são nocivas ao homem em função de serem organismos potencialmente produtores de toxinas (cianotoxinas), capazes de afetarem à saúde humana (Soares *et al* 2005). A ocorrência de cianobactérias potencialmente tóxicas em reservatórios de abastecimento público vem sendo uma preocupação constante e crescente em nível mundial e local, dos órgãos ambientais, institutos de pesquisa e companhias de saneamento.

A Portaria nº 518 de 25 de março de 2004 do Ministério da Saúde (MS), que revogou a então já existente de nº 1.496 de 29 de dezembro de 2000, fixou normas para a qualidade de água para consumo humano e estabeleceu valores limites para cianobactérias e cianotoxinas na água bruta, tendo como base as recomendações da Organização Mundial de Saúde (OMS) (Chorus & Bartram 1999). O Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA, através da resolução nº 357 de 17 de março de 2005 e considerando a resolução nº 274 de 29 de novembro de 2000, 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, dá outras providências e limita a densidade de cianobactérias nos corpos d'água em 20 mil cel.mL⁻¹ para classe 1, 50 mil cel.mL⁻¹ para a classe dois e 100 mil cel.mL⁻¹ para classe 3 (CONAMA, 2005). Em escala estadual, a Resolução da Secretaria de Estado de Saúde (SES) nº 1952 de 29 de novembro de 2002 implantou o Plano Estadual de Emergência em Situações de Contaminação de Água para Consumo Humano por Cianobactérias Tóxicas. No âmbito municipal, a Lei nº 1.197/88 transformou os mananciais, os reservatórios de água de abastecimento público e suas áreas de entorno em área de proteção ambiental, proibindo, em seus limites, o despejo de esgotos sanitários e de lixo doméstico e industrial como forma de reduzir a contaminação das águas consumidas pela população (Machado, 2005).

O monitoramento de cianobactérias na ETA Juturnaíba, uma parceria entre o Laboratório de Ficologia do Museu Nacional/UFRJ, o Laboratório de Ecofisiologia e Ecotoxicologia de Cianobactérias no Instituto de Biofísica Carlos Chagas /UFRJ e a Concessionária Águas de Juturnaíba S.A., teve como objetivo fazer cumprir a Portaria 518/04, mantendo uma adequada qualidade da água para abastecimento da população da Região dos Lagos do estado do Rio de Janeiro. Além disso, é descrito como este monitoramento possibilitou a implementação de medidas de manejo, evitando que as cianobactérias atingissem a captação da ETA Juturnaíba.

ÁREA DE ESTUDO

A lagoa de Juturnaíba foi originalmente uma lagoa costeira, cuja drenagem ocorria através do canal do Revólver para o rio São João. O reservatório de Juturnaíba foi formado a partir da construção de dique-barragem no Rio São João, entre os anos de 1979 e 1984, com o objetivo de aumentar a capacidade de irrigação e abastecimento da Região dos Lagos do Estado do Rio de Janeiro (Marinho *et al* 1993). Situa-se na divisa dos Municípios de Silva Jardim e Araruama (22°33'S e 42°18'W) (Figura 1) e tem atualmente 43 km², cerca de oito metros de profundidade máxima e armazena 100 milhões de metros cúbicos de água. A ETA Juturnaíba produz 1.100 m³ de água tratada por segundo e abastece 170 mil habitantes da Região dos Lagos. O manancial localiza-se em região de clima tropical (Aw de Köppen) com estação chuvosa no verão e estiagem no inverno (Bernardes 1952).

A presença das cianobactérias *Anabaena planctonica* e *Microcystis aeruginosa* no manancial vem sendo registrada desde o período anterior à construção da barragem (Huszar, 1985; Huszar, 1986; Huszar, 1989). Mesmo antes do barramento, ocorriam florações de cianobactérias, sobretudo nos meses de outono (Huszar 1989, Huszar *et al.* 2000), como resultado da eutrofização causada principalmente pelo uso de fertilizantes da agricultura (laranja), mas também pelo lançamento de esgotos *in natura* de cidades localizadas em suas bacias e lançados em seus afluentes, rios Bacaxá e Capivari. Nos 1985 e 1986, anos imediatamente após o barramento, diferenças na composição do fitoplâncton sem registro de florações foram detectadas, incluindo um período de dominância de algas flageladas (crisofíceas e criptofíceas) em baixa abundância (Marinho *et al* 1993). Um posterior retorno às intensas florações voltou a ser documentado, sobretudo nos meses de verão e outono (Marinho 2000, Marinho & Huszar 2002).

MÉTODOS

O monitoramento de cianobactérias foi realizado em duas estações de amostragem: captação (C) e reservatório (R), com frequência de acordo com a Portaria 518 do Ministério da Saúde: mensal quando as cianobactérias totalizavam valores < 10.000 céls. mL⁻¹ e semanal quando ultrapassavam esse limite. Um total de 146



amostras foram coletadas entre abril de 2004 e maio de 2008. A abundância de cianobactérias e do fitoplâncton total (células. mL⁻¹) foi estimada pelo método de sedimentação (Utermöhl, 1958) em microscópio invertido (Zeiss modelo Axiovert 10) a 400 aumentos no Lab. de Ficologia, Museu Nacional, UFRJ. Eventos de altas abundâncias foram considerados aqueles com densidades de cianobactérias iguais ou superiores a 20 mil células.mL⁻¹. A presença de cianotoxinas (microcistinas e saxitoxinas) na água tratada foi também avaliada, mensalmente, a partir de junho de 2006, por técnicas específicas de HPLC com limites de detecção compatíveis aos exigidos para os valores máximos aceitáveis pela legislação vigente, no Lab. de Ecofisiologia e Ecotoxicologia de Cianobactérias, Instituto de Biofísica Carlos Chagas, UFRJ. Os dados de precipitação total mensal foram obtidos na ETA Juturnaíba. Turbidez da água foi medida com turbidímetro marca HACH modelo 2100p, a cor com colorímetro da marca Quimis, temperatura da água com termômetro digital *in situ* e pH com pHmetro marca Orion 310. Essas análises foram realizadas no Laboratório de Análises da ETA Juturnaíba.

A partir dos resultados do monitoramento, sempre que as densidades de cianobactérias atingiam ou se aproximavam dos patamares constantes na Portaria 518/2004, iniciava-se o manejo no manancial.

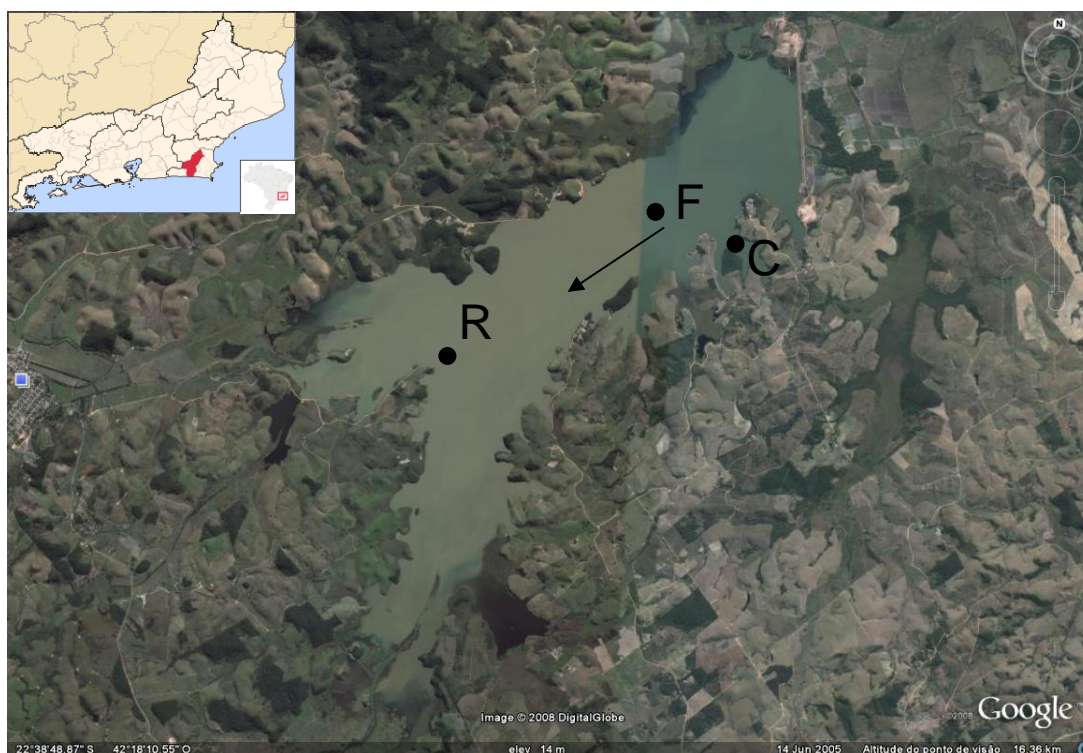


Figura 1: Localização do Município de Araruama (imagem menor) e imagem de satélite do reservatório de Juturnaíba, assinaladas as estações de amostragem no reservatório (R) e na captação (C), o local do manejo na entrada do fosso (F) e o sentido do manejo jateamento de água (seta).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período de estudo, ocorreram anos mais chuvosos como o ano de 2008 que atingiu total anual de 167,3 mm e menos chuvosos como o ano de 2005 onde o total anual não ultrapassou 51 mm. Documentou-se a sazonalidade esperada para o clima da região com estiagem no inverno e precipitação mensal variando de 9-50 mm e chuvas no verão com precipitação mensal que variou de 69-195 mm. A água bruta no ponto da captação, apresentou temperaturas relativamente elevadas com valor médio durante os anos de estudo de 25 °C e variação de 20,6 a 29,1 °C, pH circumneutro de 6,3 a 7,1, águas relativamente turvas de 10,2 a 26,4 NTU e cor variando de 42 a 208,4 mg Pt.L⁻¹. Um discreto aumento dos valores máximos de pH de 2004 a 2008 foi observado, mas não para as demais variáveis (Tabela 1).

Um total de 54 espécies ocorreu no fitoplâncton total do reservatório e 48 espécies ocorreram na captação de água. O total de espécies distribuiu-se em 10 classes taxonômicas: Cyanobacteria (cianobactérias), Chrysophyceae (crisofíceas), Cryptophyceae (criptofíceas), Bacillariophyceae (diatomáceas), Chlorophyceae (clorofíceas), Zygnematomphyceae (zygnematofíceas), Prasinophyceae (prasinofíceas), Xanthophyceae (xantofíceas), Dinophyceae (dinoflagelados) e Euglenophyceae (euglenóides). Em períodos de incremento na abundância de cianobactérias, observou-se uma diminuição das demais classes taxonômicas (Figura 2).

Do total de 73 amostras de água do ponto da captação analisadas em quatro anos de monitoramento, apenas 10% encontraram-se em abundâncias superiores ao limite exigido pela legislação vigente (> 10 mil céls. mL^{-1}) para a realização de monitoramento semanal e 9,5% (> 20 mil céls. mL^{-1}) para a realização de análises de cianotoxinas na água tratada.

Foram documentados sete eventos com abundância de cianobactérias > 20 mil céls. mL^{-1} , os quais foram esporádicos durante o outono de 2004, inverno de 2006 e verões de 2005 e 2008 (Figura 3). Os meses de verão e outono correspondem a períodos de temperaturas mais elevadas e à época de colheita da laranja no outono (maio e junho), com conseqüente pulverização das plantas com agrotóxicos e fertilizantes para o próximo ciclo (EMBRAPA 2006). Já o verão é a época de aumento significativo da população na Região dos Lagos, principalmente no município de Araruama que tem parte de sua bacia drenando para o reservatório, e que tende a triplicar o número total de habitantes nos meses de veraneio (IBGE, 2006).

As espécies que mais contribuíram durante os eventos de maior abundância de cianobactérias foram *Anabaena circinalis*, *A. planctonica*, *A. spiroides*, *Cylindrospermopsis raciborskii* e, ocasionalmente, *Synechococcus nidulans*, todas reconhecidas como potencialmente tóxicas (Sant'Anna *et al* 2008), além de *Microcystis protocystis*, *Aphanocapsa holsatica* e *Chroococcus dispersus* (Figura 4).

Somente em 19/04/2006 foi detectado valores de equivalente de saxitoxinas que atingiu $219,3 \mu\text{g.L}^{-1}$. Cabe salientar que essa amostragem coincidiu com o mês que precedeu a floração de outono de 2006 (26.190 céls. mL^{-1}) e que, naquela data, as cianotoxinas não foram detectadas na água tratada.

O manejo foi feito na entrada do fosso, a jusante do ponto de coleta (Figura 1). As medidas adotadas incluíram: i) colocações permanentes de uma ou duas fileiras de bóias de contenção (tipo macarrão), localizadas entre 3 e 7 metros da entrada do fosso; ii) jateamento com água bruta, para afastar as algas da

	Temp da água °C	pH	Turbidez NTU	Cor mg Pt.L ⁻¹	Pluviosidade mm ³	Cianobactérias Cél.mL ⁻¹	Fitoplankton total Ind.mL ⁻¹
2004	*	*	*	*	*	23.251 1.670 - 98.345	2.452 565 - 9.298
2005	24,3 22,4 - 28,6	6,63 6,55 - 6,86	22,26 19,68 - 26,44	110,2 42,0 - 154,4	51,0 3,3 - 108,24	8.976 219 - 30.325	733 360 - 2.421
2006	24,77 22,1 - 28,68	6,7 6,61 - 6,88	16,7 12,1 - 22,42	146,0 108,3 - 202,5	72,3 1,6 - 188,36	14.540 6.227 - 51.516	2.202 602 - 4.955
2007	26,63 20,7 - 29,12	6,66 6,38 - 6,95	22,0 9,58 - 33,5	157,3 108,3 - 196,35	88,8 1,55 - 237,7	13.226 2.200 - 65.021	2.930 1.109 - 11.632
2008	26,0 25,6 - 27,2	6,93 6,78 - 7,09	22,5 21,4 - 23,46	145,2 133,3 - 167,3	167,3 77,2 - 102,3	11.873 3.991 - 18.684	4.822 1.368 - 10.831

entrada do fosso; e iii) em caso de ocorrência de geosmina (odor característico), dosagem de permanganato de potássio ($\text{máx}=5\text{mgL}^{-1}$) + carvão ativado ($\text{máx}=5\text{mgL}^{-1}$). Destes o mais utilizado é o jateamento de água que é feito no sentido do maior eixo do reservatório em direção aos rios Bacaxá e Capivari.

Tabela 1: Valores médios, mínimos e máximos da temperatura da água, pH, turbidez, cor, pluviosidade e abundância das cianobactérias (Cél. mL^{-1}) e do fitoplâncton total (Ind. mL^{-1}) no ponto Captação no período de 2004 a 2008.

O reservatório foi identificado como a fonte das populações de cianobactérias na água da captação devido às constantes e elevadas abundâncias registradas durante o monitoramento. O aporte de longa de nutrientes para o manancial pelo escoamento superficial da região agrícola e o aporte crescente dado ao aumento populacional da região pelas fontes pontuais provenientes dos dois afluentes que recebem esgotos sem



tratamento são, em última instância, a origem da eutrofização do reservatório e da conseqüente alta de densidades de cianobactérias.

Porém, o ponto da captação apresentou densidades de cianobactérias maiores do que o reservatório em cinco dos sete eventos. Somente em maio e junho de 2004 (outono) o reservatório apresentou densidades maiores. Esse resultado aponta para uma possível fonte de populações de cianobactérias a jusante do ponto onde o manejo é aplicado. Aliado a isto a montante da barragem, próximo ao antigo canal do Revólver, forma-se uma região lântica (RL) no reservatório, onde a biomassa da comunidade fitoplanctônica já atingiu suas maiores concentrações (Marinho & Huszar 1990) e que ventos fortes nas direções nordeste (NE) para sudoeste (SE), no sentido do maior eixo do reservatório são dominantes na região (Huszar 1989).

A partir destes resultados e com o objetivo de diminuir ainda mais os eventos de altas abundâncias de cianobactérias no ponto da captação, o presente trabalho sugere como medidas de implementação do monitoramento (i) monitorar além do que a portaria exige em situações antes estabelecidas pelo monitoramento como passíveis a florações e/ou quando se observa aumento gradativo das populações de cianobactérias e (ii) introduzir pontos de coleta nos rios Bacaxá e Capivari e na região lântica do reservatório próximo ao antigo canal do Revólver com o objetivo de detectar possíveis fontes de populações de cianobactérias. Como medida de implementação do manejo é sugerido iii) direcionar o manejo jateamento de água para o sentido oposto ao ponto captação, ou seja, sentido região lântica/ barragem com objetivo de afastar as algas da tomada d'água (*Figura 5*).

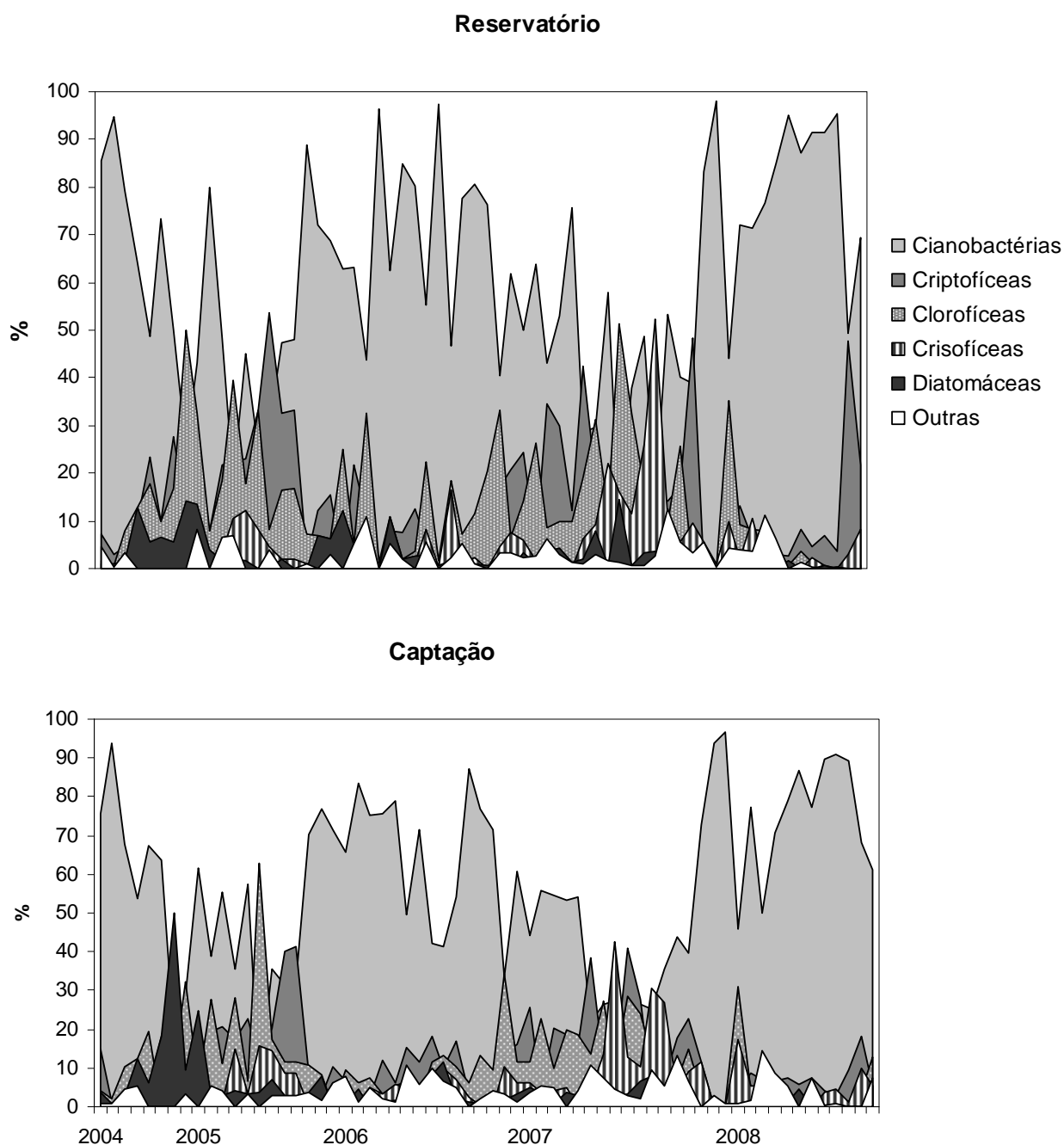


Figura 2: Porcentagem (%) de contribuição das classes taxonômicas no Reservatório e na Captação durante o período de abril de 2004 a maio de 2008.

CONCLUSÕES

Apesar do reservatório da ETA Juturnaíba sofrer eutrofização causada principalmente pelo uso de fertilizantes da agricultura (laranja) e pelo lançamento de esgotos *in natura* de cidades localizadas em suas bacias e lançados em seus afluentes, foram registrados apenas sete eventos em quatro anos, em que a abundância de cianobactérias atingiu ou foi superior ao limite estabelecido pela Portaria 518 do Ministério da Saúde, os quais ocorreram no final do outono início do inverno ou no verão;

A detecção de equivalente de saxitoxinas ocorreu somente em 19/04/2006. Cabe salientar que essa amostragem coincidiu com o mês que precedeu a floração de outono de 2006 ($26.190 \text{ cél.mL}^{-1}$) e que, naquela



data, as cianotoxinas não foram detectadas na água tratada. Isto indica que, caso haja cepas de cianobactérias tóxicas no reservatório, o tratamento está sendo suficientemente eficiente para a remoção dessas cianotoxinas.

A ocorrência esporádica de eventos em que a abundância de cianobactérias atingiu ou foi superior ao limite estabelecido pela Portaria 518 do Ministério da Saúde no ponto da captação mostrou que tanto o monitoramento, quanto o manejo a partir dos resultados deste, contribuem para melhoria na qualidade da água da ETA Juturnaíba;

O monitoramento dentro dos padrões da portaria vigente faz-se necessário para que se possam tomar medidas de prevenção e de manejo e com isso controlar a densidade das cianobactérias na água bruta da captação.

O monitoramento à longo prazo faz-se importante na medida em que proporciona o conhecimento da tendência de evolução do reservatório e possibilita a implementação do plano de manejo.

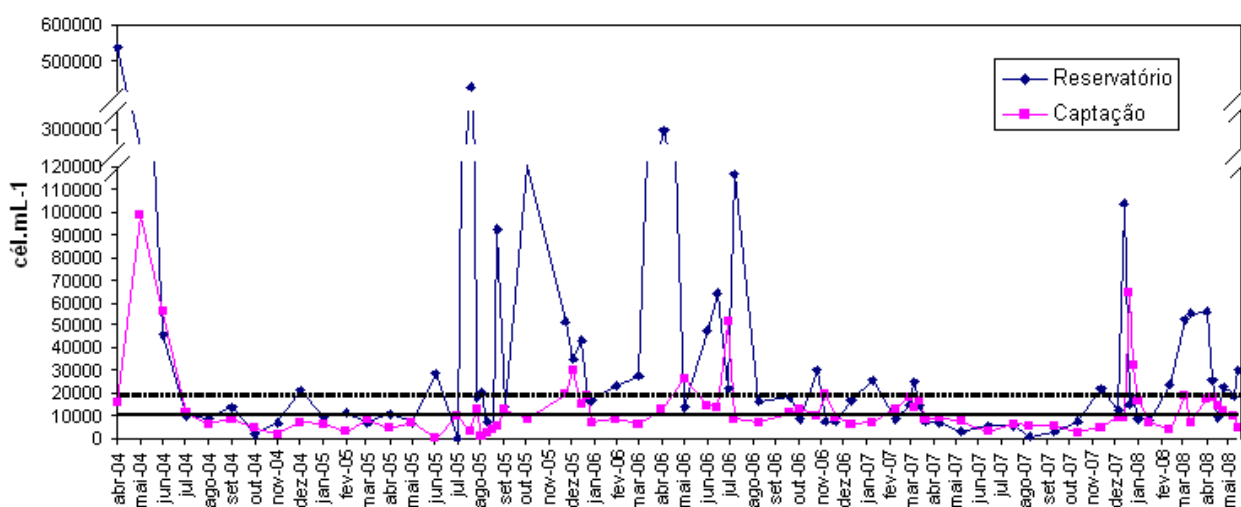


Figura 3: Concentração de células de cianobactérias na Captação e no Reservatório de abril de 2004 a maio de 2008, indicando os limites da legislação brasileira.

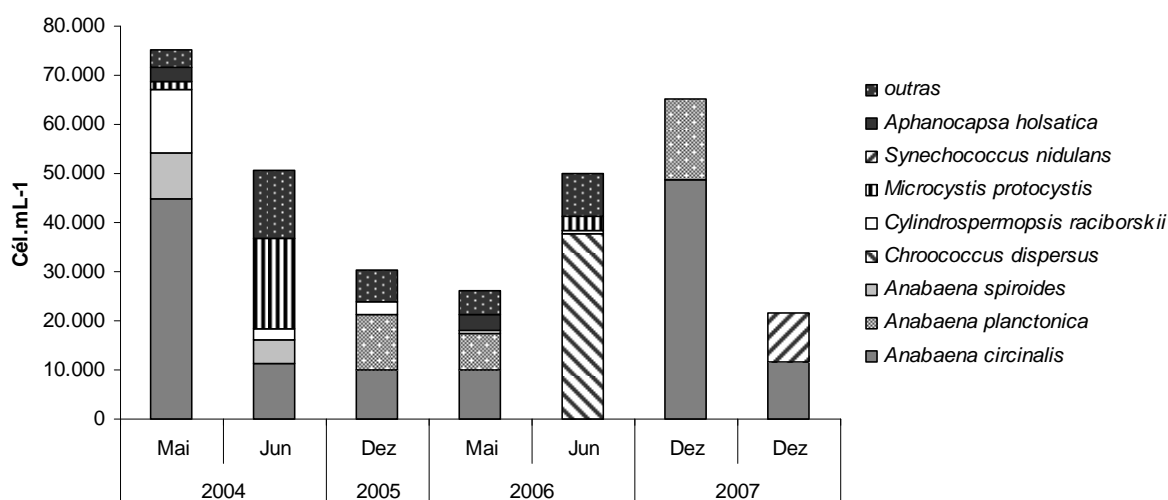


Figura 4: Densidade (cél/mL) das principais espécies que contribuíram para os sete eventos de abundância de cianobactérias na água bruta da Captação no período de abril de 2004 a maio de 2008.

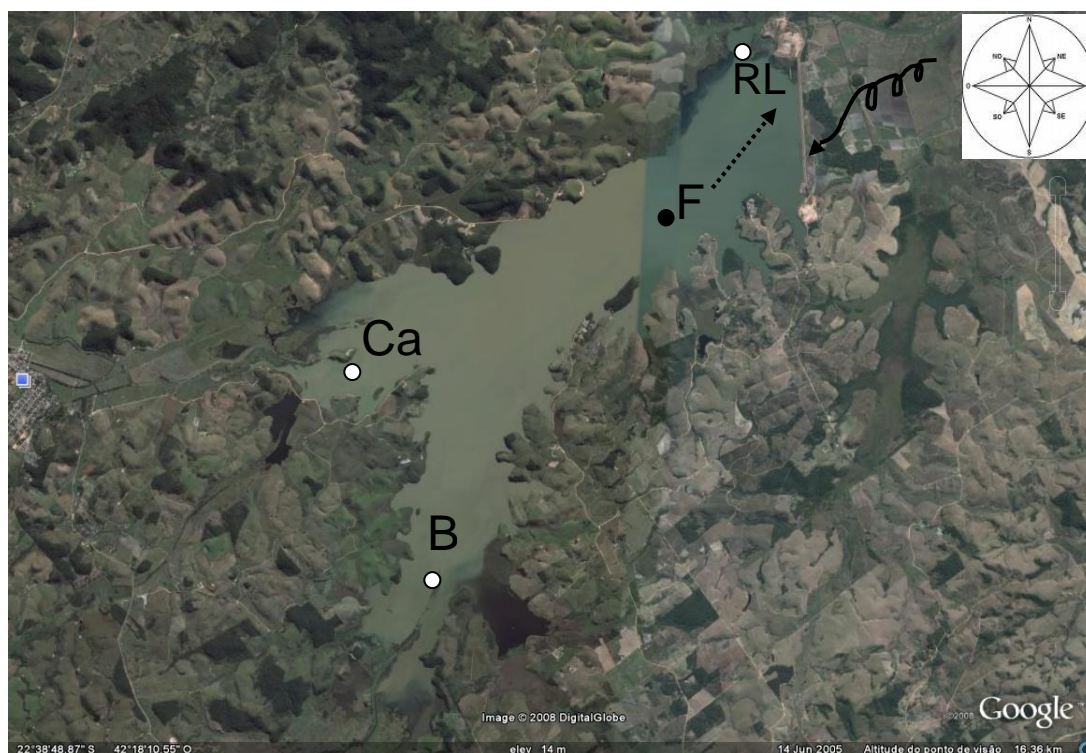


Figura 5: Imagem satélite mostrando o sentido dos ventos predominantes (seta curva), os novos pontos de coleta, sugeridos por esse trabalho: na região lântica do reservatório (RL), e nos rios Capivari (Ca) e Bacaxá (B) e o implemento do manejo jateamento de água (seta pontilhada) a partir da entrada do fosso (F) sentido barragem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BERNARDES, L.M.C. Tipos de clima do Estado do Rio de Janeiro. *Revta. Brás. Geogr.* 14:57-80.1952.
2. BRASIL. 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 seus padrões de potabilidade, e dá outras providências. 2004. Disponível em: www.funasa.gov.br. Acessado em 20/10/2008
3. CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução 357 de 17 de Março. 2005.
4. CHORUS, I. & BARTRAM, J. Toxic cyanobacteria in water: a guide to the public health consequences, monitoring and management. London. E & FN Span. 416p. 1999.
5. EMBRAPA. Avaliação dos impactos econômicos sociais e ambientais de tecnologias da Embrapa Pecuária Sudeste. ISSN 1518-4757. São Carlos, SP, 38 p. 2006.
6. HUSZAR, V.L.M. Algas planctônicas da Lagoa de Juturnaíba, Araruama, RJ, Brasil. *Revta brás. Bot.* 8: 1-19. 1985.
7. HUSZAR, V.L.M. Fitoplâncton da Lagoa de Juturnaíba, Araruama, RJ, Brasil. II. *Richia.* 13: 77-86. 1986.
8. HUSZAR, V.L.M. Considerações sobre o fitoplâncton da Lagoa de Juturnaíba, Araruama, Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Brasileira de Biologia.* 49: 107-123. 1989.
9. HUSZAR, V.L.M., SILVA, L.H.S., MARINHO, M.M., DOMINGOS, P. & SANT'ANNA, C.L. Cyanoprokaryote assemblages in eight productive tropical Brazilian waters. *Hydrobiologia* 424: 67-77. 2000.
10. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Sensus 2006 Estado do Rio de Janeiro. Disponível em www.ibge.br. Acessado em 20/03/2008.
11. MACHADO, C.J.S. A legislação da qualidade da água no Brasil e no Rio de Janeiro. In: Reunião Brasileira de Ficologia, 10. 2004. Salvador. Formação de Ficólogos: um compromisso com a sustentabilidade dos recursos aquáticos: anais X Rio de Janeiro: Museu Nacional. P.537-554. Org. Sociedade Brasileira de Ficologia (série livros 10). 2005.



12. MARINHO, M.M. & HUSZAR, V.L.M. Estrutura da comunidade fitoplanctônica da Lagoa de Juturnaíba, Araruama, RJ, Brasil: uma comparação entre o centro da região limnética, tributários e canal de drenagem. Ver. Brasil. Biol. 50(2): 313-325. 1990.
13. MARINHO, M.M., HUSZAR, V.L.M. & SAMPAIO-PINTO, G.F. Estrutura da comunidade fitoplanctônica da Lagoa de Juturnaíba, Araruama, RJ, Brasil: uma comparação entre os períodos anterior e posterior à construção da barragem no Rio São João. Revista Brasileira de Biologia. 53: 453-467. 1993.
14. MARINHO, M.M. & HUSZAR, V.L.M. Nitrogen availability and physical conditions as controlling factors of phytoplankton composition and biomass in a tropical reservoir (Southern Brazil). Archiv fur Hydrobiologie, 153, n. 2, p. 443-468. 2002.
15. MARINHO, M.M. Ecologia do fitoplâncton do reservatório de Juturnaíba, Araruama, RJ, Brasil: estrutura e dinâmica da comunidade, aspectos ecofisiológicos e metodológicos. Ph.D Thesis, Federal University of Rio de Janeiro, Brasil. 2000.
16. SANT' ANNA, C.L. AZEVEDO, M.T.P. WEMER, V.R. DOGO, C.R. RIOS, F.R. & CARVALHO, L.R. Review of toxic species of Cyanobacteria in Brazil. Algological Studies. 126: 251-265. 2008.
17. SOARES, M.C., CONSOLI, M., BRANCO, E. & HUSZAR, V.L.M. Detecção, avaliação e medidas de prevenção da ocorrência de cianobactérias na ETA Guandu- CEDAE/RJ. ABES, 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária. 2005.
18. TUNDISI, J.G., & MATSUMURA-TUNDISI, T. Limnologia. Oficina de Textos, São Paulo, SP. 631p. 2008.
19. UTERMÖHL, H. Zur Vervollkomnung der quantitativen Phytoplankton-methodik. Ver. int. Ver. Limnol., v.9, p.1-38. 1958.