



V- 067 - PROGRAMA AGUAAN - AGILIZAÇÃO DO GERENCIAMENTO E UTILIZAÇÃO DE ÁGUAS COM ALGAS NOCIVAS

João Sarkis Yunes⁽¹⁾

Graduado em Oceanologia pela Fundação Universidade Federal do Rio Grande (FURG, Rio Grande-RS). Mestrado em Bioquímica de Microorganismos pela University College of Swansea. Doutor em Biotecnologia de Cianobactérias pela Universidade Dundee, Escócia. Professor da Graduação e Pós-Graduação na FURG.



Nérite Troca da Cunha

Técnica em Química pela Escola Técnica Federal de Pelotas. Graduada em Ciências, Licenciatura 1º e 2º Graus - Hab. em Química pela Fundação Universidade Federal do Rio Grande (RS).

Stella Maris Conte

Graduada em Biologia pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUC-RS). Chefe da Divisão de Microbiologia da CORSAN(RS).

Áurea Terezinha Giordani

Graduada em Biologia pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUC-RS). Atua na Divisão de Microbiologia da CORSAN(RS).

Ivone Marlí Mendes Rabelo

Graduada em Biologia pela Universidade de Mogi das Cruzes (SP). Atua na Divisão de Microbiologia da CORSAN(RS).

Maria Mercedes Bendati

Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), com especialização em Biogeografia e Análise Ambiental pela Universität des Saarland, Alemanha. Mestre em Ecologia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Diretora da Divisão de Pesquisas do DMAE, Porto Alegre, RS.

Carmem Rosália M. Maizonave

Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Especialização em Ecologia Humana pela UNISINOS (RS). Divisão de Pesquisas do DMAE, Porto Alegre, RS.

Gilcléa Lopes Granada

Graduada em Engenharia Química pela FURG. Mestrado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial pela UFPel (Pelotas-RS). Chefe do Departamento de Tratamento de Águas do SANEP, Pelotas, RS.

Renato Priori Hein

Graduado em Engenharia Química pela PUC-RS. Gerente de Qualidade da Empresa Paramount Lansul S.A, Bagé, RS, e Responsável Técnico na Estação de Tratamento de Água ETA, DAEB, Bagé, RS.

Endereço⁽¹⁾: Unidade de Pesquisas em Cianobactérias (UPC) - Prédio da Hidroquímica - Campus Carreiros da Fundação Universidade Federal do Rio Grande - CP 474 - Av. Itália Km 8 - Rio Grande - RS - CEP: 96201-900 - Brasil - Tel: (0xx53) 233-6737 - Fax: (0xx53) 233-6601 - e-mail: dqmsarks@super.furg.br

RESUMO

Um programa de cooperação entre a Unidade de Pesquisas em Cianobactérias (UPC) da FURG (RS, Brasil) e as empresas de saneamento de nível estatal: CORSAN (para o Rio Grande do Sul) e municipais, como DMAE (Porto Alegre-RS), SANEP (Pelotas-RS) e DAEB (Bagé-RS), foi implantado no Rio Grande do Sul no intuito de criar-se uma política de controle e segurança para a tomada de decisões quando os mananciais apresentam-se impactados por cianobactérias (algas) nocivas.

O programa visa ser aplicado através de cinco instrumentos básicos: a complementação da capacidade analítica da UPC; a organização de visitas e reuniões técnicas para troca de informações; monitoramento completo e detalhado dos mananciais; em caso de florações, determinação da toxicidade e análise das toxinas; confecção de propostas e políticas ambientais pelas empresas aos órgãos ambientais.

Durante os seis primeiros meses de trabalho o Programa interveio quatro vezes através de análises de cianotoxinas nos mananciais e em água tratada, e de aconselhamento, quando necessário, às equipes de tratamento, apontando medidas para a remoção segura das toxinas. Com o intercâmbio de informações técnicas às equipes dos laboratórios de monitoramento obteve-se maior participação e envolvimento no tema.

PALAVRAS-CHAVE: Cianobactérias Nocivas, Análise de Cianotoxinas, Tratamento de Água, Agilização do Gerenciamento, Políticas Públicas.



INTRODUÇÃO

Florações da cianobactéria *Microcystis aeruginosa* têm sido registradas na Lagoa dos Patos desde 1987, em maiores concentrações principalmente no verão e outono, sendo que sua toxicidade recentemente foi determinada (Yunes *et al.*, 1996). Alguns municípios da região leste do Estado utilizam a água da Lagoa dos Patos para tratamento e posterior abastecimento. Geralmente, as épocas de maior consumo de água coincidem com as das florações, assim dificultando o tratamento, colocando em dúvida a sua eficiência e a remoção de células e toxinas livres. As microcistinas são toxinas produzidas por diversas espécies de *Microcystis*, *Anabaena*, *Oscillatoria*, *Nostoc*, *etc.* São potentes agentes hepatotóxicos, que agem sobre o citoesqueleto das células provocando hemorragias. Estas toxinas foram responsáveis pela morte de mais de 70 pacientes de uma clínica de hemodiálise em Caruarú, PE. em 1996 (Pouria *et al.*, 1998) além de um registro alarmante de mortes de animais domésticos e peixes. O LMA (Limite Máximo Aceitável) para o teor de microcistinas na água tratada é de $1 \mu\text{g.L}^{-1}$ - segundo normas da Organização Mundial da Saúde, OMS (Chorus & Bartram, 1999).

Florações de *Cylindrospermopsis raciborskii* são problemas mais recentes no RS. No verão e outono de 1999, florações massivas se acumularam no Rio dos Sinos (Kertész, 1999) e causaram sérios problemas ao tratamento de águas para o abastecimento. A resistência química, morfologia e flutuabilidade do microorganismo permite passar pelas etapas do tratamento, sendo muito comum a sua presença mesmo na água tratada. As florações naquele evento registraram-se positivas para a presença de neurotoxinas. As neurotoxinas são potentes alcalóides que inibem a transmissão do estímulo nervoso aos músculos e têm sido responsáveis pela intoxicação de humanos (via PSP de moluscos) e morte de gado em diversas partes do mundo. O LMA para as cilindrospermopsinas (toxinas de *Cylindrospermopsis*) em água tratada é de $3 \mu\text{g L}^{-1}$ segundo normas da OMS – 1998 (Chorus & Bartram, 1999). Já as florações de *Anabaena* no estado do Rio Grande do Sul têm histórias diferentes e parecem ser também típicas de águas paradas de barragens. Além de produzirem microcistinas e possivelmente anatoxina-a(s), potentes inibidores da transmissão do estímulo nervoso ao músculo em mamíferos, as florações de *Anabaena* exalam odores típicos e causam sabor desagradável na água tratada.

As florações nas barragens, lagos e rios são, principalmente, conseqüência de um crescente processo de eutrofização de origens diversas, que passa a favorecer o crescimento de microorganismos em diferentes eventos. Além disto, novas cepas tóxicas e novas toxinas estão sendo registradas e estudadas, sendo algumas destas de ação hepatotóxica ou neurotóxicas, outras ainda são potencialmente irritantes a pele. Assim, a Unidade de Pesquisas em Cianobactérias (UPC) está realizando um processo de aprimoramento e ajuste de suas capacidades de análise às necessidades das empresas de tratamento. A Tabela I apresenta os mananciais onde as florações foram testadas e os resultados já obtidos da toxicidade antes do início do programa AGUAAAN.

Tabela I – Registro de ocorrência de espécies tóxicas de cianobactérias em águas continentais no Rio Grande do Sul. Hptox = hepatóxica, neurotox = neurotóxica, nd = não determinada.

Organismo	Local	Toxicidade (S)(N) não testada	Toxinas Hptox neurotox nd	Primeiro registro	Fonte
<i>Microcystis aeruginosa</i>	Lagoa dos Patos e Lago Guaíba	+	+	1994	Yunes <i>et al.</i> , 1998
<i>Microcystis aeruginosa</i>	Barragem da Eletro Sul, Rio Taquari	•		1998	Schartzbold, c.p.
<i>Anabaena spiroides</i>	Barragem do Santa Bárbara Pelotas	+	+ +	1995	Ferreira <i>et al.</i> , 1999
<i>Anabaena spiroides</i> / <i>A. circinalis</i>	Lagoa Itapeva	•		1999	Becker, c.p.
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i>	Rio dos Sinos	+	+	1999	Kertész, 1999 Proença, c.p.
<i>Microcystis aeruginosa</i>	Lomba do Sabão	•		1990	DMAE, 1990



Estado atual do conhecimento do assunto proposto e do estágio das políticas públicas na área do projeto:

Em relação às políticas públicas para gestão dos recursos hídricos, cabe salientar a Resolução nº20 do CONAMA, que estabelece as classes de uso das águas, e a Lei Estadual 10.350/94, que institui o Sistema de Recursos Hídricos, com a criação de Comitês de Gerenciamento de Bacia Hidrográfica, entre outros. Esses instrumentos de gestão, no entanto, não se encontram plenamente implantados nos cursos d'água do Estado, o que dificulta o processo de gerenciamento dos conflitos pelo uso dos mananciais. Além desse aspecto, cabe destacar que o tema de cianobactérias tóxicas é assunto relativamente recente para o público em geral, e mesmo na legislação brasileira não se encontra ainda incorporada aos textos legais referentes às águas de abastecimento.

Em outubro de 1996, foi editada uma nova portaria pelo Ministério da Saúde que regulamentou a qualidade de águas para abastecimento dos bancos de hemodiálise, restringindo os LMA para endotoxinas de bactérias em $1 \mu\text{g.L}^{-1}$. No entanto, este limite verifica-se inadequado para este fim, pois as microcistinas são extremamente tóxicas na aplicação intravenosa.

Quaisquer que sejam as políticas públicas que desejam classificar, racionalizar e priorizar o uso das águas deverão passar primeiro pela investigação detalhada das suas fontes de contaminação e dos níveis existentes de contaminantes, entre outros, de algas azuis (cianobactérias) e suas toxinas.

Além dos órgãos conveniados no Programa de Extensão Acadêmica e Elaboração de Políticas Públicas (Programa AGUAAN) a continuidade dos processos desenvolvidos também se dá através de consultorias para análise da presença de cianotoxinas em águas de abastecimento, como a FEPAM (RS), SANEPAR (PR), SABESP (SP), CAESB (Brasília), IMA-GTZ (Alagoas), INAPE (Uruguai).

MATERIAIS E MÉTODOS

O método de trabalho tem como base a elaboração de cinco instrumentos básicos de ação. A expressão destes instrumentos em metodologia se dá através de:

- Complementação da capacidade analítica de toxinas da Unidade de Pesquisas em Cianobactérias.
- Visitas e contatos iniciais do Coordenador aos grupos de trabalho, disponibilizando já de início bibliografias e experiências, além da organização de reuniões técnicas.
- Disseminação do programa de controle dos mananciais e monitoramento completo destes, assim como análises das toxinas e toxicidades na UPC.
- Elaboração em conjunto de relatórios técnicos após as visitas e reuniões.
- Confecção de propostas e políticas ambientais às empresas e órgãos responsáveis.

RESULTADOS

Até o momento, o programa AGUAAN foi solicitado à realizar quatro intervenções. A primeira por solicitação do DMAE, Porto Alegre, e as outras através da CORSAN. Em dois casos, a atitude inicial tomada foi realizar uma análise da existência de toxicidade da amostra algal fornecida, com posterior análise confirmativa da presença ou ausência de toxinas. Em ambos os casos, como não se caracterizou uma situação de alerta (Quadro I) não houve comprometimento e necessidade de intervenção no tratamento.

No terceiro caso, o mais sério deles, após a constatação da toxicidade da floração de cianobactérias, no reservatório e as suas características de floração crescente, os alertas foram estabelecidos conforme o tipo de toxina, identificada por métodos analíticos na UPC. As intervenções no tratamento foram realizadas e a remoção das cianotoxinas na água tratada foi confirmada ao longo da intervenção. No último caso, por tratar-se de organismo e toxinas já estudados localmente, foi diretamente recomendado tratamento adequado. Os locais de origem das amostras mencionados continuam a ser monitorados rotineiramente.


Quadro I. Monitoramento, gerenciamento e alertas para reservatórios de abastecimento de água sob o impacto de algas nocivas:

Monitoramento Regular:	1) Amostragem semanal, contagem e identificação de algas principais; 2) Inspeção regular das tomadas de água do reservatório; 3) Monitorar odores e mau gosto na água. 4) Apresentar menos de 2000 cels.mL ⁻¹
Vigilância:	1) Aviso de floração emergente; 2) Detectar alterações no odor e sabor da água;
<i>Medidas imediatas:</i>	3) Inspeccionar a saída e captação da água; 4) Aumentar o número de amostragens, 5) Remover as florações das tomadas de água, ou alterar a sua profundidade; 6) Utilizar carvão ativado para remoção de gosto e odor da água; 7) Se diminuir, volta-se ao monitoramento regular; 8) Se aumentar, passa-se ao alerta nível 1.
Alerta Nível 1:	1) Confirmada floração de algas nocivas, já estabelecidas; 2) Caracteriza-se por três amostragens sucessivas, onde o número de células for ≥ 2000 cels.mL ⁻¹ de espécies potencialmente tóxicas: <i>Microcystis aeruginosa</i> , <i>Anabaena circinalis</i> ou <i>Cylindrospermopsis raciborskii</i> . 3) Persistirem odor e sabor na água, além de natas na superfície do reservatório; 4) Testes de toxicidade e confirmação na identificação das algas principais em laboratórios de referência;
<i>Medidas imediatas:</i>	5) Verificar se há sistema adequado de remoção de toxinas no tratamento; 6) Alertar as autoridades de saúde local; 7) Monitorar 2-3 vezes por semana; 8) Se após três sucessivas amostragens a floração ainda aumentar, a água é considerada imprópria para consumo, caso não sejam seguidas medidas obrigatórias do alerta de nível 2.
Alerta Nível 2:	1) Quando o número de células tóxicas for > 100000 cel.mL ⁻¹ (LMA provisório para <i>Microcystis</i>); 2) Persistirem natas na superfície; 3) Florações nocivas acumuladas sem tendência de reversão; 4) Água imprópria para consumo, se não houver remoção de toxinas;
<i>Medidas imediatas:</i>	5) Manter amostragem entre 2-3 vezes por semana; 6) Realizar testes de toxicidade na floração a cada sete dias; 7) Analisar as toxinas livres na água tratada; 8) Se a análise não estiver disponível, considerar o reservatório impróprio para consumo, enquanto estiver sob alerta nível 2; 10) Utilizar fonte de abastecimento alternativo; 11) Se após três amostragens os níveis de células tóxicas . mL ⁻¹ diminuírem ou for utilizado tratamento seguro para remoção de toxinas, voltar ao alerta nível 1.

CONCLUSÕES

Em todas as ocasiões em que o programa AGUAAN teve oportunidade de ser testado nestes seis primeiros meses de trabalho, evidenciou-se que a disponibilidade de técnicas analíticas eficientes, o bom desempenho desde a remessa das amostras, emissão de laudos, discussão e a correta tomada de decisões, resultaram em maior qualidade e segurança no trabalho dos órgãos envolvidos. Isto portanto leva ao alcance inicial dos objetivos do programa.

RECOMENDAÇÕES

Que sejam imediatamente listadas e colocadas a disposição das empresas de tratamento de água, as capacidades analíticas dos laboratórios que identificam e quantificam as toxinas produzidas pelas florações de cianobactérias (algas), nacional ou internacionalmente. Deste modo, espera-se obter resultados mais rápidos, possibilitando a tomada de decisões das empresas responsáveis pelo tratamento de água em um menor tempo.

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. CHORUS, I. & BARTRAM, J. (1999) Toxic Cyanobacteria in Water. A Guide to Their public Health Consequences, Monitoring and Management. – World Health Organization, 416 pp. E & FNSpon, London and New York.
2. FERREIRA, AHF; MINILLO, A & YUNES, J.S. Ocorrência de *Anabena spiroides* no estuário da Lagoa dos Patos, RS. Resumos do VII Congr. Bras.Limnol., Florianópolis, pág.154.
3. DMAE (1990). Estudo das Águas Represadas na Lomba do Sabão, vol. II - relatório preliminar. Setembro, 1990. 39 páginas.
4. KERTÉSZ, E.N.M. (1999). Presença de *Cylindrospermopsis* em duas sub-bacias hidrográficas do Rio Grande do Sul, Brasil. Resumos do VII Congr. Bras.Limnol., Florianópolis, pág. 630. DI BERNARDO, L. Métodos e Técnicas de tratamento de Água - V. I e II. ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. Rio de Janeiro, Brasil, 1993.
5. POURIA, S.; ANDRADE, A; BARBOSA, J., CAVALCANTI, RL, BARRETO, VTS; WARD, C J, PREISER, W. POON, G. (1998). Fatal microcystin Intoxication in haemodialysis unit in Caruaru, Brazil. The Lancet, 352, 21-26 pp.
6. YUNES, J.S; SALOMON, P.S.; MATTHIENSEN, A.; BEATTIE, K.A; RAGGETT, S.L. & CODD, G.A. (1996). Toxic Blooms of Cyanobacteria in the Patos Lagoon Estuary. Journal of Aquatic Ecosystem Health, 5, 223-229.
7. YUNES, J.S; MATTHIENSEN, A.; PARISE M.; SALOMON, P.S.; BEATTIE, K.A; RAGGETT, S.L. & CODD, G.A.. *Microcystis aeruginosa* and Microcystin-Containing Colonies in the Patos Lagoon Estuary (1998). In Harmful Algae . B.Reguera, J. Blanco, M.L. Fernández & T.Wyatt (eds). 18-21pp. Xunta de Galicia and Intergovernmental Oceanographic Commission UNESCO .