



261 - O MUNDO INVISÍVEL DOS MANANCIAIS: AS CIANOBACTÉRIAS E O TRABALHO DO DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS METROPOLITANOS DA SABESP

Renata Harumi Muniz dos Santos⁽¹⁾

Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade de São Paulo (USP). Mestre em Ensino de Ciências pelo Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências da Universidade de São Paulo (USP). Bióloga do Laboratório de Limnologia da Divisão de Recursos Hídricos Metropolitanos Leste da SABESP.

Priscila Roberta Barreto⁽²⁾

Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade Braz Cubas. Técnica em gestão do Laboratório de Limnologia da Divisão de Recursos Hídricos Metropolitanos Leste da SABESP.

Adilson Macedo⁽³⁾

Graduado em Ciências Biológicas pela Universidade de Mogi das Cruzes – UMC. Especialista em Tecnologias Ambientais pela Faculdade de Tecnologia São Paulo – FATEC-SP. Biólogo do Laboratório de Limnologia da Divisão de Recursos Hídricos Metropolitanos Leste da SABESP.

Endereço⁽¹⁾: Rua Waldemar Cusma, 701. Jd. Aeródromo Internacional. Suzano/SP. CEP: 08616-510 Brasil - Tel: +55 (11) 4745-2710 e-mail: rhmsantos@sabesp.com.br

RESUMO

Apesar da ocorrência de cianobactérias em mananciais ser natural, elas podem se reproduzir de maneira exagerada, causando um desequilíbrio. O objetivo do presente estudo é apresentar o trabalho de monitoramento e mitigação desses possíveis impactos realizado Departamento de Recursos Hídricos Metropolitanos (MAR) da SABESP. Para a análise hidrobiológica, as amostras são preparadas a partir de água natural de cada reservatório, sem utilização de preservação ou conservantes, coletadas em pontos de monitoramento estratégicos dos mananciais da RMSP. A análise da água bruta é realizada por hidrobiólogos, profissionais capacitados que fazem a identificação e contagem das cianobactérias. Os resultados são avaliados de acordo com a legislação vigente. Em alguns casos, após avaliação dos resultados das análises, pode ser necessária a intervenção com algicidas, sendo os principais o sulfato de cobre e o peróxido de hidrogênio. A aplicação desses produtos químicos segue um protocolo interno rigoroso, além de atender a legislação. Assim, embora as cianobactérias estejam presentes em todos os mananciais da RMSP, o MAR desenvolve um trabalho por meio do monitoramento, ações de manejo, além de estudos e reuniões periódicas, que garante a qualidade da água.

PALAVRAS-CHAVE: cianobactérias, monitoramento, manejo.

INTRODUÇÃO

A presença de organismos vivos invisíveis a olho nu nos corpos de água é natural e sempre existiu. Ao longo de sua evolução, alguns grupos de bactérias desenvolveram a capacidade de realizar fotossíntese, dentre os quais, destacam-se as cianobactérias, também conhecidas como cianofíceas e “algas azuis”, nome dado porque o primeiro desses organismos encontrado possuía tal coloração. No entanto, podemos encontrar cianobactérias com as mais diversas cores. Sua coloração é conseguida pela presença de diferentes pigmentos, tais como “clorofila a” e “clorofila b” (conferem cor esverdeada), ficoeritrina (confere cor avermelhada) e ficocianina (confere cor azulada) (SANT'ANNA, 2006).

Em relação à organização, as cianobactérias podem viver isoladamente ou formar colônias filamentosas ou globulosas, às vezes envoltas por uma bainha mucilaginosa ou de gelatina (PEZZI, 2010). Alguns filamentos chegam a atingir centímetros de comprimento e podem se locomover por deslizamento. Esses seres, para fazer fotossíntese e, assim, produzir seu próprio alimento, necessitam de água, dióxido de carbono, substâncias inorgânicas e luz (SILVA JÚNIOR, 2013).

Apesar de até hoje serem chamadas popularmente de algas, esse é um termo inadequado, pois, embora as cianobactérias sejam organismos fotossintetizantes que se assemelham às algas unicelulares, possuem



características celulares procariontes, como as bactérias comuns. As algas são seres mais complexos, com um núcleo celular rodeado por uma membrana e organelas membranosas (organismos eucariontes) (LOPES,2013).

As cianobactérias são encontradas em diversos habitats, como água salobra ou marinha, neve, deserto, camadas internas do solo, entre pelos de animais, inclusive em condições extremas como fontes termais de altas temperaturas. Entretanto, a maioria das cianobactérias é de água doce, constituindo o plâncton ou formando camadas escuras junto aos sedimentos do fundo dos corpos d'água (PEZZI, 2010).

Em condições ideais com aumento de nitrogênio e fósforo, elevação das temperaturas e disponibilidade de luz (insolação), as cianobactérias podem reproduzir-se de maneira exagerada, causando as famosas florações, ou *bloom* (SILVA JÚNIOR, 2013). Essas florações estão relacionadas com o processo chamado de eutrofização, que pode ser natural ou antrópico. O processo natural acontece espontânea e lentamente, pois os mananciais recebem continuamente nutrientes. Quando o processo de eutrofização é acelerado pela ação humana e tem como causa a presença de efluentes e dejetos nas águas, acúmulo de lixo, uso de fertilizantes, poluição difusa carregada pelas águas das chuvas, diz-se que houve eutrofização antrópica ou artificial.

As florações podem conferir gosto e odor à água. Essas alterações são causadas devido a compostos orgânicos produzidos pelas cianobactérias, tais como a geosmina e o metilisoborneol (MIB). Eventualmente, pode ocorrer a liberação de cianotoxinas (SANT'ANNA, 2006). Além disso, a alta densidade de cianobactérias pode também interferir no processo de tratamento de água de uma ETA, como na etapa de filtração.

Diante disto, a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP) avançou nos estudos sobre a qualidade da água nas represas e nos seus tributários, passando a realizar um monitoramento mais preciso da presença de cianobactérias nos corpos d'água. A observação contínua e de modo repetitivo desses organismos, quantificando e qualificando sua presença em cada um dos mananciais da RMSP, é que permite determinar a ação de manejo adequada a cada situação.

OBJETIVO

Considerando-se os efeitos que podem ser causados pelas cianobactérias, o presente trabalho tem como objetivo apresentar as atividades de monitoramento e manejo desses organismos nos mananciais que abastecem a RMSP, realizadas pelo Departamento de Recursos Hídricos Metropolitanos (MAR) da SABESP.

DESENVOLVIMENTO

Para realizar o controle e mitigação dos efeitos da presença de cianobactérias nos mananciais é realizado um monitoramento frequente e sempre que necessário, são realizadas intervenções com produtos químicos nos mananciais.

A análise da água bruta é realizada por hidrobiólogos, que fazem a identificação de cianobactérias, algas e demais organismos. Esses profissionais possuem formação na área de Ciências Biológicas e realizam um curso na própria empresa que os capacita a realizar o ensaio. Além desse treinamento inicial, são realizadas reuniões periódicas pelo Departamento de Controle de Qualidade dos Produtos Água e Esgotos (TOQ), que permitem que o hidrobiólogo da SABESP esteja sempre atualizado com a identificação de novos organismos e novas tecnologias.

Além de possuir um quadro de profissionais capacitados para realizar a análise hidrobiológica, a SABESP possui uma infraestrutura adequada nos Laboratórios de Monitoramento de Água Bruta, que contam com equipamentos sofisticados que garantem a excelência do processo, tais como microscópios acoplados com câmeras digitais e softwares específicos que possibilitam a obtenção de imagens das cianobactérias. O profissional utiliza o aplicativo corporativo NetControl, que garante maior eficiência no processo de análise, uma vez que elimina o preenchimento de formulários e permite a maior concentração do hidrobiólogo na realização dos ensaios. Pelo sistema também é possível rastrear as amostras, garantindo confiabilidade e transparência a todo o processo.

As amostras para a análise hidrobiológica são preparadas a partir de água natural de cada reservatório, sem utilização de preservação ou conservantes, coletadas em pontos de monitoramento estratégicos dos mananciais

da RMSP. Após a coleta, no laboratório, essas amostras são homogeneizadas e preparadas conforme procedimento específico, de modo a garantir a confiabilidade do ensaio. No microscópio é possível medir o tamanho, contar células de cianobactérias e utilizar a metodologia para realização da análise. Uma amostra de água bruta vista no microscópio em aumento de 100x pode ser observada na Figura 1.

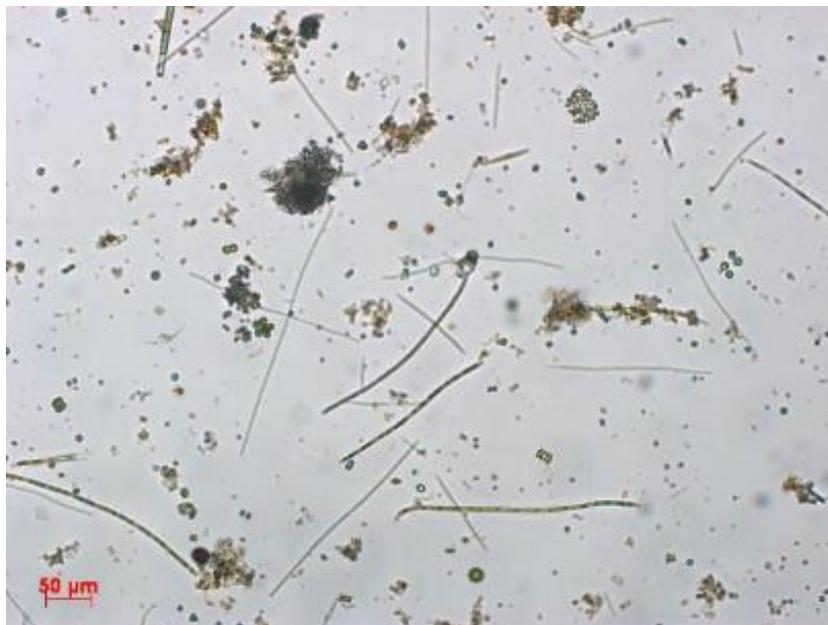


Figura 1 – Amostra de água bruta no aumento de 100x do microscópio

A análise é qualitativa, ou seja, são identificados os gêneros presentes nas amostras, e quantitativa, pois avalia o número de organismos e células. Assim, o ensaio avalia o conjunto de características morfológicas, identificação e quantidade das cianobactérias. Existem tecnologias capazes de identificar e quantificar esses organismos, porém tratam-se de pesquisas em desenvolvimento que não substituem ou anulam o importante papel do hidrobiólogo.

As cianobactérias assim como todos os organismos vivos são classificadas e agrupadas conforme as suas características morfológicas, fisiológicas, ecológicas e filogenéticas. Na metodologia de contagem quantitativa e qualitativa utilizada pelo laboratório de monitoramento de água bruta, a classificação se dá até o nível de gênero e em alguns casos de complexidade morfológica elevada até o nível de família. Utiliza-se a classificação conforme (Bicudo & Menezes, 2006) composta por 25 famílias de cianobactérias. As famílias de cianobactérias de maior ocorrência nos mananciais da RMSP são: Merismopediaceae, Microcystaceae, Nostocaceae, Pseudanabaenaceae e Synechococcaceae.

Os resultados são analisados de acordo com a legislação vigente: a Portaria de Consolidação nº 5 de 28/09/2017 do Ministério da Saúde, estabelece no anexo XX os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e cita os critérios e definições para o monitoramento de cianobactérias e cianotoxinas; e a Resolução Conama 357 de 17/03/2005 dispõe sobre a classificação das águas doces e diretrizes ambientais para o seu enquadramento.

Em alguns casos, após avaliação dos resultados das análises, pode ser necessário a intervenção com algicidas, sendo os principais o sulfato de cobre e o peróxido de hidrogênio. A aplicação desses produtos químicos segue um protocolo interno rigoroso, além de atender a Resolução Conama 467 de 16/07/2015, que dispõe sobre critérios para autorização de uso de produtos químicos para o controle de organismos ou contaminantes em corpos hídricos superficiais; e a Resolução conjunta SMA/SSRH nº 4 de 22/11/2012 dispõe sobre a regulamentação das exceções para aplicação de algicidas nos corpos d'água superficiais no estado de São Paulo.

De acordo com a faixa de concentração detectada, os gêneros de cianobactérias que podem causar impactos na qualidade da água e por isso necessitam de ações de manejo atualmente são: *Cylindrospermopsis* sp., *Dolichospermum* sp., *Microcystis* sp, *Woronichinia* sp e *Pseudanabaena* sp.



Além do monitoramento das cianobactérias e das ações de manejo com produtos químicos, são emitidos relatórios mensais e realizadas discussões periódicas, de maneira a aprimorar cada vez mais o trabalho realizado, com foco na qualidade da água. Na RMSP existem cianobactérias em todos os sistemas produtores, mas a presença desses micro-organismos nos mananciais só poderá interferir no equilíbrio desses sistemas se houver uma floração. Daí a grande importância do trabalho desenvolvido pelo departamento MAR da SABESP.

CONCLUSÃO

A presença de cianobactérias nos corpos de água é natural e sempre existiu. Elas também conhecidas como cianofíceas e “algas azuis”, nome dado porque o primeiro desses organismos encontrado possuía tal coloração. Em condições ideais com aumento de nitrogênio e fósforo, elevação das temperaturas e disponibilidade de luz (insolação), as cianobactérias podem reproduzir-se de maneira exagerada, causando as famosas florações.

As florações podem conferir gosto e odor à água. Essas alterações são causadas devido a compostos orgânicos produzidos pelas cianobactérias, tais como a geosmina e o metilisoborneol (MIB). Eventualmente, pode ocorrer a liberação de cianotoxinas. Além disso, a alta densidade de cianobactérias pode também interferir no processo de tratamento de água de uma ETA, como na etapa de filtração.

Diante disto, a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP) avançou nos estudos sobre a qualidade da água nas represas e nos seus tributários, passando a realizar um monitoramento mais preciso da presença de cianobactérias nos corpos d'água. Para realizar o controle e mitigação dos efeitos da presença de cianobactérias nos mananciais é realizado um monitoramento frequente e sempre que necessário, são realizadas intervenções com produtos químicos nos mananciais.

O presente trabalho tem como objetivo apresentar as atividades de monitoramento e manejo desses organismos nos mananciais que abastecem a RMSP, realizadas pelo Departamento de Recursos Hídricos Metropolitanos (MAR) da SABESP.

A análise da água bruta é realizada por hidrobiólogos, que fazem a identificação de cianobactérias, algas e demais organismos. As amostras para a análise hidrobiológica são preparadas a partir de água natural de cada reservatório, sem utilização de preservação ou conservantes, coletadas em pontos de monitoramento estratégicos dos mananciais da RMSP. Após a coleta, no laboratório, essas amostras são homogeneizadas e preparadas conforme procedimento específico, de modo a garantir a confiabilidade do ensaio. A análise é qualitativa, ou seja, são identificados os gêneros presentes nas amostras, e quantitativa, pois avalia o número de organismos e células. Assim, o ensaio avalia o conjunto de características morfológicas, identificação e quantidade das cianobactérias. Os resultados são analisados de acordo com a legislação vigente.

Em alguns casos, após avaliação dos resultados das análises, pode ser necessário a intervenção com algicidas, sendo os principais o sulfato de cobre e o peróxido de hidrogênio. A aplicação desses produtos químicos segue um protocolo interno rigoroso, além de atender à legislação.

Além do monitoramento das cianobactérias e das ações de manejo com produtos químicos, são emitidos relatórios mensais e realizadas discussões periódicas, de maneira a aprimorar cada vez mais o trabalho realizado, com foco na qualidade da água. Assim, apesar das cianobactérias estarem presentes em todos os sistemas produtores da RMSP, as florações e seus efeitos são mitigados através do trabalho realizado pelo departamento MAR da SABESP.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BICUDO, Carlos Eduardo Mattos; MENEZES, Mariângela. *Gêneros de algas de águas continentais do Brasil (chave para identificação e descrições)*. São Carlos: RiMa, 2ª edição, 2006.
2. LOPES, Sônia; ROSSO, Sergio. *Bio: volume 3*. São Paulo: Saraiva, 2013.
3. PEZZI, Antônio et al. *Biologia: seres vivos, anatomia e fisiologia humana*. São Paulo: FTD, 2010.

4. SANT'ANNA, Célia Leite. *Manual ilustrado para identificação e contagem de cianobactérias planctônicas de águas continentais brasileiras*. Interciência; São Paulo: Sociedade Brasileira de Ficologia, 2006.
5. SILVA JÚNIOR, César da; SASSON, Sezar. *Biologia 2*. São Paulo, Saraiva, 2013.