



9836 - INOVAÇÃO NA PROTEÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS: NOVO SISTEMA DE APLICAÇÃO DE ALGICIDAS POR GOTEJAMENTO PARA CONTROLE DE FLORAÇÕES DE CIANOBACTÉRIAS E SEUS SUBPRODUTOS

Valesca Rodrigues Oliveira de Souza⁽¹⁾

Bióloga da Divisão de Recursos Hídricos Metropolitanos Norte da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – SABESP.

Julia Fernandes Bezerra⁽²⁾

Bióloga da Divisão de Recursos Hídricos Metropolitanos Sudoeste da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - SABESP.

Ronaldo Graciliano dos Santos⁽³⁾

Técnico em Sistemas de Saneamento da Divisão de Recursos Hídricos Metropolitanos Norte da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - SABESP.

Carlos Roberto Dardis⁽⁴⁾

Gerente da Divisão de Recursos Hídricos Metropolitanos Norte da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - SABESP.

Endereço⁽¹⁾: Estrada Santa Inês, km 20 – Santa Inês – Mairiporã – SP – CEP: 07600-000 - Brasil - Tel: +55 (11) 4485-25973 - Fax: +55 (11) 4485-1505 - e-mail: vrosouza@sabesp.com.br.

RESUMO

O Sistema Cantareira – o maior e mais importante sistema produtor de água para abastecimento público da Região Metropolitana de São Paulo – é assistido por um abrangente programa de monitoramento de qualidade da água. Este monitoramento possibilitou a identificação, no final de 2016, de um aumento repentino de cianobactérias e de geosmina, composto químico responsável por conferir gosto e odor à água. A fim de se evitar os problemas operacionais no tratamento e na água tratada, constatou-se a necessidade imediata de aplicação de algicida para o controle desses microrganismos. Em alternativa às embarcações adaptadas e visando a redução de custos, desenvolveu-se um Sistema de Aplicação de Algicidas simples, inovador e de fácil construção, que realiza a dosagem do produto por gotejamento em um canal de ligação entre dois reservatórios. Após o início da operação do novo Sistema, a redução no número de cianobactérias foi de 97% em apenas 10 dias, o que significa melhora na qualidade do manancial e atendimento às legislações vigentes de maneira rápida e eficaz. Além da redução de custos e simplificação da atividade, este Sistema melhorou o controle sobre a quantidade do algicida aplicado no reservatório, minimizando impactos ambientais.

PALAVRAS-CHAVE: controle de cianobactéria, algicida, monitoramento ambiental.

INTRODUÇÃO

O Sistema Cantareira – o maior e mais importante sistema produtor de água para abastecimento público da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) – é assistido por um abrangente programa de monitoramento de qualidade da água que contempla coletas semanais de amostras de água bruta em pontos estratégicos para análise dos parâmetros mais relevantes ao manejo operacional.

Este monitoramento possibilitou, no final de 2016, após o término da crise hídrica, a identificação de um aumento repentino de cianobactérias e de um importante subproduto, a geosmina, composto químico responsável por conferir gosto e odor de mofo à água.

Sabe-se que as consequências da falta de ações imediatas no controle de cianobactérias podem ampliar tanto o custo quanto a complexidade de tarefas posteriores de contenção do problema. O elevado número de cianobactérias pode causar problemas operacionais em diversas etapas do tratamento de água, levando à redução na sua eficiência e ao desenvolvimento de problemas na água tratada.

Além disso, todas as cianobactérias são potencialmente tóxicas. Logo, a falta de ação no controle destas pode levar a um aumento na produção de cianotoxinas – potencialmente letais – e dos compostos organolépticos 2-metilisoborneol (MIB) e geosmina (GEO), substâncias não tóxicas, mas responsáveis por originar gosto e odor na água, levando à rejeição do produto pelo consumidor, o qual que pode acabar buscando fontes menos seguras para o seu consumo.



Esses compostos não são totalmente removidos no processo de tratamento de água convencional, levando à necessidade de aplicação de carvão ativado, o que amplia ainda mais o custo no tratamento da água.

Considerando que a presença de cianobactérias em número elevado pode ocasionar diversos problemas operacionais no tratamento da água para abastecimento público, constatou-se a necessidade imediata de aplicação de algicida para o controle desses microrganismos.

Como alternativa às embarcações adaptadas, usualmente utilizadas para a aplicação do produto químico, e visando a redução de custos, a eficiência e a facilidade de aplicação, desenvolveu-se um projeto-piloto, apelidado de Sistema de Aplicação de Algicidas, simples, inovador e de fácil construção, que realiza a dosagem do algicida por gotejamento diretamente no emboque do túnel 6, entre os reservatórios Cachoeira e Atibainha, impedindo que a floração se instale nos reservatórios a jusante.

Além da redução de custos e simplificação da atividade, este Sistema melhorou o controle sobre a quantidade de produto químico aplicado no reservatório, minimizando impactos ambientais potencialmente causados pela aplicação do algicida.

OBJETIVO

O objetivo do presente trabalho é apresentar um novo Sistema de aplicação de produtos químicos por gotejamento, implantado em mananciais da Região Metropolitana de São Paulo, para controle de cianobactérias e seus subprodutos.

MATERIAIS E MÉTODOS

• Identificação do problema

O Sistema Cantareira (Figura 1) é constituído por 6 reservatórios: Jaguari, Jacareí, Cachoeira, Atibainha, Paiva Castro e Águas Claras, que em conjunto com seus rios tributários, estão contemplados em um abrangente programa de monitoramento da qualidade, desenvolvido a partir de coletas semanais de amostras de água bruta em pontos estratégicos para análise dos parâmetros mais relevantes ao manejo operacional dos sistemas produtores da RMSPP, incluindo a quantificação de cianobactérias, cianotoxinas, MIB e GEO.

Este monitoramento possibilitou a identificação imediata do aumento do número de cianobactérias e de geosmina, logo após o desemboque do túnel 6, que interliga o Reservatório Cachoeira ao Atibainha, permitindo que a ação fosse tomada antes que a floração se instalasse nos reservatórios a jusante. O monitoramento identificou, também, a família de cianobactérias predominante na floração – no caso, Nostocaceae – o qual permitiu a escolha correta do algicida a ser utilizado, o Sulfato de cobre.



Figura 1: Reservatórios que compõem o Sistema Cantareira.

Fonte: Agência Nacional de Águas (ANA).

• Envolvimento de equipes multidisciplinares



A partir da identificação do problema através do monitoramento sistemático da qualidade da água dos mananciais, várias equipes foram incluídas para sua solução. Em trabalhos simultâneos e interdisciplinares, compostos por biólogos, químicos, engenheiros, técnicos e agentes, houve a intensificação nas coletas de água bruta e o aumento nos ensaios, demandando maior empenho por conta das equipes de coleta e de laboratório. Os resultados obtidos foram estudados pelos analistas e gerente de divisão e definiu-se os locais onde o Sistema de Aplicação de Algicidas poderia ser construído. As equipes de coleta, manutenção e o gerente definiram o melhor local, considerando segurança, acessibilidade e praticidade. Após a escolha do local, as equipes de construção civil e manutenção da unidade foram incumbidas de construir o Sistema de Aplicação de Algicidas composto por um recipiente utilizado para a preparação da solução, um misturador e duas caixas para armazenamento.

- **Concepção da solução**

A concepção de um novo modelo para controle de cianobactérias exigiu, antes de tudo, a quebra de paradigma em relação a usual aplicação de algicidas através de embarcações. Isso só foi possível através da união entre criatividade e perspicácia da equipe envolvida, que soube avaliar a tendência de agravamento do problema (floração de cianobactérias) e o impacto financeiro e operacional da técnica anteriormente utilizada.

A partir do contexto apresentado, foram realizadas reuniões para construção de um novo projeto de controle. O processo de definição passou pela análise crítica e avaliação do algicida mais adequado, das melhores dosagens, pontos e forma de aplicação, utilizando-se também da expertise de outros laboratórios da Sabesp. É importante citar que durante os encontros também foram consideradas as externalidades relacionadas ao projeto como o impacto ambiental da medida (foco na redução dos residuais de cobre), facilidade operacional (local adequado para instalação e manutenção do dosador) e maior controle da dosagem (correlação com os dados de vazão do túnel).

Após a pré-definição da alternativa, teve início o processo de prototipagem, realizado no local atual de aplicação, com o objetivo de avaliar a efetividade do controle e sua relação com as demais variáveis (financeiras, operacionais e ambientais) apontadas e discutidas na etapa preliminar. A opção pelo teste inicial, “in loco” e em escala real, ocorreu com base na dificuldade de representação, em escala piloto, da complexa dinâmica biológica do reservatório, além da necessidade de resposta efetiva ao rápido desenvolvimento do problema.

A eficiência do modelo foi colocada à prova através de diferentes panoramas de utilização, variando-se frequência, duração das aplicações e sua relação com os resultados laboratoriais de cianobactérias. Os dados obtidos permitiram a otimização dos protocolos de controle, reduzindo as concentrações totais de algicida aplicados no reservatório e ampliando a duração dos intervalos sem necessidade de intervenção química.

- **Características e funcionamento do sistema de aplicação de algicidas**

Trata-se de um sistema simples e versátil, por poder ser utilizado para a aplicação de vários tipos de algicidas. É composto por duas caixas para armazenamento do algicida, misturador elétrico, canos, registros e mangueiras, que aplicam o produto diretamente no emboque do túnel 6, no Reservatório Cachoeira, após a comporta (Figuras 2 e 3).

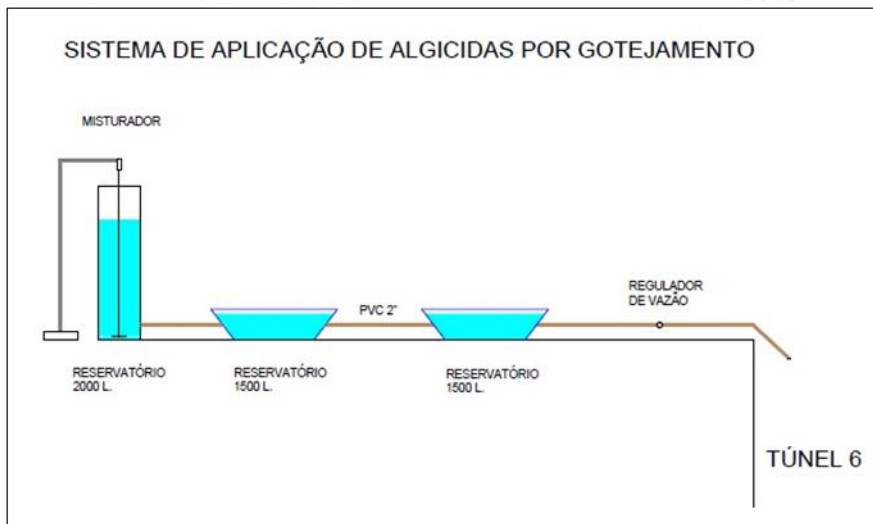


Figura 2: Esquema do sistema de aplicação de algicidas por gotejamento implantado no Reservatório Cachoeira em 2016.

Por ser um sistema de baixo custo, com materiais de fácil aquisição no mercado e que pode ser montado com mão de obra própria e não especializada, seu funcionamento praticamente não gera custos para a companhia, principalmente quando comparado à forma como é feita convencionalmente em outras áreas da empresa. Outro diferencial é o controle que o Sistema fornece sobre as dosagens do produto químico, facilitando o controle dos volumes aplicados e, com isso, possibilitando maior economia do algicida. Além disso, pode-se, em conjunto com o laboratório, estimar as melhores dosagens e concentrações do algicida a fim de tornar mais eficaz a sua aplicação.

Figura 3: Sistema de Aplicação de Algicidas no emboque do Túnel 6 (Reservatório Cachoeira).



Primeiramente, para a aplicação de Sulfato de cobre, o operador deve preparar uma solução saturada do algicida. Para isso, ele enche cerca de 1/3 da primeira caixa com água do próprio reservatório. Em seguida, liga o motor do misturador, composto por uma haste e uma hélice de motor de popa de barco, semelhante a uma bateadeira de bolo e deposita o algicida lentamente (figuras 4 e 5). Após cerca de 2 horas, depois do preenchimento da caixa com água da represa e da completa dissolução do produto químico, desliga o motor do misturador e inicia a medição da vazão de solução (figuras 6 e 7). Sua dosagem é mensurada através de um registro de pressão, uma jarra graduada e um timer. A quantidade de algicida a ser aplicada é estabelecida de acordo com a vazão do túnel, a característica morfológica das cianobactérias predominantes e o algicida a ser utilizado. Para uma vazão de abertura do túnel de 20m³/s e uma dosagem de Sulfato de cobre de 0,3ppm, por exemplo, utiliza-se 250kg do produto diluído em 2000L de água da represa. Esta solução é aplicada durante 12 horas a uma vazão de solução de 2,8L/min.



Figura 4: Dissolução e mistura do Sulfato de cobre.



Figura 5: Misturador com hélice de motor de popa de barco e caixa de 2000L utilizada para preparação da solução de Sulfato de cobre.



Figura 6: Medição da vazão de solução do algicida.



Figura 7: Registro utilizado para medir a vazão de aplicação da solução do algicida.



Figura 8: Mangueira de PEAD para aplicação de algicidas.



Figura 9: Aplicação do produto químico após a comporta.

As caixas de 1500L são utilizadas para o armazenamento da solução, no caso de um aumento na vazão do túnel, ou para possibilitar a ampliação do tempo de aplicação (figuras 8 e 9).

Em aplicações de Peróxido de hidrogênio, não há necessidade de diluição do produto, sendo necessária apenas a medição da solução de aplicação de acordo com a concentração de algicida pretendida e a vazão do túnel.

Cabe ressaltar que, por medida de segurança, o operador visita diariamente o Sistema de Aplicação de Algicidas, medindo a vazão da solução e inspecionando o desemboque do túnel para verificar se não há impactos negativos, principalmente ao meio ambiente.



RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por se tratar de variáveis ambientais complexas e de eventos inéditos ocasionados em decorrência da crise hídrica, não se sabe, ao certo, o que promoveu o aumento repentino destes microrganismos. Sabe-se, entretanto, que as cianobactérias apresentam grande tolerância às condições ambientais e climáticas externas, sobretudo, altas temperaturas e ressecamento, e que podem persistir em ambientes atingidos pela estiagem, onde há exposição do solo, devido às formas de resistência a que se podem apresentar (cistos e esporos).

Além disso, o crescimento da vegetação no entorno dos reservatórios, outrora submerso, pode ter contribuído para o aumento de nutrientes na água, quando da elevação nos níveis dos reservatórios, e a consequente morte desta vegetação. Logo, esses nutrientes seriam utilizados pelas cianobactérias, fazendo com que houvesse floração destas.

Outra possibilidade seria o carreamento de materiais orgânicos, como fertilizantes, matéria orgânica em decomposição e dejetos de animais para dentro dos reservatórios, em decorrência do retorno das chuvas.

Até o início de setembro de 2016, o número de células de cianobactérias existente no Reservatório Atibainha e nos reservatórios subsequentes manteve-se dentro da normalidade. Entretanto, a partir de meados de setembro, houve um aumento significativo destes microrganismos no Reservatório Cachoeira e no início do Reservatório Atibainha, logo após o canal de transferência.

A partir de então, várias ponderações foram feitas para que o problema fosse solucionado ou minimizado antes que houvesse comprometimento no tratamento da água. Uma delas foi a de utilizar embarcações adaptadas para a aplicação do algicida, como é prática corriqueira na Sabesp. Porém, sem contrato em vigência, aliado à escassez de recursos financeiros da empresa na pós-crise hídrica, esta possibilidade foi descartada.

Pensou-se, então, em um sistema semelhante ao das embarcações, que contemplasse recipientes para a preparação da solução e seu armazenamento, além de mangueiras e registros. Porém, construído em um canal de passagem da água, seguro e de fácil acesso, onde não fosse necessária a condução de barco até o foco da floração. A figura 10 mostra os resultados de número de cianobactérias e geosmina no AT105, primeiro ponto de monitoramento de qualidade de água após o desemboque do túnel 6.

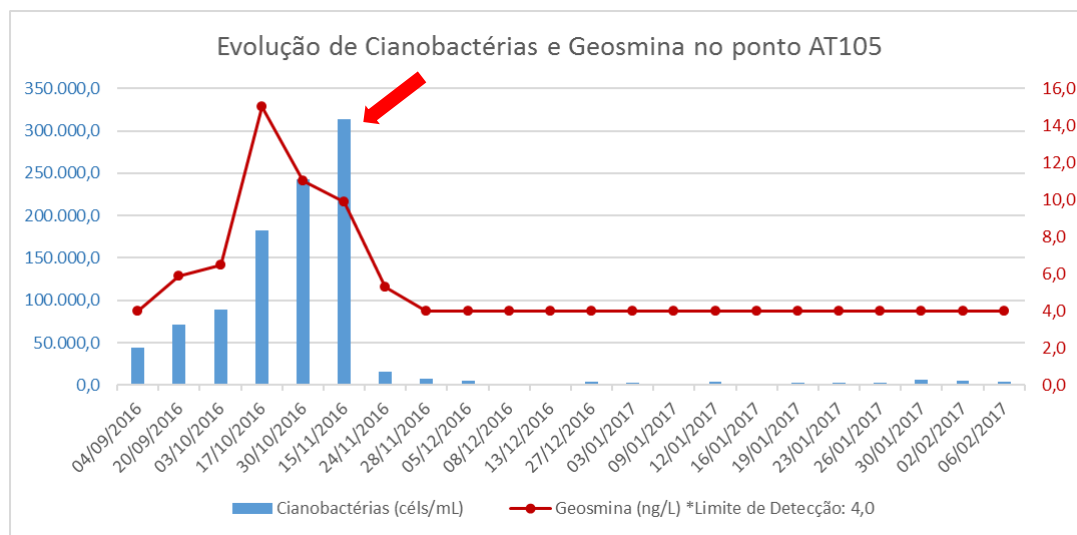


Figura 10: Número de células de cianobactérias e geosmina no ponto AT105 de setembro/16 a fevereiro/17. A seta indica o início da utilização do novo Sistema de Aplicação de Algicidas.

Vale ressaltar que a aplicação de algicidas é autorizada pelo órgão ambiental fiscalizador, no caso, a CETESB, através de um Plano de Aplicação de Algicidas e de relatórios analisados periodicamente que avaliam a quantidade de algicida aplicado e os principais parâmetros de qualidade da água, a fim de minimizar os impactos ambientais causados por este manejo.

Após o início da operação do novo Sistema de Aplicação de Algicidas, em 14 de novembro de 2016, a redução no número de cianobactérias foi de 97%, em apenas 10 dias, o que significa melhora na qualidade do manancial e atendimento à legislação vigente de maneira rápida e eficaz.

O Sistema de Aplicação de Algicidas por Gotejamento gerou uma economia de 100% para a Divisão, já que seu custo adicional para implantação foi praticamente zero, enquanto que a contratação de prestação de serviços náuticos para aplicação de produtos químicos custa, atualmente, R\$ 173.000,00/mês utilizado. A redução do custo associada à ausência de necessidade de embarcação para a realização da aplicação somou-se à diminuição do consumo de Sulfato de Cobre, contabilizado na ordem de R\$ 2.000,00/dia.



CONCLUSÃO

O Novo Sistema de Aplicação de Algicidas por Gotejamento, implantado no Sistema Cantareira no final de 2016, é simples e de baixo custo de implantação. É versátil, pois pode ser implantado em qualquer túnel ou canal de transferência onde haja fluxo constante e definido de água, além de poder ser utilizado para o tratamento da água com outros produtos químicos. Possui facilidade operacional, não sendo necessária mão-de-obra especializada para operar o Sistema. Promove agilidade e segurança na aplicação do produto químico, pois exclui a necessidade de logística embarcada do algicida para aplicação no foco da floração. Além disso, possibilita para a companhia de saneamento básico uma economia na ordem de R\$ 2.850.000,00/ano, quantia esta que pode ser reinvestida em melhoria nos processos internos da companhia, proporcionando ganhos na qualidade dos serviços prestados à população da Região Metropolitana de São Paulo.

Além da redução de custos e simplificação da atividade, este Sistema melhorou o controle sobre a quantidade de produto químico aplicado no reservatório, minimizando impactos ambientais potencialmente causados pela aplicação do algicida.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Agência Nacional das Águas. Disponível em: <http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/sala-de-situacao/sistema-cantareira/sistema-cantareira-saiba-mais>. Acesso em: 21 Mai 2018.