

## **XXIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS**

### **INSTALAÇÃO DE BARREIRAS FLUTUANTES PARA CONTENÇÃO DE RESÍDUOS E PROTEÇÃO DAS CAPTAÇÕES DE ÁGUA E O MANEJO DE MACRÓFITAS EM MANANCIAIS URBANOS NA RMSP**

*Autor: Alexandre dos Santos Bueno<sup>1</sup>; Danilo Subira<sup>2</sup>; Clodualdo Silveira<sup>3</sup>*

**RESUMO** – A ocupação desordenada no entorno das Represas/Reservatórios na Região Metropolitana de São Paulo gera um aumento do despejo de cargas poluidoras e detritos domésticos em seu corpo, desencadeando o processo de eutrofização do manancial. Este processo leva ao crescimento de plantas aquáticas - macrófitas que com as chuvas e o enchimento da Represa são arrancadas de suas raízes e seguem no sentido do vento, geralmente em direção às estruturas de captação de água para abastecimento. Esses bancos de macrófitas, juntamente com o lixo que é deixado às margens dos córregos tributários, quando chegam à captação de água entopem as grades de proteção das bombas, causando diminuição na vazão bombeada e consequente o desabastecimento público. Descrevemos nesse trabalho a prática desenvolvida e adotada para minimizar esse risco nos Mananciais urbanos.

**ABSTRACT**– The disordered occupation surrounding the Dams / Reserves in the Metropolitan Region of São Paulo an increase in the discharge of pollutant loads and debris into your body, triggering the process of eutrophication. The process leads to the growth of aquatic plants - (macrophytes) and with the rainfalls and the filling of the reservoir are ripped off off the their roots and follow in the direction of the wind, in general, to the structures of abstraction of water. The macrophytic banks, along with the garbage that is deposited in the tributary streams, when they arrive at the catchment of water and grids of protection of the pumps, reducing off the flow wather in the pump and consequent shortage off the public supply.

**Palavras-Chave** – Reservatório Urbano; Barreira.

---

1) Afiliação: Rua Graham Bell, 647 – São Paulo/SP – 11-5682-2922 – e-mail: abueno@sabesp.com.br

2) Afiliação: Rua Graham Bell, 647 – São Paulo/SP – 11-5682-2980 – e-mail: dsubira@sabesp.com.br

3) Afiliação: Rua Graham Bell, 647 – São Paulo/SP – 11-5682-2980 – e-mail: clodualdosilveira@sabesp.com.br

## INTRODUÇÃO

As margens das represas/reservatórios são protegidas por Lei Estadual nº 11.216/02, e em especial a represa do Guarapiranga possui a lei específica Lei nº 12.233, de 16 de janeiro de 2006 que define a Área de Proteção e Recuperação dos Mananciais de sua Bacia Hidrográfica. A Organização tem participação nas discussões para elaboração das Leis Específicas dos Mananciais Metropolitanos através dos Grupos de Trabalho inseridos na Câmara Técnica de Planejamento do Comitê de Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, visto a relevância do tema.

Entretanto ainda persiste a ocupação desordenada no entorno das Represas/Reservatórios na Região Metropolitana de São Paulo que gera um aumento do despejo de cargas poluidoras e detritos domésticos em seu corpo, desencadeando o processo de Eutrofização do manancial. Este processo leva ao crescimento de plantas aquáticas - macrófitas que com as chuvas e o enchimento da Represa são arrancadas de suas raízes e seguem no sentido do vento se espalhando pelo espelho d'água.

Com as dificuldades institucionais e sociais para implementação das políticas de controle de áreas de mananciais, uma solução definitiva somente é possível no longo prazo. Soma-se o agravante de que quanto maior a comunidade no entorno de reservatórios, maior o carregamento de cargas poluidoras, além das alterações no nível do reservatório natural nos períodos de estiagem e chuvas que agravam ainda mais a situação, criando um cenário periódico de problemas de impactos negativos.

Além disso, por ser um reservatório de múltiplos usos, a represa do Guarapiranga, importante manancial para a Região Metropolitana de São Paulo - RMSP é muito procurada nos finais de semana para recreação, pesca e esportes náuticos pela população. Há um grande número de clubes no seu entorno, sendo que estes possuem como principal atividade os esportes náuticos (vela, jetsky, etc). Outra atração da represa são os parques lineares e os restaurantes que costumam receber centenas de pessoas que utilizam a paisagem da represa para passar os finais de semana com os amigos e a família. Esta população que frequenta a represa é a primeira a cobrar ações de despoluição, através da imprensa local. Os clubes acionam os órgãos gestores através das associações e das subpreituras, que por sua vez, demandam os órgãos do Estado (DAEE, EMAE e SABESP).

O processo de Eutrofização traz problemas tais como o crescimento desordenado de plantas aquáticas - macrófitas e o acúmulo de detritos e lixos domésticos no corpo do manancial. Esses bancos de plantas aquáticas, juntamente com o lixo que é jogado às margens e que chega ao reservatório através de seus córregos tributários, ao chegarem à captação de água para tratamento, entopem as grades das bombas causando prejuízos à Organização, que pode ficar periodicamente impossibilitada de utilizar seus insumos de produção. Fator esse crítico para o seu desempenho e atendimento à

população. Infelizmente, a melhoria do processo de Eutrofização envolve muitos atores, visto que está relacionada às condições de poluição relatados anteriormente.

Para solução, hoje é adotado o manejo das plantas aquáticas e a gestão dos resíduos nos corpos d'água através de um trabalho mensal sistêmico, realizando a coleta e remoção de plantas aquáticas do manancial Guarapiranga com embarcações, e que em momentos de “bloom”, é tratado através de uma prática de gestão, em trabalho de ação conjunta com as Subpreituras (transporte para aterros) e o outros órgãos do Estado (Depto de Águas e Energia Elétrica DAEE, Empresa Metropolitana de Águas e Energia EMAE e SABESP). Este tipo de manejo conserva a paisagem cênica e traz benefícios à operação do sistema, adiando paradas para limpeza das grades de captação de água mas mantém as estruturas de captação sob risco.

A interferência de plantas aquáticas não é problema apenas das empresas de saneamento que possuem estruturas de captação de água em Represas. Também as empresas do setor elétrico sofrem com entupimento de turbinas, ocasionando interrupções no fornecimento. As tratativas para o problema, entretanto, possuem diferenças de escala e estão também relacionadas ao objetivo do uso das águas do Reservatório.

## **PROBLEMÁTICA**

A sucção de água pela bomba de captação na Guarapiranga geralmente provoca um vórtice na superfície, no ponto de captação, que está aproximadamente a 12 metros de profundidade. Este vórtice suga bancos de macrófitas e detritos que se posicionam sobre este ponto e entopem as grades de captação, ocasionando uma grande perda de carga entre os níveis da represa e os poços de sucção do sistema de bombeamento de água bruta, diminuindo a vazão de água aduzida para abastecimento.

Os resultados da remoção das macrófitas e resíduos são satisfatórios, mas mantém o risco de paradas não programadas das bombas de captação. Em reuniões com a equipe operacional da área e engenharia, foi avaliada a quantidade de parada e horas desabastecidas em função desse serviço de manutenção. Levantou-se que o trabalho de coleta e remoção das macrófitas e resíduos precisa ser mantido para a redução de volume a um nível razoável, visto que também contribui para manutenção da qualidade das águas. É fato também que outros mananciais apresentam o mesmo problema de entupimento das captações e que é necessário avaliar alternativas para solução.

Para a SABESP, os casos de paradas não programadas no bombeamento de água para limpeza das grades de captação, tanto no sistema Guarapiranga quanto no sistema Cotia, foram cruciais para a procura de algo que eliminasse este problema. Como citado anteriormente o problema é visível e em busca de melhorias para o próprio processo, foi formado Grupo de Trabalho - GT formado pela equipe da unidade responsável pelo manancial, unidade de manutenção e os parceiros e iniciou uma

série de ações para tentar desenvolver um dispositivo que minimizasse os impactos causados pela presença dos detritos na zona de captação de água. Foi definido que deveria ser desenvolvido um mecanismo para proteção das estruturas contra as macrófitas que são a causa do entupimento nas captações.

Para a SABESP, os casos de paradas não programadas no bombeamento de água para limpeza das grades de captação, tanto no sistema Guarapiranga quanto no sistema Cotia, foram cruciais para a procura de algo que eliminasse este problema. Como citado anteriormente o problema é visível e em busca de melhorias para o próprio processo, foi formado Grupo de Trabalho - GT formado pela equipe da unidade responsável pelo manancial, unidade de manutenção e os parceiros e iniciou uma série de ações para tentar desenvolver um dispositivo que minimizasse os impactos causados pela presença dos detritos na zona de captação de água. Foi definido que deveria ser desenvolvido um mecanismo para proteção das estruturas contra as macrófitas que são a causa do entupimento nas captações.

## PLANEJAMENTO DA SOLUÇÃO

Logo nas primeiras reuniões foi decidido a implantação de barreiras flutuantes. A Organização possuía uma experiência anterior com docentes da Universidade Estadual Paulista UNESP Botucatu em outros trabalhos e acionou novamente essa parceria para elaboração do projeto. Utilizando a experiência dos parceiros na elaboração destes tipos de projetos e confecção destes tipos de dispositivos, e a oportunidade de utilizar os tubos de PEAD's que encontravam-se disponíveis e sem uso em outra Unidade, o GT fez visitas nas áreas de captação e elaboraram um projeto preliminar da barreira de contenção flutuante.

O Método de Análise e Solução de Problemas foi aplicado, utilizando a estrutura baseada no PDCA. Desta forma, cada barreira de contenção foi analisada de forma individual, levando em consideração suas dimensões e posicionamento, porém as soluções implantadas deviam seguir um mesmo padrão de confecção.

O projeto preliminar discutiu sobre estes custos de implantação da prática. A análise dos custos, *payback*, demonstrou a viabilidade da contratação de uma empresa especializada, para a solda dos tubos em PEAD e a aquisição de materiais diversos além do recolhimento do ART pelo engenheiro naval responsável pela barreira flutuante.

Uma das fontes de inspiração para idealização do projeto foram às barreiras de contenção flutuantes instaladas em usinas de grande porte no Brasil e no mundo.

Os custos em geral de um projeto e a aquisição deste tipo de barreiras são relevantes, além de envolver a manutenção periódica dos dispositivos e reposição de materiais específicos.

Para o aproveitamento dos tubos de PEAD que foram utilizados no sistema Cantareira, no bombeamento da reserva técnica durante a crise hídrica 2014/2015 o projeto preliminar foi idealizado inicialmente para a captação Guarapiranga e em seguida para a Captação Cotia. Com a visível redução dos custos, comparando entre a aquisição de uma barreira flutuante no mercado com a confecção de barreiras flutuantes com os PEAD's, foi crucial para a implementação do projeto.

#### Concepção básica do projeto preliminar:

- Esboço do dispositivo na zona captação e definição das dimensões (Figura 1 e 2);
- Definições do apoitamento com quantidade e peso das poitas a serem instaladas;
- Confecção das poitas conforme o projeto do Eng<sup>o</sup> Naval;
- Transporte dos tubos de PEAD disponíveis do Sistema Cantareira para os locais de instalação;
- Contratação de empresa especializada para efetuar as soldas dos tubos PEAD;
- Mobilização de máquinas e equipamentos para instalação terrestre/fluvial;
- Instalação de poitas fluviais e ajustes das barreiras na zona de captação;
- Instalação das telas metálicas (saías) nas barreiras flutuantes;
- Operacionalização das barreiras;



Figura 1 – Projeto da Barreira de contenção flutuante no manancial Guarapiranga com 80m de comprimento.



Figura 2 – Projeto da barreira de contenção flutuante no manancial do Baixo Cotia com 40m de comprimento.

Com o apoio do Engenheiro Naval – Professor Doutor Luis Fernando Bravin Nicolosi da UNESP Botucatu, foram efetuados os cálculos para dimensionamento do sistema de ancoragem e amarração da barreira flutuante na captação Guarapiranga (Figura 3). Este sistema foi dimensionado através de poitas de 2 t, cabos correntes e anilhas, além de uma abraçadeira desenvolvida na Sabesp (Figura 4) para a amarração dos cabos de apoitamento na barreira flutuante.

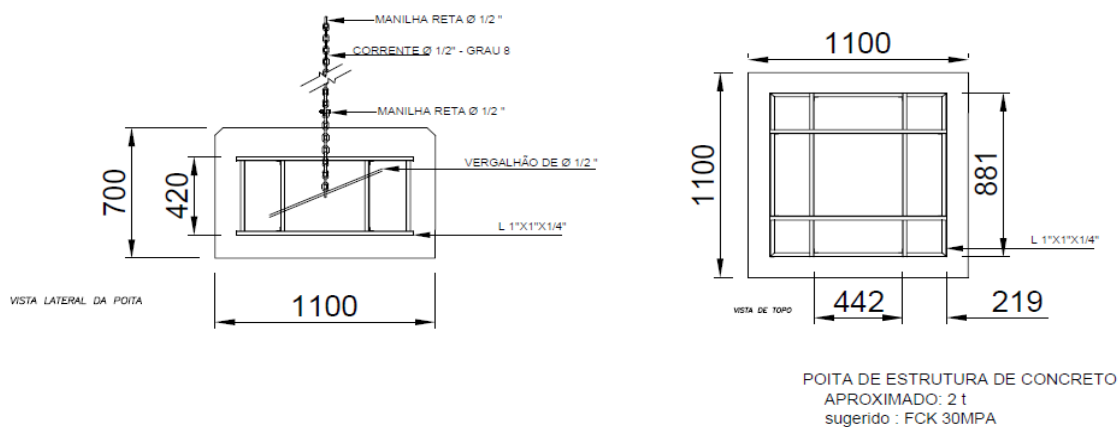


Figura 3 – Projeto da poita de 2000 kg para ancoragem, fixação e posicionamento fluvial da barreira flutuante.

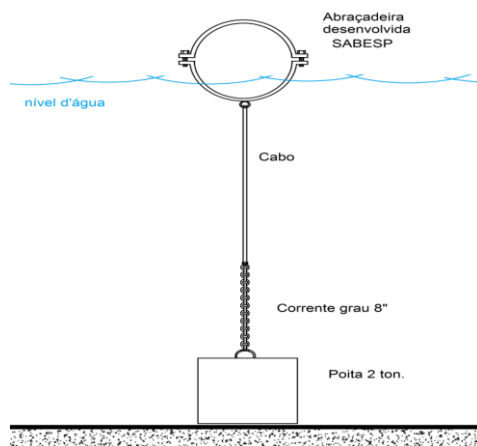


Figura 4 – Projeto do sistema de apoitamento fluvial da barreira flutuante com fixação de abraçadeiras.

A Estrutura de Acompanhamento do Projeto - EAP foi organizada como a raiz de uma árvore, onde as entregas mais abrangentes são posicionadas no topo e as mais específicas ficam na parte inferior, agrupadas por níveis hierárquicos.

Os subprodutos são decompostos até que possam ser atribuídos a uma equipe, o que permite o melhor gerenciamento do projeto e de forma mais rápida e fácil. Uma inovação na administração do projeto foi que cada item macro desta EAP foi gerenciado por unidades diferentes na Sabesp.

### **OPERAÇÃO DAS BARREIRAS DE CONTENÇÃO**

O dispositivo funciona da forma a seguir: Os tubos de PEAD de 1000mm de diâmetro, tamponados flutuam sobre a lâmina de água, e como estão ancorados, fazem a contenção do material flutuante oriundo dos corpos d'água vindos em direção da captação. A tela metálica de aproximadamente 2 metros de altura funciona como uma espécie de “saia” que faz a contenção dos detritos que vem por baixo d'água até esta profundidade (Figura 5).

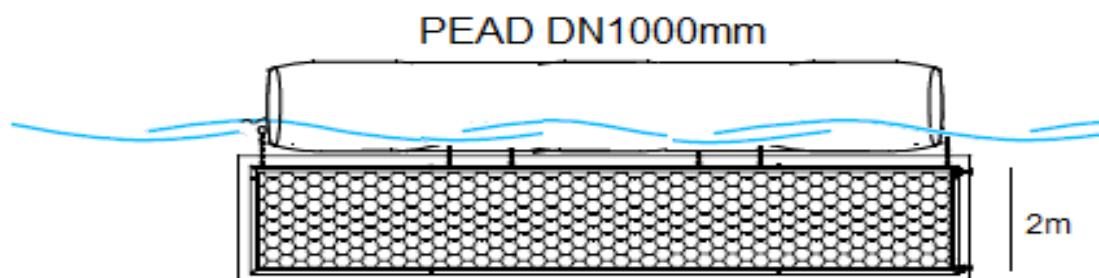


Figura 5 – Esquemático da estrutura de barreira de contenção flutuante com tela de contenção submersa.

Uma equipe embarcada mantém a coleta do material flutuante quando há um grande acúmulo de detritos e lixo. Periodicamente as equipes da Sabesp fazem a vistoria da barreira de contenção, verificando como estão os apoitamentos, cabos, e a posição da barreira de forma a verificar a eficácia da funcionalidade das mesmas.

Abaixo nas Figuras 6, 7 e 8, seguem as fotos da barreira de contenção flutuante em operação nos sistemas Guarapiranga, Cotia e Rio Grande.



Figura 6 – Vista aérea da barreira de contenção Flutuante operando no manancial Guarapiranga.



Figura 7 – Barreira de contenção flutuante operando após fortes chuvas na captação baixo Cotia.



Figura 8 – Vista aérea da barreira de contenção Flutuante operando no manancial Rio Grande.



Num período favorável em termos de pluviometria na região, a barreira instalada no manancial do Sistema Baixo Cotia, por si só consegue desempenhar o papel de proteção da captação de água, porém no manancial do Guarapiranga, devido a dinâmica do manancial, ocorrem outros processos que tornam a situação um pouco mais complicada. Ocorrendo um aumento rápido no nível na represa Guarapiranga, trazem como consequência o desprendimento de bancos de macrófitas que abrem espaço para movimentação das macrófitas destes locais de confinamento para dentro do reservatório. Em condições de floração excessiva, a Sabesp, através de uma prática de gestão, coordena uma ação para envolver os principais órgãos e atores que contribuem para uma solução rápida para retirada das macrófitas da Guarapiranga.



Figura 9 – Embarcações SABESP efetuando arrastes na represa Guarapiranga – Trabalho sistêmico.

## RESULTADOS OBTIDOS

Desde a implantação das barreiras de contenção flutuantes, no sistema Guarapiranga em Agosto 2016, sistema Cotia em Março de 2017 sistema Rio Grande em Março 2018, a Sabesp já verificou muitos benefícios.

No sistema Guarapiranga, avaliando primeiramente as frequências das paradas do sistema por acúmulos de detritos na captação, é possível observar o ótimo resultado obtido. No período anterior à instalação das barreiras ocorreram 11 paradas, e após instalação da barreira, até o momento (abril 2019) houve apenas 1 ocorrência no final de 2017 (Figura 10).

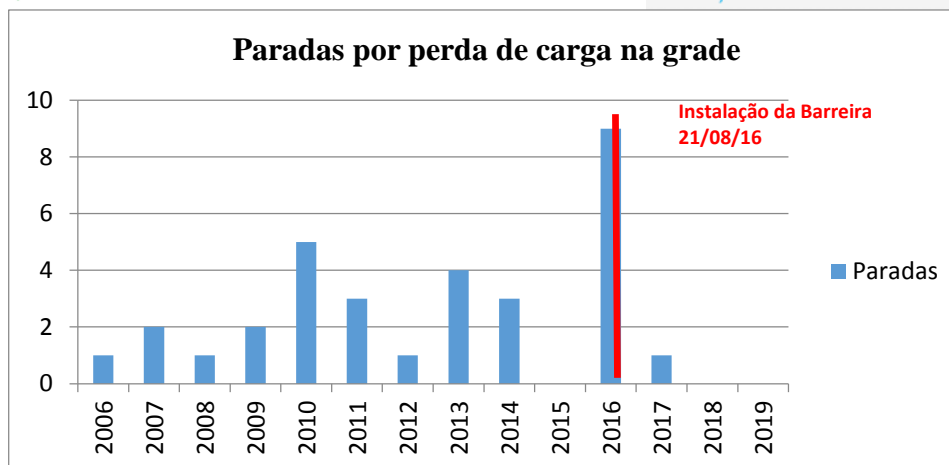


Figura 10 – Número anual de paradas do Sistema Guarapiranga por entupimento de grades de captação.

Os benefícios de não desabastecer o sistema por ocorrências de entupimento são importantes. Uma parada não programada do sistema Guarapiranga, desabastece a Estação de Tratamento de Água ABV - ETA ABV, responsável por fornecer água para cerca de 4 milhões de pessoas da RMSP.

Os trabalhos de limpeza das grades de captação envolvem a contratação de mergulhadores e a utilização de máquinas e equipamentos de guindar, para içamento dos detritos para a superfície.

No sistema Cotia, após a instalação da barreira, já foi notado uma diferença significativa nas limpezas diárias do sistema de gradeamento da captação pelos operadores da ETA. Antes da instalação da barreira em média eram retirados cerca de 10 sacos (100L) diariamente. Com a instalação da barreira de contenção este número diminuiu apresentando uma redução de 90% de detritos.

O Sistema Rio Grande atualmente está protegido e de forma robusta, o que evitará paradas no sistema por acúmulos de plantas aquáticas.

O desempenho do sistema demonstra, além das reduções em custos operacionais, que é uma alternativa competitiva na metodologia de operação de sistemas de água da Sabesp.

## REFERÊNCIAS

VIEIRA FILHO, GERALDO (2014). GESTÃO DA QUALIDADE TOTAL. CAMPINAS: ALINEA. pp. 24, 25

CARVALHO, F. T. et al. Plantas aquáticas e nível de infestação das espécies presentes no reservatório de Barra Bonita, no rio Tietê. Planta Daninha, v. 21, n. 1, p. 15-19, 2003.

VELINI, E. D.; NEGRISOLI, E. Controle de plantas daninhas em cana crua. In: Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas. 2000. p. 148-164