

REPRESA GUARAPIRANGA: DESAFIO DA OPERAÇÃO DE MANANCIAL URBANO PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO EM UMA DAS MAIORES METRÓPOLES DO MUNDO - RMSP

Fabiana Akemi Kudo ⁽¹⁾

Graduada em Ciências Biológicas pelo Instituto de Biociências de Botucatu (UNESP), Mestre e Doutora em Ciências Biológicas (Zoologia) pelo Instituto de Biociências de Botucatu (UNESP). Supervisora da Divisão de Recursos Hídricos Metropolitanos Sudoeste da Sabesp.

Alexandre dos Santos Bueno

Graduado em Administração com ênfase em Análise de Sistemas pela Faculdade Radial SP, Especialista em Gestão Pública pelo Instituto Nacional de Pós-Graduação, Mestre em Aquicultura e Pesca pelo Instituto de Pesca – SP, Gerente da Divisão de Recursos Hídricos Metropolitanos Norte da Sabesp

Rosemeire Alves Laganaro

Química pela Universidade Presbiteriana Mackenzie com mestrado em Saneamento pela Poli USP e MBA em gestão de projetos pela FGV, atua na Divisão de Gestão e Desenvolvimento Operacional de Recursos Hídricos Metropolitanos da Sabesp.

Suely Matsuguma

Engenheira Civil (EPUSP) com especialização em Engenharia de Controle da Poluição Ambiental pela Faculdade de Saúde Pública da USP e MBA Executivo pelo Instituto Mauá de Tecnologia, atua no Departamento de Recursos Hídricos Metropolitanos da Sabesp.

Mara Ramos

Engenheira Civil com especialização em Gestão Ambiental pela Faculdade de Saúde Pública da USP e mestrado em Gestão de Recursos Hídricos pelo Instituto UNESCO-IHE (Delft Holanda), Gerente do Departamento de Recursos Hídricos Metropolitanos da Sabesp.

Endereço⁽¹⁾: Rua Graham Bell, 647 – Alto da Boa Vista – São Paulo – SP - CEP: 04737-030 - Brasil - Tel: (11) 5682-2924 - e-mail: fkudo@sabesp.com.br

RESUMO

Represas destinadas ao abastecimento humano localizadas em áreas densamente povoadas como os principais mananciais da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) sofrem com interferências na qualidade da água, na operação das estruturas e na gestão de forma geral. A eutrofização, proliferação de plantas aquáticas, entre outros problemas, podem ter consequências à saúde pública, ao meio ambiente e custos adicionais ao tratamento da água. A represa do Guarapiranga, responsável pelo abastecimento de aproximadamente 4 milhões de pessoas, faz parte do terceiro maior Sistema Produtor da RMSP. A história de ocupação da sua sub-bacia hidrográfica, iniciada nas décadas de 1940 e 1950, reflete hoje nas águas da represa. Planejamento e uma metodologia aplicados à operação do manancial se fazem necessários para sua preservação e garantia do recurso hídrico. O manejo e operação dirigidos por um tripé constituído por Gestão, Novas Tecnologias e Parceiras Institucionais constituem a chave para bons resultados e um prognóstico de segurança para a conservação do manancial. São apresentadas ações que, aplicadas na sub-bacia da represa Guarapiranga, veem garantindo o abastecimento de grande porção da população da RMSP.

PALAVRAS-CHAVE: Manancial urbano, Guarapiranga, qualidade da água, gestão de recurso hídrico

INTRODUÇÃO

A represa Guarapiranga, concebida inicialmente para geração de energia, ganhou protagonismo na utilização para abastecimento público na medida em que a população da RMSP cresceu nos anos 50 e 70 em função dos

movimentos migratórios. É de propriedade da EMAE (Empresa Metropolitana de Águas e Energia) e responsável hoje pelo abastecimento de aproximadamente 4 milhões de pessoas sendo parte do terceiro maior Sistema Produtor de Água da RMSP com capacidade de produção de $15\text{m}^3 \text{ s}^{-1}$ que representam 22% da demanda da RMSP

A Sabesp Cia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo opera mais de 370 municípios e atende com serviços de abastecimento de água e coleta de esgotos mais de 66% da população do Estado. Opera, além dos recursos hídricos do Sistema Guarapiranga, outros grandes sistemas produtores na RMSP que somam 17 represas e que compõem o Sistema Integrado Metropolitano - SIM (Tabela 1).

SISTEMA	REPRESAS
Guarapiranga	Represa Guarapiranga, Capivari, Braço Taquacetuba da Represa Billings
Cantareira	Jaguari, Jacareí, Cachoeira, Atibainha, Paiva Castro, Águas Claras
Alto Tietê	Ponte Nova, Paraitinga, Biritiba, Jundiaí, Taiaçupeba
Rio Grande	Braço Rio Grande e Braço Rio Pequeno da Represa Billings
Alto Cotia	Represa Pedro Beicht e Represa da Graça
Rio Claro	Represa do Ribeirão do Campo
São Lourenço	Represa Cachoeira do França

Tabela 1 – Represas operadas pela Sabesp na RMSP - SIM

A barragem do Guarapiranga foi construída pela São Paulo Tramway, Light and Power Company entre 1906 e 1909 para controlar a vazão do rio Tietê e para aumentar a capacidade de geração de energia elétrica pela Usina Santana de Parnaíba (SABESP, 2008). Em 1929, o reservatório Guarapiranga era a principal fonte de abastecimento de água do município de São Paulo, fornecendo aproximadamente 86.400 m^3 de água potável por dia ($1\text{m}^3/\text{s}$).

Suas águas são conduzidas para a Estação de Tratamento de Água ETA Rodolfo José da Costa e Silva no bairro do Alto da Boa Vista, abastecendo cerca de 4 milhões de pessoas das regiões Sul e Sudoeste da RMSP. Para reforçar este manancial, a SABESP utiliza o bombeamento do rio Capivari e o sistema Taquacetuba (Billings), cujas águas são aduzidas para o reservatório Guarapiranga.

O manancial do Guarapiranga é classificado como Classe 1 (Decreto Estadual 10.755 de 22/11/1977) e os padrões de qualidade estão definidos na Resolução CONAMA 357/2005 – Classe 1. Possui Lei Específica (Lei Estadual nº 12.233 de 16 de janeiro de 2006) que tem como um dos objetivos assegurar a qualidade de água para o abastecimento da população, promovendo ações de preservação, recuperação e conservação dos mananciais.

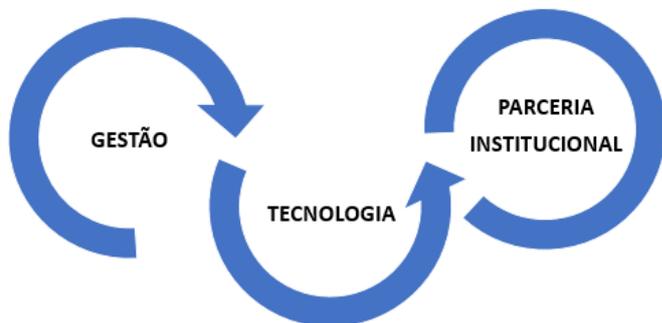
A sub-bacia do Guarapiranga vem sofrendo grande pressão urbana ao longo do tempo e dada a complexidade dos fatores envolvidos, a operação deste importante manancial urbano requer uma abordagem integrada e sistêmica para ações assertivas.

OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é apresentar a metodologia adotada para operação de manancial para abastecimento num contexto urbano, com todas as interferências na qualidade da água e dificuldades operacionais, utilizando ferramentas para Gestão, Novas Tecnologias e Parceria Institucional com os usuários do entorno e entes públicos. Busca-se compartilhar a experiência de aplicação da metodologia na Represa Guarapiranga e seus resultados.

METODOLOGIA E RESULTADOS

Para gestão do manancial a Sabesp realiza abordagem voltada à Gestão, Aplicação de novas Tecnologias e Parceira Institucional apresentados a seguir.



1. Gestão

a. Conhecimento do uso e ocupação do solo

A represa Guarapiranga possui espelho d'água de 26,6 km², profundidade máxima de 13 metros, tempo de retenção teórico de 146,6 dias e volume máximo de armazenamento de 190,12 hm³. Os principais tributários são os rios Embu-Mirim, Embu-Guaçu e Parelheiros, além de diversos córregos que têm importante contribuição de nutrientes para a represa, como os córregos Guavirutuba e Itupu.

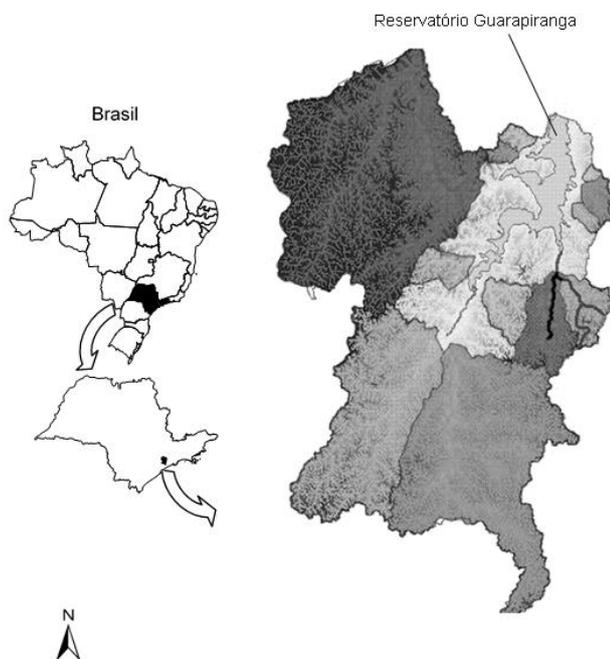


Figura 1: Localização da bacia hidrográfica do reservatório Guarapiranga, SP.

A sub-bacia do Guarapiranga pertence à sub-bacia do Alto Tietê e compreende os municípios de Cotia, Embu, Itapeçerica da Serra, Juquitiba, São Lourenço da Serra, São Paulo e toda a área do município de Embu-Guaçu. Está localizada na porção sudoeste da Região Metropolitana de São Paulo (23°43'S; 46°32'W), com uma área de drenagem de 631 Km² (Figura 1). Os usos antrópicos ocupam 42% da área total da bacia e incluem atividades agrícolas, mineração, indústrias, áreas de lazer, habitação, entre outros (Whately, Cunha, 2006).

Neste período, novos assentamentos estabeleceram-se próximo ao reservatório, principalmente casas e clubes de lazer. Entre as décadas de 40 e 50, com a explosão industrial ao redor do mundo, indústrias

foram estabelecidas a jusante, logo após a barragem da Guarapiranga. Assim, a sub-bacia tornou-se uma importante área para geração de empregos e como consequência, para o desenvolvimento residencial (Borelli, 2006). A partir da década de 70, problemas ambientais na sub-bacia emergiram, comprometendo a qualidade e quantidade de água. Assim, almejando regular o uso e ocupação e proteger os mananciais do Estado de São Paulo, duas leis estaduais foram promulgadas: Lei 898/1975 e Lei 1172/1976. Estas leis conseguiram controlar o desenvolvimento industrial na sub-bacia, mas ao mesmo tempo, estas leis depreciaram o valor imobiliário da região, encorajando a expansão urbana descontrolada (Borelli, 2006).

Em 1997, a Lei Estadual 9.866 foi promulgada, e apesar de alguma melhoria ter sido obtida na sub-bacia, os loteamentos populares continuaram a aumentar. Nesta época, estimava-se 766.810 habitantes vivendo na região e este número continuou a aumentar (Figura 2 e 3).

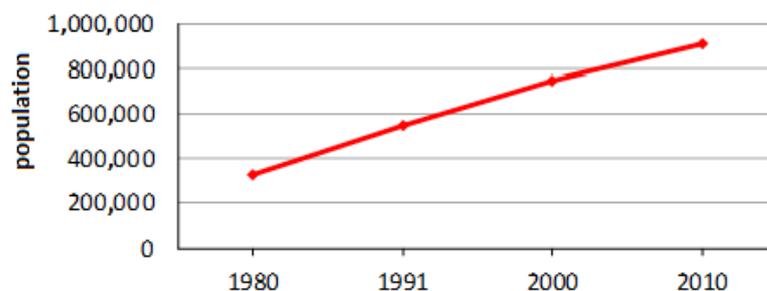


Figura 2 – Crescimento populacional na sub-bacia do reservatório Guarapiranga entre 1980 e 2010 (Fonte Araújo, 2017).



Figura 6 – Ocupação da sub-bacia nas proximidades da barragem e captação (Fonte Sabesp).

Em 2006, a Lei Específica da represa Guarapiranga (Lei 12.233/2006) foi promulgada e entre seus objetivos está a promoção do desenvolvimento sustentável da sub-bacia em uma gestão participativa.

Cerca de 1/3 da área total da bacia do Guarapiranga está ocupada por mais de 200 loteamentos irregulares além de mais de 176 comunidades, responsáveis pela grande quantidade de esgoto e lixo carreado para os córregos, comprometendo a qualidade das águas da Bacia e colocando em risco o reservatório como fonte de abastecimento da população. Para mitigar o impacto da degradação nessas fontes, a Sabesp monitora e preserva as áreas no entorno do manancial (Área de Proteção Ambiental Capivari-Monos e Área de Proteção Ambiental Bororé-Colônia) e utiliza este conhecimento sistêmico para formatar ações e Programas para melhoria da operação e manejo.

b. Conhecimento das características da Água Bruta

A represa sofre com as consequências da ocupação e como corpo d'água vivo, o excesso de nutrientes (fósforo e nitrogênio) provoca a floração de algas, presença de cianobactérias e crescimento de plantas aquáticas – macrófitas. (Figura 4)

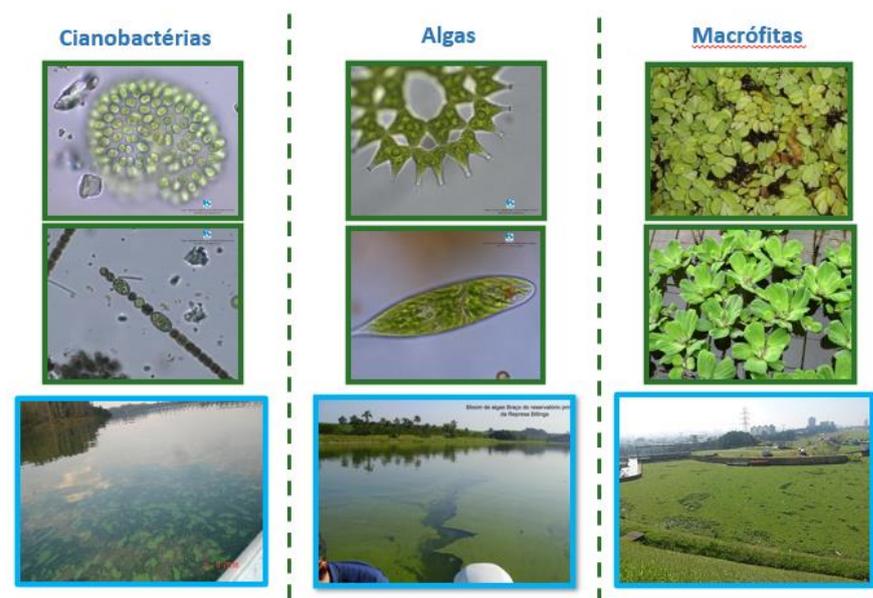


Figura 4 – Organismos que interferem na qualidade da água para abastecimento público.

A Sabesp realiza o monitoramento da qualidade da água dos mananciais através de coletas e ensaios laboratoriais e in loco, buscando maior rapidez para detecção de problemas e tomada de decisão mais rápida. Todo esse Programa de monitoramento sistemático é realizado em pontos estratégicos do reservatório e em seus principais tributários, próximos à desembocadura na represa. Os principais parâmetros monitorados são cianobactérias (método de Sedgewick-Rafter), nitrogênio amoniacal (ICP – OES Cromatografia Iônica) e fósforo total (cromatografia iônica ICP-OES). Após a análise, avalia-se os pontos críticos com potencial para floração e quando necessário, faz-se a aplicação de algicida, seguindo todas as determinações da Resolução SMA/SSRH N°4 de 22/11/2012.

Os dados coletados alimentam um banco de dados que propicia o cálculo de Indicadores e o acompanhamento histórico de parâmetros. Os Indicadores considerados Estratégicos para a RMSB são o IGQM – Índice Geral de Qualidade dos Mananciais e o IAP – Índice de Qualidade da Água para Abastecimento Público, cujos parâmetros refletem a presença de esgoto doméstico, e/ou compostos tóxicos e organolépticos, na água bruta. A evolução mensal desses Indicadores analisada em conjunto com os mapeamentos e informações obtidas na análise sistêmica da bacia são os balizadores para a tomada de decisões.

IGQM é um produtório dos resultados dos parâmetros indicativos da poluição por esgotos sanitários, sendo calculado a partir das médias dos parâmetros analisados de fósforo total, nitrogênio total, *E. coli* e demanda bioquímica de oxigênio – DBO. (Figura 5)

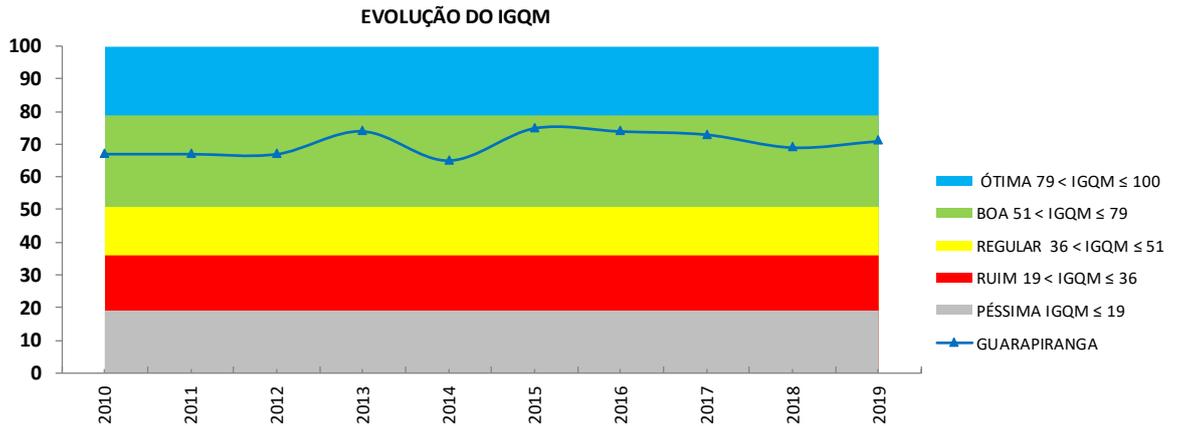


Figura 5 – Evolução anual do IGQM no reservatório Guarapiranga de 2010 a 2019.

IAP é o produto da ponderação dos resultados do IQA-Índice de Qualidade de Águas e do ISTO - Índice de Substâncias Tóxicas e Organolépticas, onde IQA tem como variáveis indicativas de poluição por esgotos sanitários: Temperatura da Água, pH, Oxigênio Dissolvido, Demanda Bioquímica de Oxigênio, Coliformes Termotolerantes/E. coli, Nitrogênio Total, Fósforo Total, Sólido Total e Turbidez) e ISTO tem como variáveis presentes na água bruta, indicativas de toxicidade e/ou gosto e odor na água tratada ou seja, seus valores podem direcionar alterações no processo de tratamento e /ou redefinir o monitoramento para atendimento legal na água final: Potencial de Formação de Trihalometanos - PFTHM, Número de Células de Cianobactérias, Cádmio, Chumbo, Cromo Total, Mercúrio e Níquel; e, Ferro, Manganês, Alumínio, Cobre e Zinco (Figura 6).

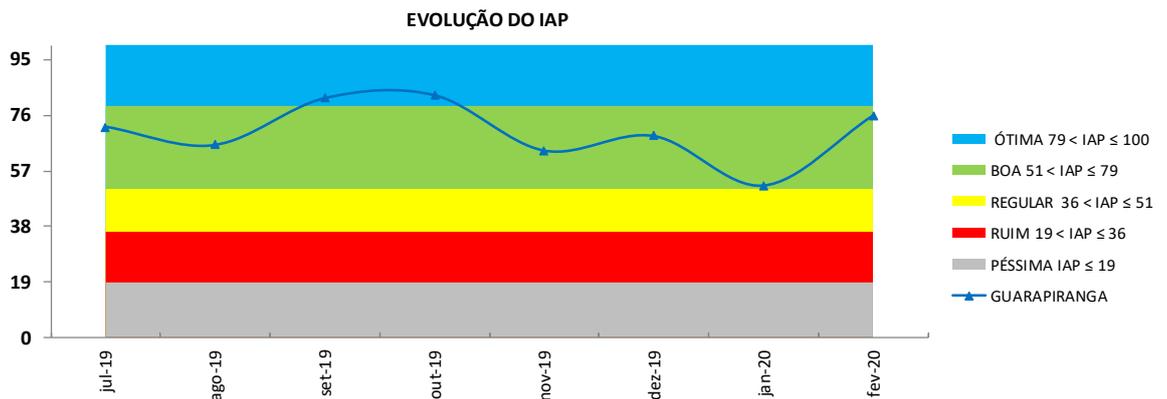


Figura 6 – Evolução do IAP no reservatório Guarapiranga de julho/2019 a fevereiro/2020.

c. Conhecimento da hidrografia da bacia, principais tributários – Mapear e monitorar os tributários mais relevantes

Conjuntamente às ações de coleta e análise de parâmetros de qualidade da água nos tributários, o mapeamento dos córregos e rios permite a observação, e demandou a elaboração de um **ranking dos tributários em termos de cargas de fósforo afluente a represa** (Tabela 2 e Figura 7). Dessa forma,

esse ranking subsidia o planejamento e priorização de empreendimentos para acompanhamento do crescimento demográfico apesar de ser elevado o número de moradias e ocupação de áreas irregulares. Estima-se que mais de 1,2 milhão de pessoas ocupem de forma irregular as áreas que drenam para o Manancial.

SISTEMA GUARAPIRANGA			Histórico 2017-2018	RESULTADOS MÉDIOS DE ENSAIOS (2019)					
Represa	Tributário	Ponto	Carga Fósforo-tempo seco kg/dia	Ranking 2019	Carga Fósforo-tempo seco kg/dia	Vazão (seco) m ³ /s	Vazão (úmido) m ³ /s	Fósforo Total (seco) mg/L	Fósforo Total (úmido) mg/L
Guarapiranga	Embu Mirim	GU218	158,3372	1º	87,3200	3,5790	3,7370	0,3111	0,5053
Guarapiranga	Parelheiros	GU213	46,4668	2º	24,5300	0,3480	0,3380	0,8230	0,7975
Guarapiranga	Rio Bonito - Pedras	GU210	41,5796	3º	18,5300	0,0870	0,0400	2,6010	2,1600
Guarapiranga	Guavirutuba	GU220	32,1288	4º	30,6700	0,0910	0,0660	3,9290	3,7545
Guarapiranga	Itupu	GU219	17,7344	5º	18,0600	0,0770	0,0750	2,7177	2,4125
Guarapiranga	São José	GU211	11,9814	6º	19,3800	0,0680	0,0740	3,3345	2,6700
Guarapiranga	Tanquinho	GU212	11,0049	7º	14,7700	0,0880	0,0540	1,9270	1,6264
Guarapiranga	Embu Guaçu	GU216	10,9343	8º	12,3900	3,7610	4,2670	0,0408	0,0390
Guarapiranga	Córrego sem nome	GU209	0,1771	9º	0,2100	0,0170	0,0070	0,1110	0,0305

Tabela 2 – Ranking dos tributários Guarapiranga 2019

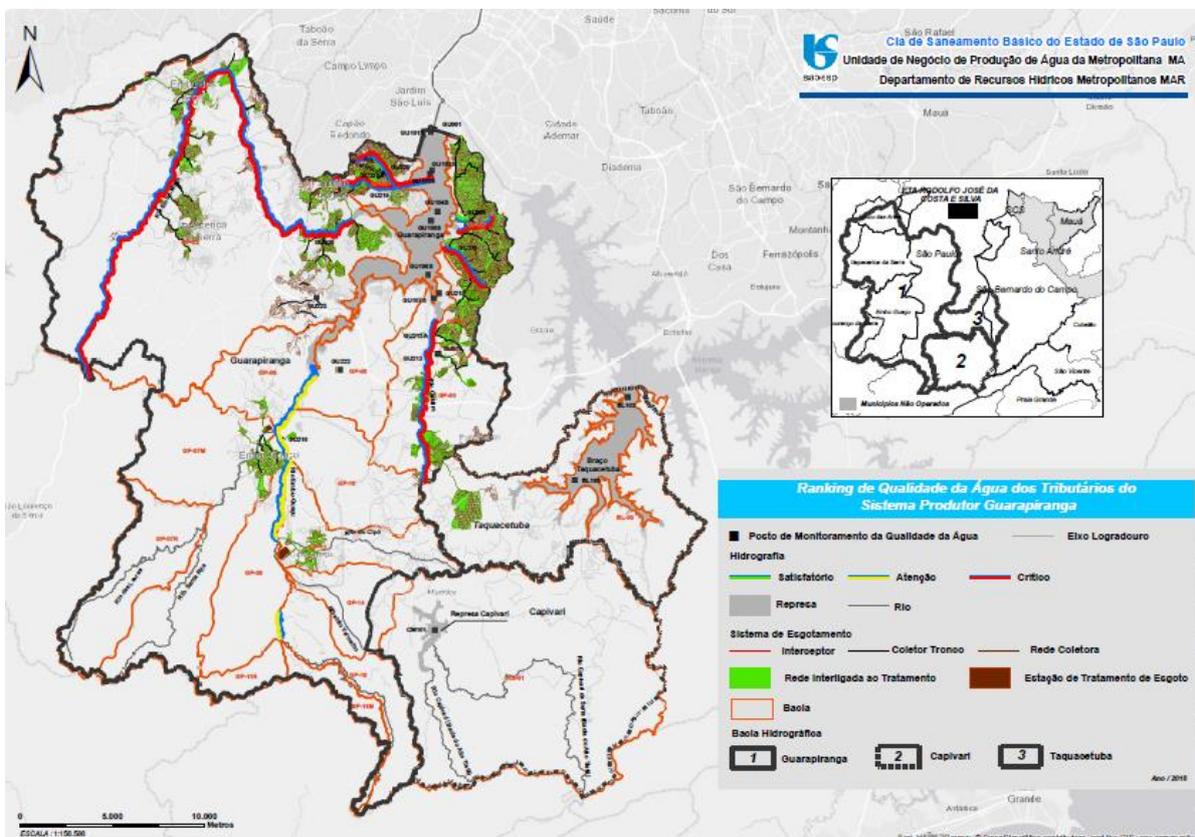


Figura 7 – Mapeamento do Ranking dos tributários Guarapiranga 2019

d. Programa Nossa Guarapiranga

A partir do conhecimento dos problemas da Bacia foi formatado o Programa Nossa Guarapiranga para Gestão de algumas ações no manancial. Um dos maiores desafios detectados foi a deposição de resíduos sólidos nas margens e nos cursos d'água provenientes das ocupações das margens. Além disso, plantas aquáticas (macrófitas) proliferam em função do excesso de nutrientes.

Através do Programa Nossa Guarapiranga é realizada a limpeza da represa com a ajuda de barcos coletores e bloqueios de resíduos com Ecobarreiras (1km de barreiras distribuídos em 11 afluentes) fabricadas em telas metálicas instalados na foz dos afluentes. De 2011 a 2019, o Programa promoveu a retirada de aproximadamente 1.800 m³/mês de resíduos da represa (equivalente a 90 caminhões por mês).

A prefeitura paulistana PMSP é parceira do programa, promovendo o transporte e transbordo do material coletado em aterro sanitário municipal. Através destas ações, a Sabesp vem mantendo o IGQM – Índice Geral de Qualidade de Mananciais do Guarapiranga com média de 73 indicando boa qualidade ao longo desses anos.

2. Utilização de Novas Tecnologias

Para tornar as ações mais eficientes é imprescindível a utilização de tecnologia, pesquisa e soluções inovadoras. Como resposta às demandas da gestão e operação do manancial, podemos citar as seguintes implantações (Figura 8):

- Barcos com braços robóticos implantados pelo Programa Nossa Guarapiranga que coletam grandes objetos submersos. São retirados desde sofás, recipientes plásticos, televisores e carcaças de veículos até os mais variados tipos de dejetos que contaminam a água e causam transtornos às operações de captação da água;
- Barreira flutuante em tubos PEAD reaproveitados, instalada em 2017, faz a proteção da tomada de água da captação da Guarapiranga, resultando na diminuição no número de paradas na produção de água por obstrução ocasionadas pelas plantas aquáticas e demais resíduos;
- Experimentos com Ilhas de Macrófitas. As macrófitas aquáticas são reconhecidas por sua capacidade de remover poluentes da água. No Brasil, as espécies flutuantes são muito comuns, abundantes e amplamente distribuídas, podendo ocorrer tanto em ambientes aquáticos límpidos ou poluídos. Com base neste fato, a SABESP realiza um estudo para avaliar a habilidade das macrófitas flutuantes *Eichhornia crassipes* e *Pistia stratiotes* em remover nutrientes e metais em um experimento em mesocosmos, utilizando como matriz a água da represa Guarapiranga. Os resultados até o momento mostraram eficiência na remoção de alumínio, cobre, manganês e fósforo, sendo a macrófita *P. stratiotes* mais eficiente;
- Expansão da utilização de Estações e Remoção de Nutrientes. A Estação de Remoção de Nutrientes do Guavirutuba funciona no córrego Guavirutuba da Guarapiranga por meio de sistema de flotação e foi implantada no início dos anos 2000 para abater a carga de fósforo do córrego Guavirutuba, afluente da represa Guarapiranga. O processo implantado na ERN consiste no desvio da vazão córrego para o canal de tratamento, retenção de resíduos sólidos, floculação, flotação, remoção do lodo flotado e bombeado para a EEE Talamanca, situada a montante da estação. Há previsão de expansão desse tipo de tratamento no Rio Embu Mirim, um dos maiores tributários da represa;
- Centro de Controle dos Mananciais Sudoeste e Estações Telemétricas. Foram implantadas estações telemétricas para transmissão de dados hidrológicos para o Centro de Controle dos Mananciais Sudoeste e também para o Centro de Controle dos Mananciais do Departamento de Recursos Hídricos. Essas soluções inovadoras são suportadas por um Sistema de Suporte a Decisão que opera modelos, calcula indicadores e gerencia toda a base de dados hidrológicos dos mananciais da RMSP;
- Automação das estruturas de bombeamento das transferências de água bruta do Braço Taquacetuba e captação Capivari. Importante tecnologia para a agilidade e segurança da operação.



Ilha de Macrófitas

Centro de Controle
dos Mananciais



Ecobarreiras para
resíduos sólidos



Transbordo de Macrófitas



Barreira da captação

Figura 8 – Exemplos de tecnologia aplicada à operação da Guarapiranga

3. Parcerias Institucionais

Para efetivação das ações citadas importante recurso é a busca de parcerias e conhecimento das instituições que atuam na sub-bacia. A partir do levantamento dos principais riscos a que estão sujeitos o manancial, foram estreitados relacionamentos com Universidades, Clubes e marinas lindeiros e usuários da represa, entes públicos como Sub-Prefeituras que possuem planos para a melhoria das áreas de proteção. Citamos como exemplo as parcerias com Fundação de Pesquisas Agrícolas e Florestais da Unesp para desenvolvimento da tecnologia de barcos e Termo de Cooperação com a Prefeitura do Município de São Paulo para a remoção dos resíduos sólidos recolhidos da represa, como parte do Programa Nossa Guarapiranga.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O acompanhamento de parâmetros e indicadores, visão sistêmica e conhecimento amplo e multidisciplinar da bacia devem ser a base para análise crítica e busca de soluções que preservem os mananciais urbanos. O conhecimento das características da bacia, somados a uma metodologia para abordagem de todos os aspectos intervenientes do manancial e direcionamento de ações, se mostra imprescindível para o sucesso nesse grande desafio.

A visão das características da bacia vale para qualquer tipo de manancial e não somente aos mananciais afetados pela urbanização desordenada e irregular. A qualidade da água para abastecimento é afetada, pelos fatores da natureza e pela interferência humana e é preciso um olhar atento para a garantia e segurança hídrica desde sua origem: a água bruta.

Realizar a Gestão com Tecnologia e Parceria Institucional constituíram uma alternativa de sucesso para a operação da Guarapiranga.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Araújo, R. 2017. São Paulo, a Light e a Represa Guarapiranga. In Bicudo, C.M.E. and Bicudo, D.C. (eds). 100 anos da represa Guarapiranga: lições e desafios. 506p.
2. Baltrusius N.; Ancona, A.L. 2006. Recuperação Ambiental e Saúde Pública. O programa Guarapiranga. Saúde e Sociedade, 15 (1): 9-21
3. Borelli, E. 2006. A Bacia do Guarapiranga: Ocupação em áreas de mananciais e a legislação ambiental. Política & Trabalho, 25: 189-202.
4. RICHTER, E.M.; FORNARO, A.; LAGO, C.L. e AGNES, L. Avaliação da composição química de águas do Sistema Guarapiranga: estudo de caso nos anos de 2002 e 2003. Química Nova, v.30, n.5, p.1147-1152. 2007.
5. SAADABI, A.M., ZAID, I E. A, An in vitro Antimicrobial Activity of Moringa oleifera. Seeds Extract Agains Different Groups of Microorganisms, Australian Journal of Basic and Applied Sciences V.5, n.5. p:129-134, 2011.
6. São Paulo, 2010. Secretaria do Meio Ambiente. Companhia Brasileira de Projetos e Empreendimentos – Cobrape. Atualização do Plano de Desenvolvimento e Proteção Ambiental da Bacia do Guarapiranga. São Paulo. 209 p
7. WHATELY, M., CUNHA, P. 2006a. Seminário Guarapiranga: Proposição de ações prioritárias para garantir água de boa qualidade para abastecimento público. São Paulo: Instituto Socioambiental. 171p.