

## **I-1612 - DESAFIOS DE ABASTECIMENTO DA RMSP COM O NOVO MARCO LEGAL DO SANEAMENTO**

### **Viviana Marli Nogueira de Aquino Borges<sup>(1)</sup>**

Engenheira Civil pela Escola de Engenharia Mackenzie. Mestre em Engenharia Hidráulica pela Escola Politécnica da USP. Gerente da Divisão de Planejamento, Gestão e Desenvolvimento da Produção da Sabesp.

### **Kamel Zahed Filho**

Engenheiro Civil e Doutor em Engenharia Hidráulica pela Escola Politécnica da USP. Engenheiro da Divisão de Planejamento, Gestão e Desenvolvimento da Produção da Sabesp.

### **Gladys Fernandes Januario**

Engenheira Civil e Mestre em Hidráulica pela Escola Politécnica da USP. Gerente do Departamento de Planejamento Técnico da Sabesp.

### **André Henrique Serzano**

Engenheiro Civil pela Escola de Engenharia Mackenzie. Engenheiro do Departamento de Planejamento Técnico da Sabesp.

### **Marcos Rogério Araujo**

Engenheiro Civil pela Escola Politécnica da USP. Engenheiro da Divisão de Planejamento, Gestão e Desenvolvimento da Produção de Sabesp.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Nicolau Gagliardi, 313 - Pinheiros – São Paulo - SP - CEP: 05429-010 - Brasil - Tel: (11) 3388-8735 - e-mail: vmborges@sabesp.com.br

## **RESUMO**

A maioria das estações de tratamento encontra-se trabalhando acima de sua capacidade e requerendo um aumento de vazão em função da demanda que aumenta dia após dia. Uma grande parte dessas estações utiliza tradicionalmente o sulfato de alumínio como coagulante primário e poucas vezes usam algum tipo de polímero como auxiliar de floculação. Na escolha desses produtos nem sempre a qualidade da água a ser tratada é levada em consideração. Procurando atender aos padrões de qualidade exigidos e a sobrecarga que muitas vezes é inevitável, observa-se que em cada caso haverá um coagulante e/ou um auxiliar de floculação mais adequado a essas situações. De posse de tal constatação, faz-se necessário que se investigue em laboratório por meio novas metodologias, os vários produtos que aplicados à água bruta possibilitam obter água tratada com qualidade, em quantidade satisfatória, visando sempre o menor custo.

Sendo assim, o presente trabalho vem relatar um estudo realizado em uma estação de tratamento de água projetada para a vazão nominal de 120 L/s, porém, funcionando com 158 L/s, apresentando por esse motivo, água decantada com altos valores de turbidez e cor, o que sobrecarrega os filtros.

Os estudos realizados nessa estação resultaram não só a melhoria da qualidade da água decantada e filtrada como também possibilitou o aumento de sua capacidade com razoável economia dos produtos químicos que atuam na coagulação. A estação trata atualmente a vazão de até 280 L/s, mantendo a qualidade da água conforme os padrões exigidos pela portaria 36/GM, de 1990.

**PALAVRAS-CHAVE:** Abastecimento, planejamento, modelagem, plano diretor, modelo hidráulico.

## **OBJETIVO**

O objetivo deste trabalho é apresentar as ações necessárias para o planejamento de obras estruturantes, prevendo atender a universalização do abastecimento estabelecido na legislação e contratualizadas entre a operadora do sistema e os municípios concedentes nos prazos acordados.

## **INTRODUÇÃO**

O Brasil possui uma disponibilidade hídrica abundante em função da Bacia Amazônica, entretanto, a disponibilidade per capita nas diferentes regiões brasileiras é drasticamente diferente. Na RMSP, onde se concentra 20% do produto interno bruto do país e possui uma população maior que 21 milhões de habitantes, a

disponibilidade hídrica é considerada muito pobre na classificação da Organização das Nações Unidas (UNEP, 2008), com cerca de 140m<sup>3</sup>/hab.ano (Fabhat, 2022).

A RMSP possui diversos mananciais ou reservatórios de regularização para dar segurança hídrica e garantia de abastecimento na época de estiagem. Espera-se, nos períodos chuvosos reter os excedentes de água nos reservatórios de regularização água para suprir os períodos de seca. A Região Sudeste do Brasil passou por uma condição de seca extrema entre outubro de 2013 e fevereiro de 2015, quando houve uma ausência de chuvas e altas temperaturas. Uma das regiões mais afetadas pela ausência de chuvas foi a RMSP, sendo que o Sistema Produtor Cantareira foi o mais afetado, com chuvas muito inferiores à mínima histórica. A vazão de afluência dos reservatórios de regularização chegou a ser da ordem de metade da mínima esperada para o mês de janeiro que era próxima de 30m<sup>3</sup>/s e inferior à mínima histórica de 1954.

O Sistema Cantareira abastecia cerca de 9 milhões de habitantes, ao final de 2013. A constatação de instalação de uma crise hídrica exigiu senso de urgência, flexibilidade e adaptação rápida na proposição de soluções para administrar os impactos sociais, econômicos, políticos, de saúde pública, segurança pública e ambientais da melhor forma possível.

Todos os mananciais da RMSP são interligados através do SIM que regularmente passam por estudos técnicos para analisar vetores de crescimento populacional e projetar as demandas futuras de longo prazo e avaliar possíveis soluções de obras para manter o pleno atendimento a população. Estudos técnicos de médio e curto prazos balizam as projeções de longo prazo de acordo com análises de dados, indicadores, diagnósticos das instalações, informações de empreendimentos, demais vetores de crescimento e utilizam modelos matemáticos para suas análises e propostas de soluções.

Os modelos matemáticos de simulação hidráulica são ferramentas de apoio ao planejamento, ao projeto e à operação de sistemas de redes de água. Esses modelos são constituídos por equações que representam o balanço de vazões e de energia em uma rede de água.

Na época da crise hídrica do Sistema Cantareira, todas as informações, modelo hidráulico atualizado e diagnósticos das instalações do Sistema Adutor Metropolitano tinham sido revisados para subsidiar o Plano Diretor de Abastecimento de Água da RMSP (PDAA) que estava em andamento.

Entretanto, como a crise hídrica se instaurou de forma sem precedentes, as soluções se desviaram para condições não previsíveis. A engenharia da operação precisou rever as ferramentas para que os estudos se adaptassem às mudanças constantes de cenário.

A experiência para soluções de abastecimento com base em modelos de simulação hidráulica foi fundamental para a montagem e calibração do modelo integrado do Sistema Adutor de Água Tratada (SAM) da RMSP. A visão sistêmica da operação do complexo de adutoras, elevatórias e reservatórios do SAM, para a otimização de obras e regras operacionais, apontou para a implantação de adequações nas instalações de reservação e bombeamento existentes.

O estudo hidráulico de todo o SAM foi conduzido de forma a propor soluções de abastecimento com os equipamentos existentes de outras instalações com pequenas adequações. Considerando as adesões de economia de consumo.

Quando se fala em escassez hídrica por quantidade, o planejamento deve prever ações estruturais e não estruturais que permitam que a população possa ser atendida, mesmo que de forma degradada com uma quantidade de água que não traga grandes prejuízos sociais, de saúde pública, segurança pública e financeiros às operadoras de abastecimento público de água.

Durante a crise hídrica, a aplicação de bônus para a redução do consumo possibilitou que diversas soluções de engenharia operacional fossem implantadas. integrando o SAM com maior flexibilidade entre os setores e assim, reduzindo a área de atendimento do Sistema Cantareira, o que possibilitou uma redução de produção de 33m<sup>3</sup>/s para 13,5m<sup>3</sup>/s.

O PDAA buscou a nova condição estrutural e atualizou as alternativas, ainda com muito pouco histórico do comportamento de consumo, para finalizar o estudo de longo prazo.

Após a finalização, houve a importante incorporação do Município de Guarulhos ao SIM, em 2018, sendo que o plano diretor do município não se alinhava ao PDAA da RMSP em organização e pontos de entrega. Guarulhos, com mais de 1,4 milhões de habitantes e um estimado alto índice de perdas a ser reduzido para melhoria do abastecimento da população, precisou de solução de integração a ser validado num novo estudo de longo prazo (PDAA).

Conhecendo um pouco melhor o comportamento de consumo da RMSP, após a crise hídrica, somado à importante integração do segundo maior município de São Paulo, ainda houve a integração dos Municípios de Santo André e de Mauá pelo SIM (envolvendo todo o processo de abastecimento, desde a captação de água bruta até a distribuição), nos anos seguintes.

Em meio as significativas mudanças no sistema de abastecimento da RMSP, em 2020, o novo marco legal do saneamento foi promulgado e definiu a meta de universalização do abastecimento de água até 2033.

O presente trabalho apresenta os estudos realizados de alternativas de abastecimento no maior e mais complexo sistema de abastecimento que se tem conhecimento do mundo, o conhecimento dos sistemas incorporados e propõe, de forma organizada, a atualização do PDAA com o menor tempo possível, para o planejamento das obras estruturantes necessárias para o atendimento a legislação e aos contratos firmados.

## **METODOLOGIA**

O desafio de abastecer a população da RMSP, com mais de 21 milhões de habitantes, num dos maiores e mais complexos sistemas de abastecimento que se tem conhecimento no mundo, com a restrição hídrica jamais vista na história da região trouxe a experiência em modelagem hidráulica para ajudar no enfrentamento da crise (SABESP, 2015) e os desafios posteriores.

Os modelos matemáticos de simulação hidráulica são ferramentais de apoio ao planejamento, ao projeto e à operação de sistemas de redes de água. Esses modelos são constituídos por equações que representam o balanço de vazões e de energia em uma rede de água. Na RMSP, a SABESP utiliza esses modelos há mais de 35 anos, em estudos de suas estruturas nos seus Planos Diretores de Abastecimento de Água e nas intervenções operacionais necessárias que, ao longo dos anos, confirmam ou corrigem os rumos frente às projeções.

Dos parâmetros de qualidade da água bruta, a turbidez, a cor aparente, o pH, a alcalinidade, a temperatura e os índices de coliformes totais e fecais são periodicamente registrados na maioria das estações de tratamento de água.

Nos estudos operacionais da rede do SAM, da RMSP utilizam-se modelos de partes da rede de adução, para facilitar as análises, uma vez que não há interferência hidráulica de uma modificação localizada em alguma estrutura ou de uma regra de operação de uma estrutura sobre todo o SAM.

No caso específico da análise estratégica de transferência de áreas que eram servidas pelo Sistema Cantareira por algum outro sistema produtor, foi indispensável que se construísse um modelo geral, que contivesse toda a rede de adução do SAM.

Montar um modelo hidráulico que represente a realidade com precisão e confiabilidade nos resultados para a simulações de soluções de obras e parâmetros operacionais exige uma etapa conhecida por calibração e validação do modelo. Assim, montou-se um modelo hidráulico de operação com precisão e confiabilidade, calibrado e validado, de todo o SAM, simplificado para facilitar as análises em tempo exíguo.

Os dados cadastrais e operacionais estão em sistemas especializados e facilitaram a obtenção de dados para a calibração em regime permanente (HAESTAD METHODS, 2003) foram atualizados com novas estruturas de adutoras, estações de bombeamento e centros de reservação.

O carregamento do modelo hidráulico com dados com vazões reduzidas, baseados na efetividade do consumo demandado dos centros de reservação é utilizado em diversos cenários (WALSKI et al., 2001) a partir do sistema supervisorio chamado de SCOA. Avaliações em campo são necessárias, feitas tanto por equipe de cadastro, quanto de metrologia hidrodinâmica, para garantir a calibração e validação do modelo hidráulico.

O sentido do fluxo de água e os parâmetros operacionais foram utilizados para a calibração de partes do SAM, sendo cada parte maior que um sistema produtor e suas interfaces de flexibilidade. A partir das calibrações parciais, validou-se as a junções dos sistemas. A experiência em modelagem hidráulica é fundamental na organização da sistemática, de forma a se ter eficiência e resultado eficaz na calibração e validação do sistema adutor completo.

Finalizadas a calibração e a validação, o modelo deve ser carregado com as demandas futuras previstas. Estabeleceu-se os anos de 2023, 2028 e 2033 para simular as soluções para o cumprimento da meta estabelecida com marco legal do saneamento. As projeções das demandas são ajustadas de acordo com os consumos medidos nas saídas dos reservatórios. A partir dos consumos de 2022, aplicam-se as taxas de crescimento previstas no cenário tendencial do PDAA de 2014 (cenário em que se prevê os crescimentos vegetativo da população e do consumo e uma redução das perdas na distribuição).

As etapas citadas até a criação de cenários de soluções são realizadas pela equipe interna da empresa. A equipe interna realiza os estudos hidráulicos sistematicamente para a execução de projetos e obras de curto e médio prazos, trabalhando em cooperação com a área corporativa, que é a gestora dos Planos Diretores da empresa.

A RMSP tem um sistema viário complexo e de tráfego intenso chegando a ter restrições de circulação de 20% da frota de veículos durante os dias da semana. Assim, obras de grande porte para o SAM necessitam de autorizações e planejamento compartilhado com diversos órgãos públicos para minimizar os impactos à população. As soluções propostas devem ser discutidas em reuniões e compartilhadas com diversas equipes para agregar informações sobre a viabilidade de execução e assim ganhar-se tempo e recurso a ser contratado.

A exigência de licenciamento ambiental para a implantação de adutoras de grandes diâmetros (maiores que 1m) implica no consumo de um longo tempo de análise pela entidade responsável. Com a utilização do modelo hidráulico, buscam-se soluções que, preferencialmente, não necessitem dessas licenças, de forma a se acelerar o processo de construção de uma nova adutora.

As soluções que se mostram mais viáveis no prazo estabelecido são detalhadas e avaliadas de forma a orientar os decisores sobre a relação custo/benefício e prazos necessários para execução e devem ser apresentadas em relatórios por equipe contratada.

## **RESULTADOS ESPERADOS**

Espera-se com o trabalho apresentado garantir o abastecimento da população da RMSP de forma universalizada, em 2033.

A análise dos cálculos no software com dados georeferenciados, com as ferramentas gráficas, associadas à experiência dos engenheiros da empresa, possibilita a simulação de diversos cenários até se encontrar soluções mais eficientes e eficazes em diversas situações. Isso foi demonstrado junto com demais ações ao longo da administração da crise hídrica, onde se reduziu significativamente a retirada do Sistema Cantareira (de 33m<sup>3</sup>/s, em 2013, para 13,5m<sup>3</sup>/s, em 2015).

## **ANALISE DOS RESULTADOS**

Diversos cenários definem algumas alternativas de abastecimento que são quantificadas para apresentar as diferenças financeiras e dificuldades construtivas e de autorizações e de licenciamentos por sistema e subsistemas.

### **CONCLUSÃO / RECOMENDAÇÃO**

A crise de seca extrema durante 2014/2015 na RMSP e o marco legal do saneamento trouxe novos desafios a serem enfrentados com base no aprendizado dos últimos anos no conhecimento da equipe e nos relatórios e banco de dados estruturados na empresa. Espera-se que a gestão desse capital intelectual traga resultados satisfatórios para que com muito pouco tempo e recursos financeiros, a empresa produza um material adequado para a superação do desafio lançado da universalização do abastecimento.

A sinergia existente entre a área corporativa de planejamento e a engenharia da operação é muito importante para a efetividade na geração de valor, fundamental para a sustentabilidade da empresa e benefício da população.

### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. ÁVILA, R. S.; BORGES, V. M. N. A.; ARAUJO, M.R.; COELHO, M. C. Integrando um grande município ao sistema integrado metropolitano de abastecimento – caso Guarulhos. 31º Encontro Técnico da AEsabesp. 2020.
2. BORGES, V. M. N. A.; Modelagem hidráulica na crise hídrica da Região Metropolitana de São Paulo. Revista SANEAS, Ano X, Ed. 60, p. 29-33. Dez-Fev/2017. São Paulo. 2017.
3. HAESTAD METHODS; ET AL. Advanced water distribution modeling and management. Haestad Press. Waterbury, CT. USA. First Edition, 2003.
4. SABESP. Cia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. CHES - Crise hídrica, estratégia e soluções da Sabesp: para a Região Metropolitana de São Paulo. São Paulo. 2015.
5. SABESP. Relatório de sustentabilidade. São Paulo, 2013. Disponível em: <[http://site.sabesp.com.br/uploads/file/sociedade\\_meioamb/sabesp\\_rs\\_2013\\_portugues\\_impressao.pdf](http://site.sabesp.com.br/uploads/file/sociedade_meioamb/sabesp_rs_2013_portugues_impressao.pdf)>. Acessado em: 07 set. 2016.
6. WALSKI, T. M.; CHASE, D. V.; SAVIC, D. A. Water distribution modeling. Haestad Press. Waterbury, CT, USA. First Edition, 2001.