



## **9739 - O Potencial da Aplicação de Recursos de Modelagem Hidráulica e Engenharia Operacional no Planejamento dos Sistemas de Abastecimento de Água – Estudo de caso**

*1 linha em branco, fonte Times New Roman, corpo 10*

### **Marli dos Reis<sup>(1)</sup>**

Mestranda no programa Ambiente Saúde e Sustentabilidade pela Faculdade de Saúde Pública da USP. Tecnóloga em Hidráulica e Saneamento Ambiental pela Faculdade de Tecnologia de São Paulo – FATEC. Trabalha há seis anos como Tecnóloga em Hidráulica e Saneamento – na SABESP desde 2016. Trabalhou com Educação Ambiental na Área de Mananciais de Santo André.

### **Amilton Aparecido Scavassini<sup>(2)</sup>**

Tecnólogo em Hidráulica. Gerente de Divisão de Esgotos na SABESP.

### **Paulo Sérgio Macedo Ferreira<sup>(3)</sup>**

Tecnólogo em Hidráulica. Coordenador da Célula de Engenharia na SABESP.

### **Ronam Machado Toguchi<sup>(4)</sup>**

Tecnólogo em Hidráulica. Coordenador da Célula de Engenharia na SABESP.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Mucio Leão, 90 – Jardim Ana Maria – Santo André - SP - CEP: 09260-710 - Brasil - Tel: +55 (11) 99530-8097 - Fax: +55 (11) 98178-9230 - e-mail: [mrlreis@yahoo.com.br](mailto:mrlreis@yahoo.com.br).

## **RESUMO**

A universalização do Saneamento no Brasil é uma necessidade premente, uma vez que ainda há uma significativa parcela da população sem acesso à infraestrutura básica de abastecimento de água e esgotamento sanitário. Portanto todo o esforço empreendido em melhorar e ampliar o atendimento é de relevante importância, considerando, sobretudo que as condições sanitárias estão diretamente ligadas à capacidade de desenvolvimento social e econômica da população e consequentemente do país.

Com base nesse panorama sentimos necessidade de buscar melhoria na qualidade dos serviços prestados, para isso verificamos a necessidade de aumentar o grau de comprometimento dos funcionários, aliando o uso de tecnologia e do conhecimento empírico dos mesmos, através do desenvolvimento de Modelos Hidráulico Matemáticos (MHM) dos Sistemas de Abastecimento de Água (SAA).

**PALAVRAS-CHAVE:** Modelagem Hidráulica, Abastecimento de água, Engenharia.

## **INTRODUÇÃO**

A modelagem hidráulica, vem sendo muito difundida entre as empresas de saneamento, sobretudo nas últimas duas décadas, vários softwares no mercado possibilitam a simulação dos SAA, propondo-lhes soluções no que se refere a eficiência energética, controle de perdas, estudos de demanda, impactos causados por situações críticas, controle da qualidade de água, planejamento a curto, médio e longo prazo.

Com relação ao outro aspecto, o da utilização do conhecimento empírico dos funcionários e aumento do comprometimento, que está diretamente ligado às relações de trabalho, fazemos as seguintes considerações: As relações de trabalho há décadas obedecem o mesmo perfil, equipes definidas para desenvolvimento de determinada atividade, que não possuem conhecimento do trabalho das outras áreas e que quando há necessidade de alimentar outro grupo de trabalho com o resultado de suas atividades o fazem somente de forma a informar o resultado em questão. Não é cultural a integração entre equipes de trabalho, a menos que seja indispensável para a execução da atividade. A cultura organizacional da empresa, depende de vários fatores relacionados a aspectos gerenciais, administrativos, relacionados à atividade fim da empresa e que não costuma considerar aspectos pessoais. (FLEURY, 1987). No entanto o mercado de trabalho atual, alterado por inovações tecnológicas, globalização, velocidade de acesso à informação, vem exigindo, também, uma



mudança de paradigma nos conceitos e relações de trabalho uma vez que as relações pessoais passaram a exigir outros valores baseados em novos conceitos globais. (APSIOT, 2016)

A partir desta análise inicial, definimos como objetivo principal promover melhorias nos SAA através do uso de MHM aliado ao conhecimento empírico operacional, promovendo maior integração entre as equipes de trabalho, reforçando assim as relações humanas e aumentando o nível de motivação da equipe.

## **METODOLOGIA**

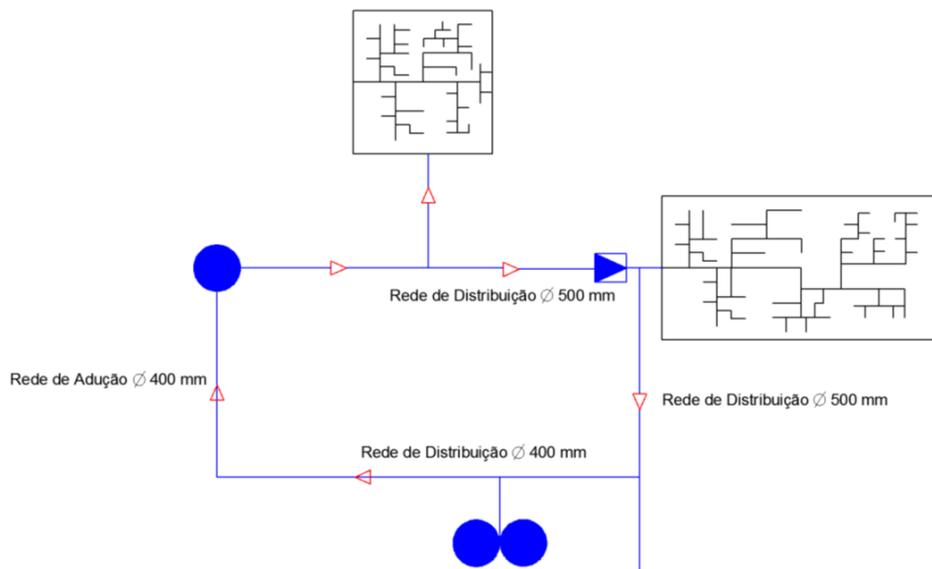
A metodologia utilizada é composta por uma revisão bibliográfica através de base de dados acadêmicos e da descrição das etapas do estudo de caso que se iniciou com a criação de um grupo de trabalho técnico para desenvolvimento do modelo hidráulico matemático, conjuntamente com a equipe da operação (encarregados e profissionais que realizam trabalho de campo).

A necessidade de melhoria contínua dos serviços prestados aliada à necessidade de atender a uma parcela cada vez maior da população levou-nos a considerar as alterações das formas de trabalho, aliando a modernização tecnológica à modernização das relações de trabalho, dessa forma foi concebida uma nova metodologia de análise para resolução de problemas técnicos relacionados à infraestrutura de saneamento básico. Essa demanda, juntamente à visão acerca da necessidade de mudança de paradigmas, trazida pela liderança, culminou no surgimento de uma equipe integrada de trabalho que, que uniu profissionais técnicos e operacionais, para o desenvolvimento de modelos hidráulico-matemáticos de simulação dos Sistemas de Abastecimento de forma a obter soluções assertivas e inovadoras, atendendo às demandas existentes e no planejamento de ações de melhoria e a ampliação dos sistemas e redução de perdas.

Anteriormente a esta prática as atividades eram demandadas para Força de Trabalho sem a preocupação de esclarecer-lhes a importância daquela tarefa para os processos, dominavam a técnica, porém faltava-lhes a consciência de que as tarefas por eles executadas refletiam no produto final entregue ao cliente, e desta forma não se encerravam ali no campo. Nesse sentido, a ausência de uma área direcionada para a análise do Sistema como um todo, desenvolvendo um planejamento, ocupava os técnicos com a execução de ações de caráter corretivo, sobrando pouco tempo para dedicação à prevenção, fator que contribuía para a manutenção da Força de Trabalho no papel exclusivo de executor. Outro fator complicador era o longo prazo demandado para o desenvolvimento de projetos, haja vista a necessidade de longo período de estudo em campo e no escritório antes da tomada de decisão e que a impossibilidade de simulação poderia acarretar em um processo de tentativa e erro. O conjunto desses fatores gerava maior custo operacional e menor agilidade na resolução de problemas. Por esse motivo esta mudança de paradigmas, representou uma inovação na forma de trabalho das equipes, criando aproximação entre os processos. Um exemplo que ilustra bastante esta necessidade é a tomada de pressões instantâneas em campo, necessárias para a calibração dos MHM, pede-se que seja feita a tomada de pressão no horário de maior consumo, quando os funcionários não tinham consciência da real necessidade que esse horário de maior consumo fosse respeitado, a partir do momento em que passaram a conhecer exatamente qual a importância daquela informação, passaram a fazê-lo dentro da faixa horária estabelecida, e esta consciência formou-se a partir do momento que passaram a sentar-se junto da equipe que estava desenvolvendo os MHM, não só como observadores, mais como participantes do processo, presenciaram a introdução da informação e puderam verificar e opinar sobre resultados.

## **Estudo de Caso**

Foram verificadas alterações nas leituras de dados provenientes da instalação de equipamentos responsáveis por medir parâmetros de pressão e vazão em diferentes localidades do Setor de Abastecimento em estudo, que apontavam para a ocorrência de elevados níveis de perda de carga na rede de distribuição de água, da saída do reservatório, com extensão de 800 m e diâmetro de 500 mm, cujo material é ferro fundido e responsável pelo abastecimento do Setor, conforme ilustra a Figura 1.

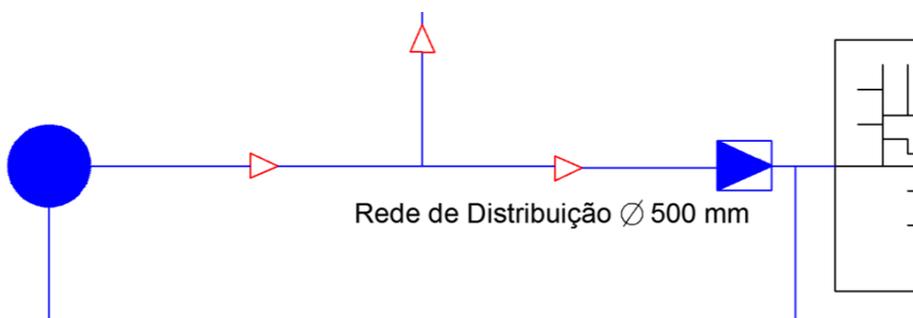


**Figura 1 – Esquema de representação do Sistema de Abastecimento**

Fonte: Autores, 2017

Intermitência no abastecimento. No que tange a seleção de regiões

Após as avaliações das características do Setor de Abastecimento concluiu-se que a perda de carga, estimada em 15mca, era decorrente do desenvolvimento de vazões da ordem de 570 l/s na rede em estudo, cujo limite previsto em norma é de 432,02 l/s. Este aumento tinha como causa, segundo IBGE, 2010, o crescimento populacional desordenado no município, sobretudo, na região abrangida pelo Setor em estudo, ocasionando o aumento da vazão demandada, de forma a comprometer o funcionamento de uma Válvula Redutora de Pressão (VRP), de diâmetro 500 mm, localizada à jusante do reservatório, conforme Figura 2, e responsável pelo controle de pressões do referido Setor, inviabilizando a quebra de pressões na área da VRP, além de apresentar alguns pontos com intermitência de abastecimento, afetando diretamente à população atendida. A partir da identificação da perda de carga de 15 mca no trecho crítico de rede, foram tomadas providências com o intuito de verificar a vazão no referido trecho, além da instalação de novos equipamentos, no Setor de Abastecimento, com a finalidade de auxiliar na tomada de decisões quanto à solução do problema apresentado, e ainda atuar em caráter preventivo, através do mapeamento de áreas potencialmente afetadas pela Falta de Água.



**Figura 2 – Localização da VRP na entrada do Setor de Abastecimento em estudo**

Fonte: Autores, 2017

Cabe ressaltar a atuação conjunta entre as equipes de Modelagem Hidráulica e Engenharia Operacional com participação da força de trabalho operacional, tendo sido primordial o conhecimento empírico dessa última na etapa de identificação de áreas potencialmente críticas, haja vista a importância de sua vivência de campo e conhecimento de particularidades dos setores, que muitas vezes não são apontadas pelo cadastro.

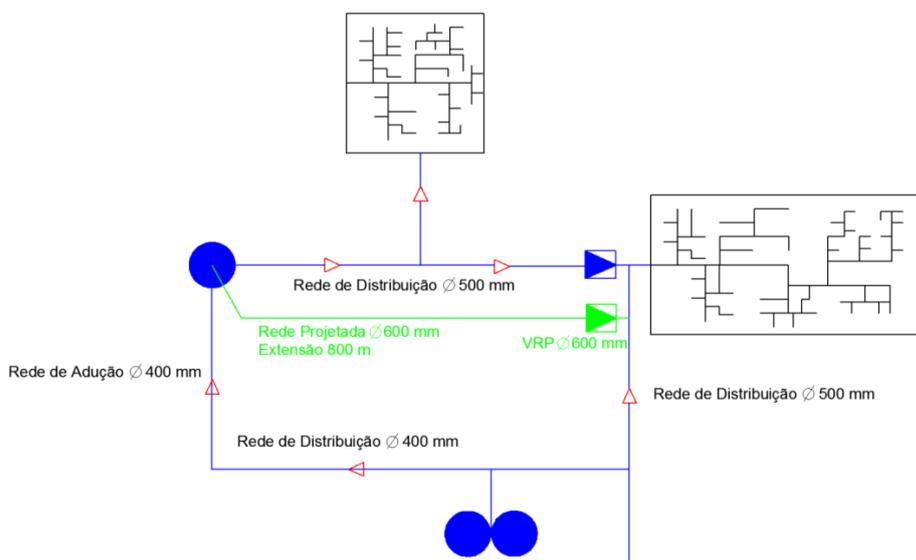
O sólido trabalho em equipe pode ser também verificado na integração entre a Equipe de Modelagem Hidráulica e Engenharia Operacional e os processos Água, Vendas e Esgoto, como se exemplifica na utilização



do modelo hidráulico-matemático para avaliação de diretrizes de aumento de demanda decorrentes da implantação de novos empreendimentos.

Ressalta-se que todas as decisões da equipe são validadas pela gerência dos respectivos processos, que acompanha, de forma próxima e participativa, o seu desenvolvimento, priorizando a integração entre todos os setores de abastecimento.

Para a solução do problema, em caráter preliminar, com o propósito de redução da velocidade no trecho de rede de saída do reservatório, cogitou-se a possibilidade de instalação de uma rede de extensão 800 m e diâmetro 600 mm e instalação de uma VRP de diâmetro 600mm, conforme indicado na Figura 3, com custo total estimado em R\$ 1.700.000,00 e prazo de execução de 6 meses.

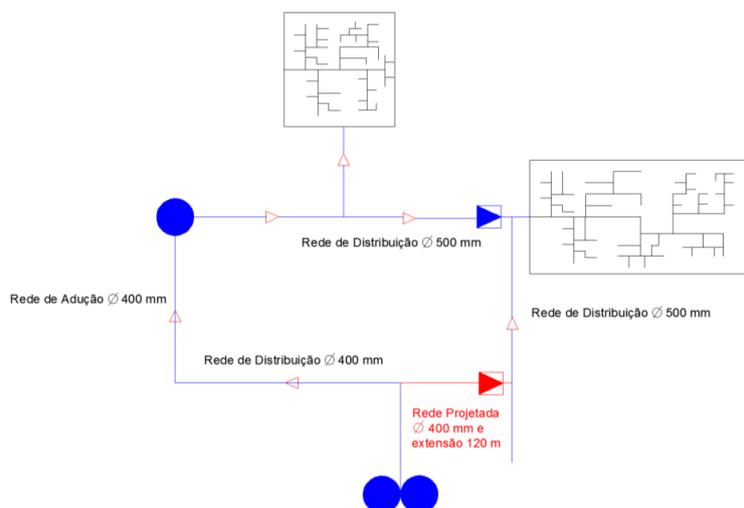


**Figura 3 – Esquema de representação do Projeto de Rede de diâmetro 600 mm**

**Fonte: Autores, 2017**

Com o objetivo de se buscar soluções de menores custo e prazo de execução, recorreu-se ao uso de modelo hidráulico-matemático, através de plataforma disponível no mercado. O modelo foi alimentado por meio de nossa base cadastral, vazões demandadas de acordo com dados de micromedição. A calibração do modelo foi feita a partir das pressões médias aferidas ao decorrer de sete dias dos equipamentos instalados. Desta forma, foi possível aproximar a simulação do modelo à realidade do campo. O refinamento da etapa de calibração teve, mais uma vez, como subsídio fundamental as contribuições empíricas fornecidas pela equipe operacional. Posteriormente à fase de calibração, foi possível a simulação de cenários de modo a obter solução que oferecesse maior custo-benefício.

Apesar de atender adequadamente às necessidades de melhoria de abastecimento do Setor, a simulação da proposta de execução de rede de extensão 800 m e diâmetro 600 mm, no MHM, revelou-se ineficiente, sob os aspectos econômicos e de prazo, quando comparada à segunda alternativa, que prevê a interligação de rede de adução de diâmetro 400 mm à rede existente de 500 mm, com a execução de trecho de extensão 120 m e diâmetro 400 mm e instalação de VRP de mesma seção transversal com custo total estimado em R\$ 500.000,00 e com prazo de execução de um mês, conforme Figura 4.



**Figura 4: Esquema de representação do Projeto de Rede de diâmetro 400 mm**

**Fonte: Autores, 2017**

No entanto, observa-se que ao analisar o estudo de caso apresentado, percebe-se que a comparação entre as soluções elencadas demonstra possibilidade de considerável economia, haja vista redução de custo inicial de R\$ 1.700.000,00 para R\$ 500.000,00, bem como a diminuição no tempo previsto de execução de 180 para 30 dias, o que implica em melhorias no prazo de atendimento e prevenção de problemas. As obras em questão melhoraram o atendimento à população em uma região onde havia grande intermitência, além de possibilitar o estudo de outras obras no SAA com capacidade de redução de perdas de 50.966m<sup>3</sup>.

A integração entre as equipes, a maior agilidade no tempo de atendimento das demandas e a redução de custos estão entre os itens de maior relevância nos resultados obtidos, Vale destacar que o surgimento de um novo estilo de gestão, preocupado em valorizar o caráter humano das relações de trabalho teve êxito nesse âmbito com o aumento da motivação de toda a equipe. Conforme verifica-se em alguns depoimentos de colaboradores: “Conheço ainda pouco do trabalho com o modelo, mas acredito que a vantagem está em simular as melhorias... A expectativa é ajudar e facilitar o nosso dia a dia... Também é muito bom saber que nossas opiniões são ouvidas, faz a gente trabalhar com mais satisfação”.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APSIOT – Associação Portuguesa de Profissionais em Sociologia Industrial, das Organizações e do Trabalho. Organizações e Trabalho. N 41-42. Lisboa -2016
2. COSTA, A. M.; MIRANDA, A. S. DE; MAIA, L. A. Democracia Participativa e Controle Social em Saúde. CEBES ed. Rio de Janeiro: [s.n.].
3. COUTINHO, M. M. Avaliação do desempenho da modelagem hidráulica unidimensional e bidimensional na simulação de eventos de inundação em Colatina / ES [manuscrito] x, 245 f.: il. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia, 2015.
4. IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Pesquisa de Informações Básicas Municipais, 2013.
5. FABÍOLA ZIONI, F. et al. Saneamento, Saúde e Ambiente - Fundamentos para um desenvolvimento sustentável. Editora Ma ed. São Paulo: [s.n.] FADINI, P.S.
6. FLEURY, Maria T. Leme. Estórias, mitos, heróis - cultura organizacional e relações de trabalho. RAE - Revista de administração de empresas. Rio de Janeiro, v.27, n.4.
7. FREIRE, P. Pedagogia do Oprimido. Editora Pa ed. São Paulo: [s.n.].
8. MIGUELES, C.; ZANINI, M. T.; GUIMARÃES, R. CAPÍTULO 4 – LÍDER, CULTURA DE MARCA E VALOR DE MERCADO. In: Liderança Baseada Em Valores. [s.l: s.n.]. p. 91–106.
9. MIGUELES, C.; ZANINI, M. T.; FLEURY, A. CAPÍTULO 7 – LIDERANÇA E RESPONSABILIDADE SOCIAL EMPRESARIAL EM CONTEXTOS COMPLEXOS. In: Liderança Baseada Em Valores. [s.l: s.n.]. p. 149–168.
10. <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/sociais/populacao.html>