

## **I-063 – MODELAGEM HIDRÁULICA COMO FERRAMENTA DE OPERAÇÃO E TOMADA DE DECISÃO**

**Antonio Alberto de Almeida<sup>(1)</sup>**

Bacharel em Engenharia Mecânica pela Universidade de Mogi das Cruzes (UMC), Mestre em Engenharia Aeronáutica e Mecânica pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), Pós-Graduação Lato Sensu em Didática e Metodologia do Ensino Superior (UNIDERP), Pós-graduado em Engenharia de Campo – SMS pela Escola Politécnica da USP (PROMINP). Engenheiro na CIA de Saneamento Básico do Estado de São Paulo.

**Carla Regina Gregório Brevilieri<sup>(2)</sup>**

Engenheira Civil pela Faculdade de Engenharia de São Paulo/FESP, Mestre em Engenharia Hidráulica pela Escola Politécnica da USP, MBA em Gestão de Serviços pela UNIP e Tecnóloga em Edificações e Obras Hidráulicas pela FATEC, Gestora da Engenharia de Água e Controle de Perdas da SABESP – Metropolitana Sul.

**Felipe Magno Novaes<sup>(3)</sup>**

Pós-graduando – MBA Gestão e Tecnologias Ambientais pelo PECE da Escola Politécnica da USP, Engenheiro Civil pela Universidade Anhembi Morumbi, Tecnólogo em Hidráulica e Saneamento Ambiental pela Faculdade de Tecnologia de SP – FATEC-SP, Encarregado na Divisão de Operação de Água e coleta Sul – Sabesp MSEG.

**Orlando Sudário<sup>(4)</sup>**

Agente de Saneamento Ambiental da SABESP, atualmente cursando Sistemas de Informação na UNINOVE.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Graham Bell, 647 – Alto da Boa Vista – São Paulo - SP - CEP: 04737-030 - Brasil - Tel: (11) 5682-9844 - e-mail: [aalberto@sabesp.com.br](mailto:aalberto@sabesp.com.br)

### **RESUMO**

A necessidade de maximizar os resultados de perdas levou a Unidade de Negócio a implementar o programa de modelagem hidráulica, com foco na operação. As equipes da unidade foram treinadas com diferencial por níveis, de acordo com o conhecimento necessário para aplicação de cada colaborador.

Três níveis de treinamento foram aplicados, com uma mudança de cultura que tanto o modelo, como os benefícios de seu uso sejam feitos pelas pessoas que operam nas pontas, e não somente pelas áreas de engenharia, e assim, a disseminação será feita pelos próprios operadores, atuando como multiplicadores, onde alguns colaboradores podem construir modelos, outros podem modificar os modelos já construídos, e um terceiro grupo apenas fazem consultas nos mesmos para otimização de suas atividades cotidianas.

As tomadas de decisões a partir de dados simulados se mostraram assertivas, fazendo com que os operadores dos três níveis utilizem deste benefício.

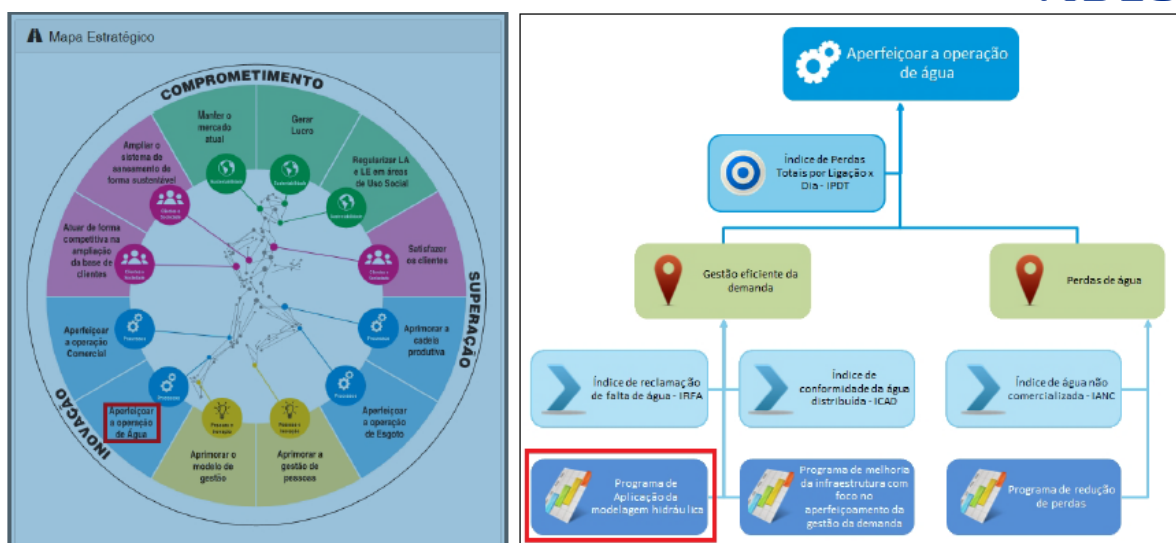
**PALAVRAS-CHAVE:** Modelagem hidráulica, Disseminação, Mudança de cultura, Padronização.

### **INTRODUÇÃO**

A UN é responsável pela distribuição de 12,3 m³/seg de água tratada para aproximadamente 4,3 milhões de pessoas e pelo índice de atendimento de esgoto, que em 2017, atingiu 88,37%. É possível verificar o porte da UN pela extensão das redes de água (9.054 Km) e esgotos (6.318Km). Considerando que cada ligação de água ou esgoto representa um cliente atendido, possuindo 1.182.428 ligações de água e 941.663 ligações de esgoto.

A UN tem no seu planejamento estratégico uma superação com a finalidade de introduzir a modelagem hidráulica desde a operação, até a tomada de decisão para novos empreendimentos, e isto pode ser observado na figura 1, que mostra o Mapa estratégico da UN.

A superação de modelagem está relacionada ao objetivo estratégico de “Aperfeiçoar a Operação de água”. A MS atua em sete municípios, e o programa atingirá todos quando completamente implantado.



**Figura 1: Mapa Estratégico da MS.**

Este projeto possui indicadores de acompanhamento da eficiência do mesmo sendo que o primeiro indicará a área modelada em função do volume total distribuído dentro da UN, e o segundo indicará a extensão de rede modelada dentro da UN.

Na superação de modelagem hidráulica todas as ações são registradas no Painel de Bordo (ferramenta da UN para análise crítica). Na figura 2 aparecem as ações relacionadas com os treinamentos que obedece a um cronograma, acionando os responsáveis por e-mail sempre que uma tarefa for iniciada.

|             |                                  |          |                |
|-------------|----------------------------------|----------|----------------|
| Coordenador | Carla Regina Gregorio Brevilieri | Suplente | Richard Welsch |
|-------------|----------------------------------|----------|----------------|

| TAREFAS   |  |             |  |             |                             |            |            |
|---|--|-------------|--|-------------|-----------------------------|------------|------------|
| Etapa   | Realizar o treinamento de modelagem com a equipe remanescente  | Tarefa      | Levantar junto ao RH as pessoas da FT que participaram do treinamento com foco na ferramenta em 2016 | Responsável | Alexandre Koiti H Shiramizu | Equipe     | 0          |
| Realizar o treinamento de modelagem com a equipe remanescente | Verificar as condições de hardware e demais requisitos de infra disponíveis para instalação e operação dos softwares | Responsável | Alexandre Koiti H Shiramizu  | Equipe      | 3                           | 10/03/2017 | 07/04/2017 |
| Realizar o treinamento de modelagem com a equipe remanescente | Verificar a disponibilidade de licenças dos softwares para treinamento   | Responsável | Carmen Rosa Olvera Estrada   | Equipe      | 1                           | 10/03/2017 | 07/04/2017 |
| Realizar o treinamento de modelagem com a equipe remanescente | Definir junto as UGRs as pessoas que irão desenvolver modelagem nas UGRs   | Responsável | Alexandre Koiti H Shiramizu  | Equipe      | 0                           | 20/03/2017 | 24/03/2017 |
| Realizar o treinamento de modelagem com a equipe remanescente | Capacitar novos colaboradores para utilização dos softwares com cursos ministrados por MOP já qualificada da MS      | Responsável | Antonio Alberto De Almeida   | Equipe      | 2                           | 03/04/2017 | 29/09/2017 |
| Realizar o treinamento de modelagem com a equipe remanescente | Concluir o treinamento iniciado em 2016 por alguns colaboradores (2a. parte)   | Responsável | Carmen Rosa Olvera Estrada   | Equipe      | 0                           | 02/05/2017 | 05/05/2017 |

**Figura 2: Tarefas no Painel de Bordo.**

## OBJETIVO

O objetivo é ter uma mudança de cultura que tanto o modelo, como os benefícios de seu uso sejam feitos pelas pessoas que operam nas pontas, e não somente pelas áreas de engenharia, e assim, a disseminação será feita pelos próprios operadores, como multiplicadores. Uma padronização juntamente com a documentação da

mesma, (fluxo de modelagem, e procedimentos a serem seguidos) garante a perenidade do projeto com a retenção do conhecimento. Cada equipe modelou uma área selecionada pela própria UGR atendendo a estes procedimentos. Como os dados de campo eram colhidos com este enfoque, eles se mostraram mais assertivos, e os resultados esperados começaram a aparecer, e cada vez mais entendendo as necessidades do seu problema, e as possibilidades que o modelo poderia trazer, as UGRs se apoderaram, com envolvimento que mesmo antes da calibração esperada ser alcançada, problemas de cadastro, falta d'água, registros fechados, entre outros já eram demonstrados no modelo, fazendo com que outras áreas como operação, engenharia, manutenção e manobra fossem acionadas, participando de forma a responder questões que levavam os mesmos a entender que o modelo estava diretamente ligado ao seu trabalho do dia a dia.

## **METODOLOGIA UTILIZADA**

A UN é composta por quatro UGRs, com uma célula de engenharia cada, ponto de partida para implementação da ação. Cada unidade indicou colaboradores com o perfil para elaboração de modelagem, e com dedicação pré-estabelecida para trabalhar na mesma. Estes colaboradores passaram pelo treinamento on-the-job personalizado, gerando os modelos, sendo um grupo de seis treinandos com capacitação para carregar o modelo, calibrar, etc. Partindo dos modelos feitos por estes colaboradores, um grupo que opera o sistema como encarregados e manobristas que não precisam ter a prática de carregamento e calibração, em outro nível de conhecimento, precisam tirar resultados dos modelos calibrados, solicitando simulações dos mesmos para suas atividades do dia a dia, para auxiliá-los nas operações de campo, retroalimentando-os com seus conhecimentos. São estes os responsáveis por parte da mudança cultural proposta por esta ação.

Partindo do levantamento feito junto ao RH dos colaboradores que participaram do treinamento, foi programado um novo ciclo de capacitação, onde as necessidades específicas da área eram consideradas, com treinamento "on – the - job" personalizado, onde o enfoque seria dado para a dificuldade pessoal, iniciando na exportação de dados, no tratamento dos mesmos, mostrando como seriam utilizados no software, partindo para o carregamento dos mesmos no Watergems, mostrando o que seria considerado para a funcionalidade. Com este enfoque, os colaboradores passaram a entender melhor as solicitações dos dados de campo, que sempre estão distantes das áreas de suporte de engenharia que antes eram as responsáveis por estas atividades, mas que estão presentes no dia a dia da operação. Um grupo de colaboradores formatou o conjunto de parâmetros necessário, para considerar um modelo calibrado. Partindo de uma tolerância aceitável, com um padrão de confiabilidade cada equipe de capacitação deveria fazer um modelo de uma área selecionada pela própria Unidade de Gerenciamento Regional atendendo estes parâmetros. Nos três níveis de treinamentos aplicados, alguns colaboradores podem construir modelos, outros podem modificar os modelos já construídos, e o terceiro grupo apenas faz consultas nos mesmos para otimização de suas atividades cotidianas.

## **RESULTADOS OBTIDOS**

Após 1(um) ano de implantação, a UN conta com a área modelada em função do Volume distribuído (VD) de 80% da UGR Guarapiranga (Setor Itapeverica Centro, Setor Embu Centro, Setor Jardim Ângela e Setor Jardim São Luiz), 61% da UGR Billings (Setor Cacilda, Setor Mussolini, Setor Nova Petrópolis, Setor Paulicéia, Setor Planalto e Municípios de Rio Grande da Serra e Diadema), 23 % da UGR Santo Amaro (Setor Jabaquara, Setor Derivação Santo Amaro, Setor Derivação Brooklin, VRP Fraternidade e DMC Parque Real) e 100 % da UGR Interlagos (Setor Embu Guaçu Centro, Setor Embu Guaçu Cipó, Setor Parelheiros e Setor Interlagos), mostrando que as quatro UGRs que compõem a UN estão inseridas no processo, e isto representa 62 % da UN modelada. Também os modelos entregues por empresas contratadas estão sendo solicitados com os mesmos parâmetros, e no final do projeto em dezembro de 2019, a previsão para esta ação é de que 80 % da MS esteja dentro dos padrões de validação partindo desta ação.

Como resultados, teremos redução das perdas no sistema de abastecimento, com a otimização das VRPs, menor custo das obras, redução dos custos com energia, aumentando assim os lucros. Também obteremos melhores resultados na emissão de diretrizes para lançamento de novos empreendimentos ao sistema de abastecimento, com estudos assertivos sobre os efeitos e consequências do seu incremento de vazão.

## ANÁLISE DOS RESULTADOS

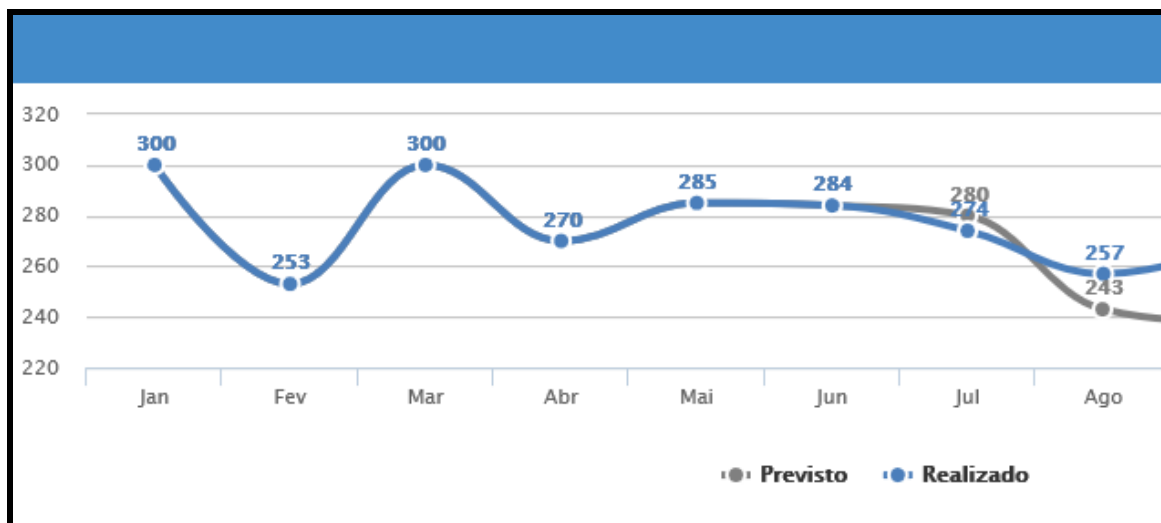
A utilização do modelo criado é realizada pelos recursos da própria UGR, ensejando a utilização do mesmo no processo de planejamento e tomada de decisão, como exemplo temos:

- Na rua João Ladeira pertencente à zona alta do jardim Ângela a operação observava através de medições no local que ocorria deficiência no abastecimento, e por intermédio do modelo evidenciou-se que a implantação de uma nova rede e registros para alterar a setorização da área garantiriam cerca de 25mca no ponto crítico, e quando implantado chegou a uma pressão efetiva de 28 a 30 mca, confirmando a assertividade de proposta do modelo dentro das tolerâncias estipuladas. Os dados colhidos em campo subsidiaram a elaboração de cenários que evidenciaram a melhor alternativa para regularizar o abastecimento do local;
- No Booster Puruba da zona baixa do Setor Jardim Ângela, a operação recebia diversas reclamações de falta d'água na rua Taquandava, e o modelo mostrou coerência para a operação com o que eles mediam em campo, isto fez com que simulações fossem propostas, onde mudanças da área do mesmo abrangendo a área desabastecida seria suficiente para suprir a necessidade, com até 18 mca, resolvendo assim o problema. A implantação efetiva da proposta ocorreu, e o resultado foi muito próximo do esperado, solucionando o problema de abastecimento.
- O município de Itapecerica da Serra tem três setores, (Centro, Campestre e Jacira), e o setor "Itapecerica Centro" foi modelado com este padrão. Considerando características de ocupação semelhantes entre os mesmos, é possível verificar através da tabela 1 abaixo os resultados dos setores que não foram modelados sem grandes mudanças entre os períodos antes (jan/18) e depois (ago/18), e o setor modelado nesta ocasião com uma variação do IPDT e do VD significativa.

| ITAPECERICA DA SERRA |             |        |        |         |         |        |             |         |        |          |        |        |
|----------------------|-------------|--------|--------|---------|---------|--------|-------------|---------|--------|----------|--------|--------|
| SETORES              | IPDT mensal |        |        | VD      |         |        | MICROMEDIDO |         |        | LIGAÇÕES |        |        |
|                      | jan/18      | ago/18 | Vari % | jan/18  | ago/18  | Vari % | jan/18      | ago/18  | Vari % | jan/18   | ago/18 | Vari % |
| Centro               | 300         | 256    | -15    | 433.433 | 393.347 | -9,25  | 242.089     | 229.191 | -5     | 19.834   | 19.888 | 0      |
| Campestre            | 339         | 348    | 3      | 283.107 | 288.109 | 1,77   | 136.519     | 131.247 | -4     | 11.411   | 12.087 | 6      |
| Jacira               | 397         | 393    | -1     | 466.711 | 461.641 | -1,09  | 210.821     | 200.980 | -5     | 18.946   | 19.580 | 3      |

**Tabela 1. Dados do Setor Itapecerica da Serra. (Fonte COP MS).**

A modelagem neste caso auxiliou na tomada de decisão para a escolha das ações de controle de perdas, alguns equipamentos (VRPs) instalados ficavam fora de operação, porque levariam certas áreas ao desabastecimento, e conforme figura 3, o IPDT do setor em janeiro de 2018 era de 300 l/lig.dia. Após modelar, foi possível tomar decisões de operação diferenciada dos equipamentos, sem gerar falta d'água, e o IPDT do setor em agosto foi de 256 l/lig.dia.



**Figura 3: IPDT do ano de 2018 do Setor Itapecerica Centro (Fonte COP MS).**

## CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Com a escassez de recursos hídricos da região metropolitana, toda atividade que reduz as perdas gera impacto socioambiental, pois preserva recursos naturais essenciais à saúde e bem-estar da população. Os clientes-alvo são contemplados indiretamente quando recebem diretrizes mais assertivas, e com prazos menores devidos a esta ação, tendo problemas de falta d'água resolvidos como no caso do Booster Puruba, e na redução de perdas, que aumenta a disponibilidade da água recuperada para ser comercializada.

Contratos de performance do Volume Distribuído (VD) com IPDT estimados pelo método, estão entre os resultados, com previsão de reduzir 52 m<sup>3</sup>/mês no Mussolini, 34 m<sup>3</sup>/mês no Paulicéia/Cacilda, 34 m<sup>3</sup>/mês no Jabaquara, 294 m<sup>3</sup>/mês no Grajaú e 304 m<sup>3</sup>/mês no Jardim Ângela.

Também ocorrerá a otimização na emissão de diretrizes para lançamento de novos empreendimentos ao sistema de abastecimento, melhorando os efeitos e consequências do seu incremento de vazão.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. TSUTIYA, M.T. Abastecimento de Água. 4. ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2013.COSTA, E. R. H. Metodologia para o uso combinado de polímeros naturais como auxiliares de coagulação. XVII CONGRESSO DE ENGENHARIA SANITÁRIA. 1993. Anais. Natal, RN,1993.
2. ZANIBONI, N. Detecção de Vazamentos Não Visíveis e Novos Indicadores de Perdas no Sistema de Abastecimento de Água na Região Metropolitana de São Paulo. Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.
3. NETO, J. M. A. *Manual de Hidráulica* 1998. 8. Ed. São Paulo: Edgard Blucher Ltda, 1998. p. 669. WATERCAD/GEMS V8i. Projeto e Modelagem de Redes de Distribuição de Água, Curso Completo (metric). Bentley Institute, versão V8i. United States Patent Nos. 5,8.15,415 and 5,784,068 and 6,199,125.2010.