

## II-271 – USO DE MODELO HIDRÁULICO PARA SIMULAR AS CONDIÇÕES OPERACIONAIS DO SISTEMA DE INTERCEPTAÇÃO DE ESGOTO DA REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO

**Pedro Kayo Duarte Arashiro<sup>(1)</sup>**

Tecnólogo em Hidráulica e Saneamento Ambiental pela Faculdade de Tecnologia de São Paulo (FATEC-SP). Especialista em Engenharia de Saneamento Ambiental pela Universidade Presbiteriana Mackenzie. Tecnólogo no Cadastro Técnico da Unidade de Tratamento de Esgoto da Metropolitana da SABESP.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Av. do Estado, 561 – Ponte Pequena – São Paulo – SP – CEP: 01107-000 – Brasil – Tel: (11) 3388-6892 – e-mail: [pkdarashiro@sabesp.com.br](mailto:pkdarashiro@sabesp.com.br)

### RESUMO

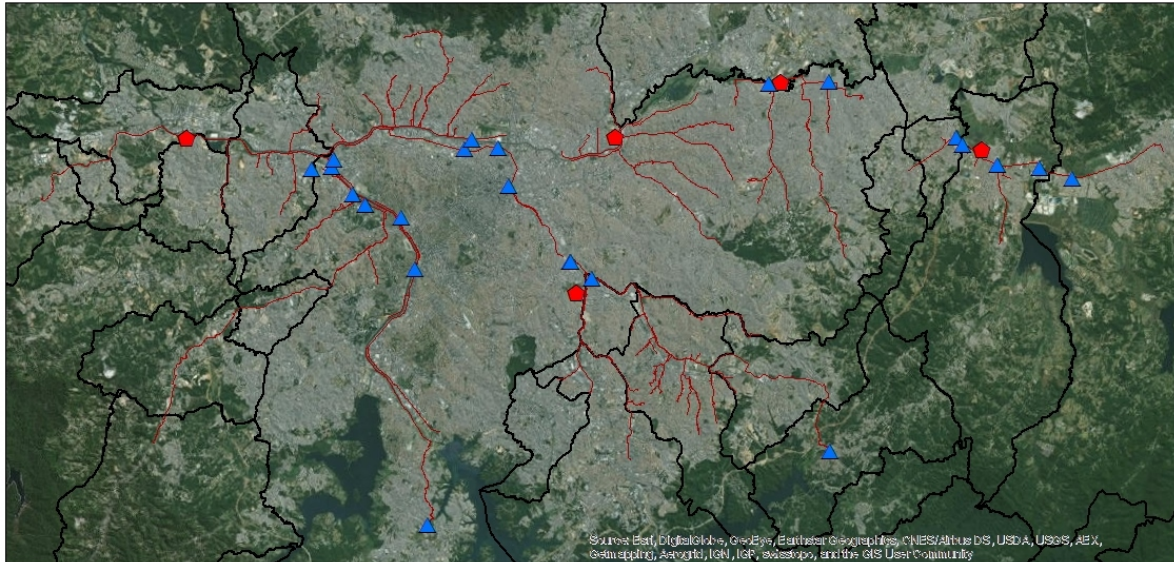
O sistema de interceptação de esgoto da Região Metropolitana de São Paulo é composto por diversas instalações de variadas dimensões que encaminham os efluentes sanitários e industriais para as Estações de Tratamento de Esgoto. Estas instalações estão sujeitas a diversos fatores que podem causar problemas como afogamento das linhas coletoras, extravasamentos através de poços de visita em vias públicas e em corpos hídricos, ou o retorno de esgoto aos domicílios. A modelagem hidráulica do sistema de interceptação possibilita simular várias condições operacionais das instalações de esgotamento sanitário. O objetivo deste trabalho é apresentar como a modelagem hidráulica tem auxiliando na tomada de decisões das áreas de operação, planejamento e engenharia.

**PALAVRAS-CHAVE:** Modelo Hidráulico, Sistema de Interceptação de Esgoto, Operação de Sistema Linear

### INTRODUÇÃO

O sistema de afastamento de esgoto sanitário é composto por interceptores, coletores-tronco e estações elevatórias de esgoto (EEE), sendo responsável por transportar o esgoto coletado das economias para uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE).

Na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) existem cinco grandes ETEs – ABC, Barueri, Parque Novo Mundo, São Miguel e Suzano - que somadas tratam em média 20 m<sup>3</sup>/s de esgoto, atendendo a 23 municípios. Para conduzir esta vazão, a unidade responsável pela interceptação opera mais de 320 km de coletores-tronco, 178 km de interceptores de esgoto e 23 estações elevatórias de esgoto. As dimensões das tubulações operadas variam de 600 mm de diâmetro até seções de 4.500 mm, com exceção de algumas linhas coletoras em municípios permissionários, no caso Santo André e São Caetano, nos quais existem diâmetros inferiores a 600 mm. As EEEs têm capacidades de recalque que variam de 1 l/s até 6.000 l/s, e tendo a maior altura manométrica de 69 metros. A Figura 1 apresenta a localização das instalações operadas pela Unidade de Tratamento de Esgotos da Metropolitana da Sabesp, em que os pentágonos vermelhos são as ETEs, os triângulos azuis são as EEEs, as linhas marrons são as linhas coletoras operadas, e as linhas em preto são os limites de município.



**Figura 1: Instalações operadas pela Unidade de Tratamento de Esgoto da Metropolitana da Sabesp**

Com instalações destes portes existe a necessidade de estudar os diversos comportamentos hidráulicos que podem ocorrer, como os afogamentos das linhas coletoras, que podem causar extravasamentos através de poços de visita em vias públicas e corpos hídricos, e também provocar o retorno de esgoto aos domicílios. A causa do afogamento da linha coletora pode ser devido a entrada clandestina de águas pluviais nas redes de esgoto, ou a paralisação de uma bomba na EEE, ou ainda devido a obstrução de alguma tubulação a jusante. Estes problemas ameaçam a saúde da população, dos corpos hídricos, e podem afetar a operação da ETE.

A definição de modelo por Tucci (2005) é “a representação de algum objeto ou sistema, numa linguagem ou forma de fácil acesso e uso, com o objetivo de entendê-lo e buscar suas respostas para diferentes entradas. ”

A modelagem hidráulica é a ferramenta que possibilita estudar o comportamento das instalações, simulando as diversas condições operacionais através de informações dos desenhos técnicos que apresentam as características das instalações, das informações da operação que indicam por exemplo como estão as cotas operacionais de uma EEE, e os dados de vazões.

O objetivo deste trabalho é apresentar de que forma as áreas de operação, engenharia e planejamento tem se beneficiado de resultados obtidos pelas simulações do sistema de interceptação da RMSP através de software de modelagem hidráulica.

## **METODOLOGIA UTILIZADA**

Ao construir um modelo deve-se inicialmente definir o problema, os objetivos e a justificativa de realizar a simulação. Através destas definições chega-se ao tamanho que o modelo deve ter, pois será possível filtrar e incluir apenas as informações que realmente são relevantes para a solução do problema.

A construção de um modelo hidráulico tem sua facilidade devido à integração com os dados existentes no Sistema de Informações Geográficas, que na Sabesp é o SIGNOS (Sistema de Informações Geográficas no Saneamento). Porém estas informações devem ser analisadas criteriosamente, pois podem existir alguns dados incompletos, sendo necessário em alguns casos levantamentos de campo que busquem corrigir e complementar as informações.

Os dados básicos de entrada para cada elemento são:

- **Poços de Visita:** cota de tampão, cota de fundo, as vazões atuais e/ou planejadas, e as curvas de variação do fluxo de esgoto ao longo do dia;
- **Linhas Coletoras:** extensão, tipo de seção, diâmetro ou seção, material, coeficiente de rugosidade de Manning (n), cota de saída e cota de chegada;
- **Linhas de Recalque:** extensão, diâmetro, material, a rugosidade da tubulação (e) para a fórmula de Darcy-Weisbach, ou o coeficiente de perda de carga (C) para a fórmula de Hazen-Williams;
- **Bombas:** cota de terreno, cota da instalação, e curva do modelo da bomba;
- **Poço de sucção:** cota de terreno, cota de fundo, cota de operação mínima, cota de operação máxima, cota de operação inicial, área do poço de sucção;
- **Exutório:** cota de terreno e cota de fundo;

As conferências em campo são feitas utilizando o GNSS (*Global Navigation Satellite System*) para os levantamentos das coordenadas e cota de tampão dos PVs, a mira topográfica para levantar a profundidade dos PVs até 7 metros, a mira a laser que fornece as profundidades em PVs secos ou as profundidades das lâminas de esgoto, e o televisionamento das tubulações por CCTV (*Closed-Caption Television*) que apresenta o tipo da seção, o material, além de obstruções e outros problemas que possam existir ao longo dos trechos. A inspeção em campo é extremamente importante por fornecer as informações das condições reais do escoamento.

Nos casos em que não existe medição de vazão nas linhas coletoras, as vazões inseridas são as informadas no Modelo Topológico, que calcula as vazões conduzidas para tratamento por meio do volume micromedido de água, considerando também a infiltração e a perda aparente.

Os resultados podem ser analisados por meio de tabelas onde são apresentados os cálculos do software, por meio de mapas interativos que mostram os elementos modelados e suas respectivas condições operacionais, por meio de gráficos que mostram a variação das condições operacionais ao longo do tempo, e por perfis estáticos ou dinâmicos, que apresentam o comportamento do escoamento de esgoto nas linhas coletoras. Estes resultados podem ser comparados entre os muitos cenários, que podem ser elaborados alterando os dados de entrada.

## RESULTADOS OBTIDOS E ESPERADOS

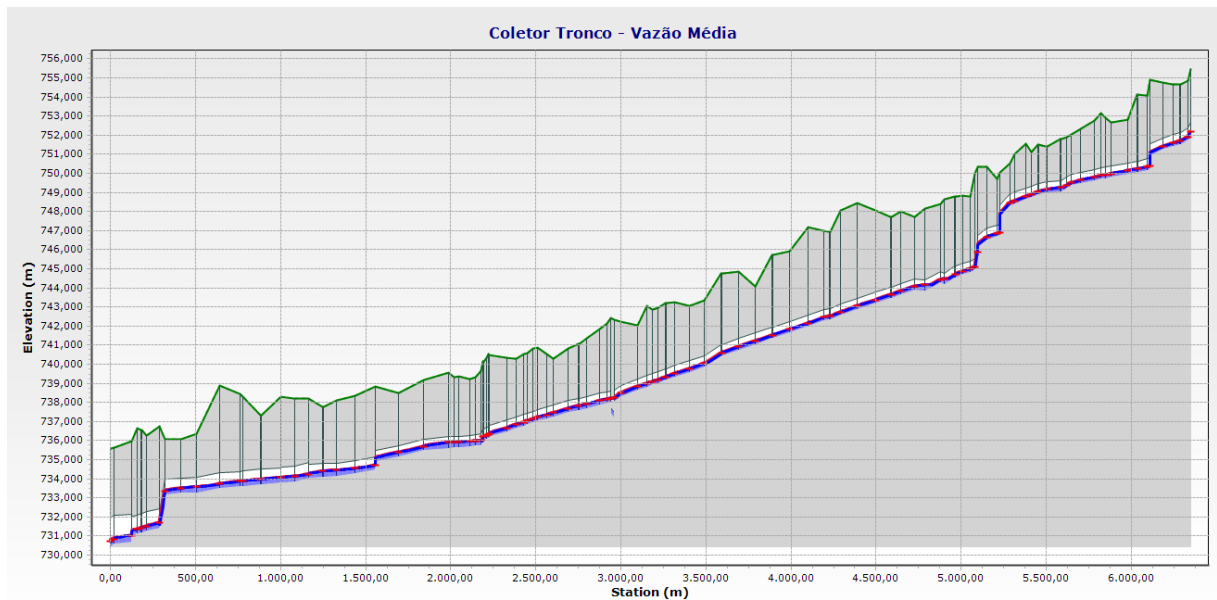
A seguir são apresentados dois estudos que foram realizados utilizando a modelagem hidráulica.

- A verificação da capacidade hidráulica de um coletor-tronco, simulando e comparando as vazões do ano de 2015 e as vazões projetadas para o ano de 2013.
- A verificação do tempo de percurso dos coletores mais distantes até a entrada na ETE.

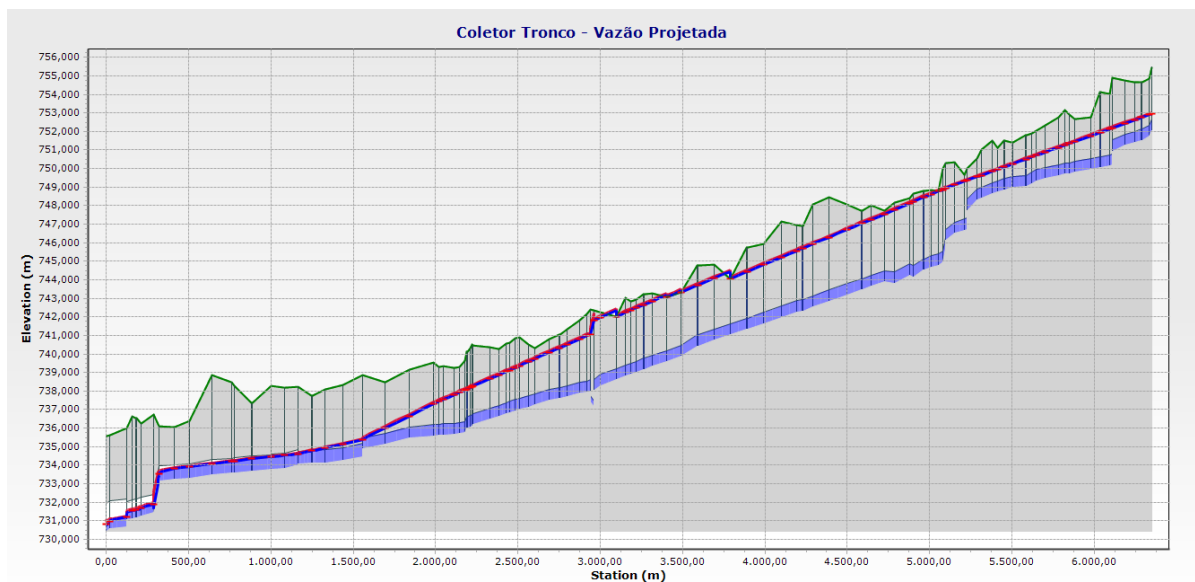
Os estudos que a unidade ainda pretende realizar estão na modelagem de estações elevatórias de esgoto, onde é possível simular o consumo de energia a partir do incremento de vazões previsto com a operação de novas obras, assim, planejando os custos de energia e adequações/ampliações. E na modelagem de sulfeto de hidrogênio ( $H_2S$ ) nas linhas coletoras para identificar trechos que podem ser danificados pelo processo de corrosão.

## ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

No caso do estudo de verificação de capacidade hidráulica de um coletor-tronco foi possível constatar que as vazões projetadas estavam superdimensionadas, sendo desnecessária a duplicação da linha coletora. A Figura 2 mostra o perfil do coletor-tronco com a vazão real, em junho de 2015, em que o escoamento está ocorrendo adequadamente. A Figura 3 mostra o perfil do coletor-tronco com as vazões projetadas para o ano de 2013, em que existe o afogamento da linha coletora, inclusive com afloramentos pelos PVs. Assim, evitou-se gastos antecipados e desnecessários, mas levantando um alerta de que as vazões podem crescer se houver um aumento da urbanização na bacia de esgotamento sanitário.



**Figura 2: Perfil do Coletor-Tronco considerando as vazões de Junho de 2015**



**Figura 3: Perfil do Coletor-Tronco considerando as vazões projetadas**

Em casos que existem a medição de alguns parâmetros de qualidade do esgoto em linhas coletoras ou nas ETEs, o conhecimento do tempo de percurso é importante para que, dependendo das características do esgoto transportado, a operação consiga se adequar para receber esta carga, sem que o processo biológico da ETE ou da produção de reúso de água sejam afetados. O caso em questão estudou o tempo que leva a extensão de aproximadamente 28 km entre uma ETE e uma linha coletora. O resultado foi o tempo de 13,8 horas, sendo que existem alguns trechos deste percurso que foram construídos invertidos, consequentemente havendo a redução da velocidade. O software de modelo hidráulico agilizou o trabalho por inserir todas as características necessárias de 312 trechos para a realização do cálculo, incluindo a inserção das vazões no exato nó.

## **CONCLUSÕES**

A simulação das condições operacionais do sistema de interceptação traz ganhos para toda a equipe envolvida no gerenciamento destas instalações e na operação das ETEs, por possibilitar um maior entendimento de como funcionam as instalações, mostrando os pontos fracos do sistema que são afetados por alguma condição adversa, estudando possibilidades de melhorias, agilizando as respostas com respaldo técnico e fornecendo comprovações claras dos resultados.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. BENTLEY Institute. SewerGEMS V8i, Treinamento e Fundamentos – Versão V8i SELECT Series 4, Junho de 2015. 205 p.
2. COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO. Manual de Operação do Modelo Topológico. Contrato ME 36.167/06 – COBRAPE. Dezembro de 2006. 32 p.
3. TSUTIYA, Milton Tomoyuki; ALEM SOBRINHO, Pedro. Coleta e Transporte de Esgoto Sanitário. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1999. 547 p.
4. TUCCI, Carlos E. M. Modelos Hidrológicos. Colaboração da Associação Brasileira de Recursos Hídrico/ABRH. – 2 ed. – Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2005. 678 p.