

## **MELHORIAS NO SISTEMA DE COLETA DA BACIA DE ESGOTAMENTO DO ANHANGABAÚ UTILIZANDO SOFTWARE DE MODELAGEM HIDRODINÂMICA**

### **André Ricardo Miguel**

Pós-graduado em Engenharia de Saneamento Básico pela FSP-USP e em Administração Contábil e Financeira pela FAAP, Engenheiro Civil pela FESP, Tecnólogo (Hidráulica) pela FATEC- São Paulo. Atua na Divisão de Operação de Esgotos da Unidade de Negócio Centro da SABESP.

### **Douglas Miranda**

Pós-graduado em Gestão Estratégica de Projetos pela Faculdade de Engenharia da FAAP, Engenheiro Civil pelo Instituto Mauá de Tecnologia. Atua como Engenheiro de Aplicações na Bentley Systems.

Rua Dona Antônia de Queiroz, 218 – Consolação – São Paulo – SP – CEP 01307-011 – Brasil – Telefone +55(11)-3138-5488 – e-mail: amiguel@sabesp.com.br

### **RESUMO**

A Bacia de esgotamento do Anhangabaú está entre as mais importantes da Capital por suas características socioeconômicas e históricas. Está em constante observação já que grandes partes dos movimentos urbanos ocorrem em sua área de delimitação. Abriga diversos equipamentos e prédios públicos, além de muitos dos principais hospitais do Estado. É pioneira na verticalização que se prolonga de forma intensa até os dias atuais.

Assim é de vital importância o bom funcionamento do sistema de esgotamento passando por constantes avaliações e intervenções preventivas e corretivas.

Este trabalho inova na medida em que utiliza técnicas consagradas de diagnóstico do funcionamento do sistema com a modernidade da modelagem hidráulica computacional para simulação hidrodinâmica para diversos cenários como tempo seco, chuvoso, intensidade de chuvas com período de retorno de 10, 25, 50 e 100 anos e impacto ocasionado pelas interligações de novos empreendimentos imobiliários.

Através das diversas simulações realizadas foi possível ratificar a utilização de trecho de coletor abandonado e interligação ao existente, permitindo a regularização do sistema.

### **PALAVRAS - CHAVE**

Esgoto, modelagem, bacia de esgotamento

## INTRODUÇÃO

A Bacia de Esgotamento do Anhangabaú destaca-se pela localização geográfica no Município e variadas condições socioeconômicas da população.

Tem início, em sua parcela a montante, na Av. Paulista e desce até seu ponto mais a jusante, na Av. do Estado. Lateralmente é cercada pela Av. 23 de Maio a direita e R. Augusta, Av. São Luiz, Rua Vitória, Av. Rio Branco e Av. Tiradentes à esquerda.

É composta de diversos equipamentos públicos e privados, dos quais podemos destacar:

- Hospitais Oswaldo Cruz, São Geraldo, Santa Catarina, Beneficência Portuguesa, Hospital do Coração, Infantil Menino Jesus, Perola Byington, Sírio Libanês, IGESP e Nove de Julho;
- Catedral de São Bento, Centro Cultural São Paulo, Faculdade de Belas Artes, Fundação Casper Líbero, Fundação Getúlio Vargas, Liceu de Artes e Ofícios, MASP, Museus de Arte Sacra, Faculdade de Direito da USP;
- Ministérios da Fazenda, da Justiça, do Trabalho, Público Federal e Estadual, Sede da Prefeitura do Município de São Paulo, Câmara Municipal, Secretarias de Obras Públicas, da Justiça, Relações do Trabalho, Educação, Saúde, Finanças, Segurança Pública.

Área de abrangência:	6.626 km <sup>2</sup>
Número de ligações:	14.832 un
Número de economias:	
Públicas :	303 un
Industriais:	458 un
Residenciais:	74.690 un
Comerciais:	21.835 un
Extensão de redes e coletores:	122.884m
População total (estimativa):	400.000 hab
Bairros abrangidos:	Bela Vista, Consolação, Vila Buarque, Santa Ifigênia, Centro, Mercado e Luz

**Tabela 1**



**Figura 1**

Também compõem a bacia 1.749 poços de visita e 24 poços de inspeção nas mais variadas profundidades.

O volume micromedido de água fornecido equivale a uma vazão média de 680l/s (fonte Signos, 08/13).

Possui delimitação compatível com a bacia hidrográfica homônima e, em razão da idade e características dos sistemas no início do século XX, apresenta algumas interconexões entre os sistemas de coleta de esgotos e drenagem urbana.

Apresentou-se totalmente saneada até fim da década de 80, quando ocorreu a Reurbanização do Vale do Anhangabaú.

## **OBJETIVO**

Este trabalho tem como objetivo demonstrar os resultados alcançados com a utilização de software de modelagem hidráulica para avaliação do sistema existente. Posteriormente foi possível estabelecerem e ratificarem melhorias importantes para o correto funcionamento das redes e coletores tronco.

A Bacia do Anhangabaú foi a escolhida em razão de suas características socioeconômicas, localização, importância histórica, alto grau de verticalização e elevado índice de manutenção corretiva.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

Para execução dos trabalhos foi utilizado o software SewerGEMS V8i desenvolvido pela Empresa Bentley Systems Inc. Com este software é possível a criação digital de variados cenários e hipóteses permitindo um amplo conhecimento do sistema estudado e suas particularidades.

O desenvolvimento desta atividade foi distribuído em várias etapas preliminares necessárias para o melhor resultado possível. Assim a organização foi dividida em:

1) Levantamento de informações cadastrais utilizando a base de dados do SIGNOS (Sistema de Informações Geográficas no Saneamento) existente na ocasião da realização do trabalho (jan/13). Foi feita a filtragem das redes que efetivamente eram atuantes independente do status no sistema, já que a ideia inicial era a de reativar alguns coletores abandonados.

2) Obtenção de informações de volumes micromedidos (mensal e período de 1 ano) de todos os imóveis existentes na área de abrangência da bacia.

Para fins de cálculo utilizou-se o volume de água fornecido. Como continuidade, posteriormente haverá a calibração do sistema através de dados de medição de vazão em pontos estratégicos, tarefa em execução atualmente.

3) Carregamento de dados oriundos de campanhas de medição de pressão, através de *data loggers* e em diversos pontos da bacia de forma a representar as áreas homogêneas existentes (residencial, comercial, industrial e misto). Estas informações embasaram a elaboração das curvas médias diárias e posteriormente a média de todas as curvas gerando uma única – curva comportamental que representou a distribuição diária das vazões no sistema.

4) Obtenção de informações referentes aos futuros empreendimentos imobiliários em construção e a construir na região.

A verticalização observada na região central e bairros vizinhos tem grande impacto no antigo sistema de coleta em funcionamento.

Cabe a Sabesp avaliar e fornecer as diretrizes básicas aos Empreendedores Imobiliários. Esta avaliação relaciona a vazão prevista de despejo e as condições de operação e capacidade hidráulica das redes.

Assim é importante a utilização de modelos computacionais para avaliação do impacto dos novos prédios, hospitais, escolas e demais grandes consumidores, permitindo planejar de forma mais estruturada a ampliação do sistema.

5) Cadastramento de dados das possíveis interligações de ramais e galerias de águas pluviais.

Estas informações geralmente são obtidas após ampla pesquisa “in loco” e denúncias de técnicos da Cia., conhecedores dos problemas ocasionados pelo acréscimo de água oriunda destas fontes indesejadas.

### **Geração das simulações**

Após alimentar o sistema com os dados, via importação direta do cadastro em arquivos GIS, ajuste de informações cadastrais e montagem de curvas comportamentais das cargas através de medições de campo, procedeu-se a geração de diversos cenários hipotéticos, como exemplificados abaixo:

- 1) Variação climática: dividindo-se em tempo seco e tempo molhado, e este com diversas expectativas de intensidade e tempo de retorno das chuvas (10, 25, 50 e 100 anos);
- 2) Entrada em funcionamento dos diversos empreendimentos imobiliários selecionados;
- 3) Avaliação do funcionamento do sistema com a reativação de coletores tronco abandonados e obras de interligação.



**Figura 2 - Detalhe do resultado de cenário simulado demonstrando os trechos de redes e coletores com capacidade das redes comprometidas (em vermelho).**

Além de todos os conhecimentos e particularidades do sistema adquiridos com os resultados das diversas simulações executadas, o maior benefício ocorreu com a reativação de coletores tronco abandonados.

O sistema de coleta da bacia do Anhangabaú está entre os mais antigos do Município, com início no século XIX, aproximadamente em 1885.

Com a expansão da cidade no entorno do Pátio do Colégio e em direção à Av. Paulista, houve a necessidade de dotar os viários e passeios que surgiam de redes para abastecimento de água e coletores de esgotos, cujo deságue era no seu ponto mais a jusante, junto a Av. do Estado.

Durante as décadas de 50, 60 e 70 toda esta região apresentava-se como a mais pulsante da Cidade com seus teatros, bares, comércio variado, diversos hospitais e prédios públicos.

Até fins da década de 80 a bacia apresentava-se totalmente saneada com redes coletoras em diversos diâmetros promovendo a coleta e coletores tronco encaminhando os esgotos para tratamento na Estação de Tratamento de Esgotos de Barueri.

Nesta época a PMSP, através da antiga EMURB – hoje SPObras – inicia as obras de Reurbanização do Vale do Anhangabaú implantando 2 túneis (norte e sul – Papa João Paulo II) e recomposição de todo o viário. Durante a elaboração dos projetos o Coletor Tronco Anhangabaú (800mm) apresentava-se como interferência, e desta forma foi proposto o seu remanejamento, porém com diâmetro aumentado para 1.200mm. Seu novo traçado partia da entrada do referido túnel e interligação em poço de visita existente na Rua Carlos de Souza Nazaré, do qual convergem 2 coletores em 500 e 600mm.

Porém, com dificuldade para vencer a interferência da canalização do Córrego Anhangabaú que segue o mesmo trajeto, a obra que transcorria normalmente foi paralisada em poço situado a 150m da referida interligação.

Durante a execução das obras de reurbanização do Vale houve também a interrupção do escoamento de coletor existente no interior do Terminal de Ônibus Bandeira em razão da construção das fundações da base do mastro da bandeira e da travessia dos coletores que descem pela Av. Vinte e três de maio sob o Viaduto Dr. Eusébio Stevaux.



**Foto 1 – Detalhe do CT 800mm semi-demolido.**

Procederam-se então diversos estudos, avaliações “in loco” e propostas de projetos a fim de regularizar o afastamento. O antigo coletor Anhangabaú (800mm) e seus poços de visita foram alvo de prospecção e posterior limpeza.

Foram gerados 2 projetos, um de sifão passando sob o córrego Anhangabaú e outro de interligação do CT 800mm a reativar no CT 1.100mm existente (entrada do túnel).

A fim de garantir efetivamente o funcionamento destas alterações propostas utilizou-se do modelo hidráulico novamente, conforme descrito a seguir.

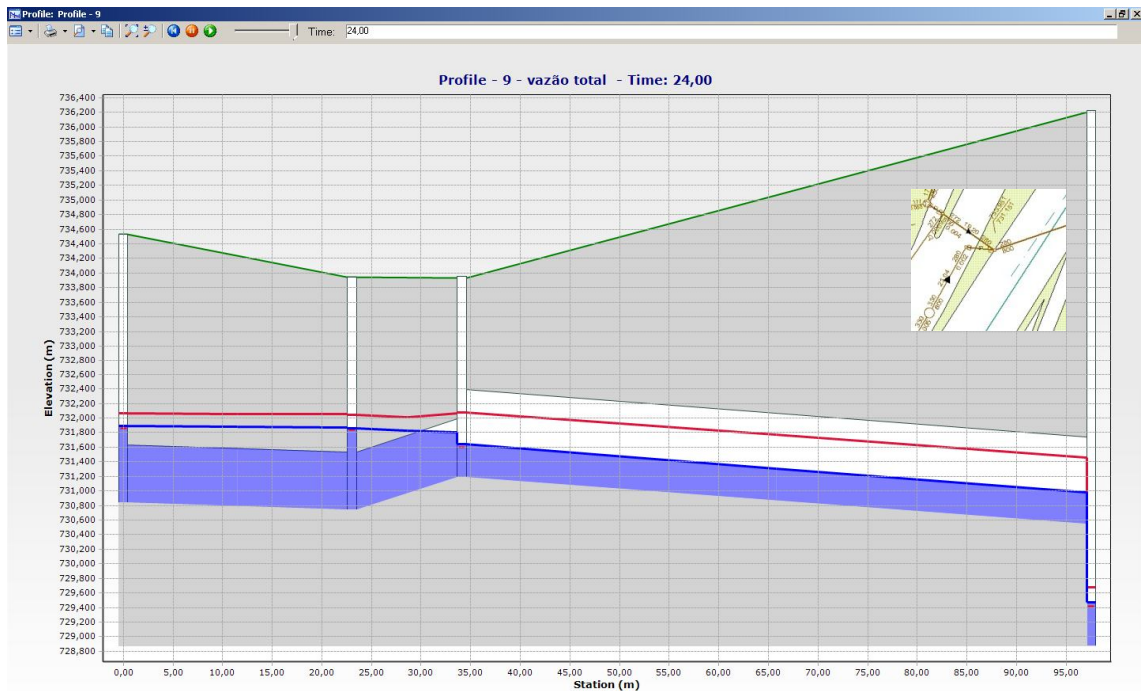
### **3.1) Hipóteses**

Para avaliação do comportamento do sistema contemplando a reutilização dos coletores tronco abandonados, foram elaborados diversos cenários sendo:

#### **a) Interligação do CT 800mm ao CT 1.100mm na altura do Túnel João Paulo II, montante.**

Em razão de pequena diferença de cotas entre os poços destes coletores procedeu-se avaliação através do modelo hidráulico considerando 3 alternativas:

- a.1) interligação em linha (horizontal), através de um único poço de visita que interceptaria os 2 coletores gerando um degrau negativo;
- a.2) Interligação em ângulo (horizontal) com degrau negativo entre os poços de visita dos coletores;
- a.3) Interligação em ângulo (horizontal) sem degrau, com declividade invertida, entre os poços de visita dos coletores.

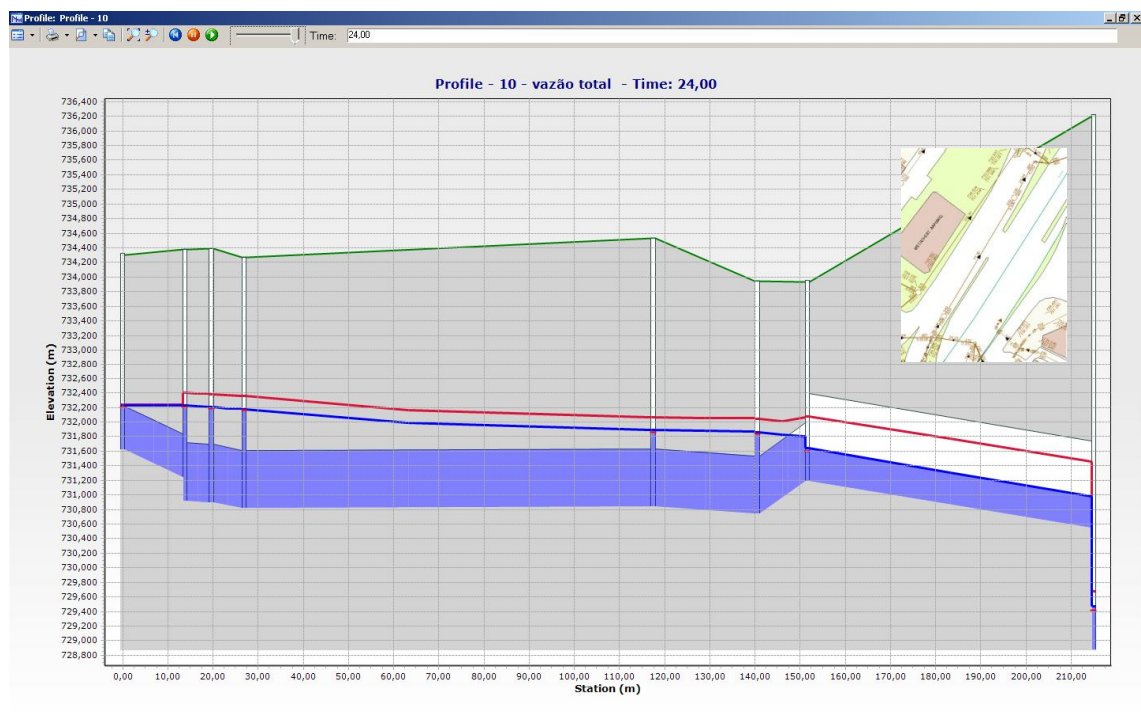


**Figura 3 - Resultado da simulação de interligação em ângulo com declividade invertida. Notar em azul a linha piezométrica e em vermelho a linha de energia.**

O modelo apresentou à alternativa a.3 como a melhor já que o remanso gerado era o menor. Nesta alternativa a energia do sistema funciona como um pistão empurrando a coluna de água para dentro do poço.

**b) Avaliação do funcionamento de todo o sistema com a interligação dos pontos a montante.**

Nesta etapa foi simulado o funcionamento do sistema com o acréscimo de vazão decorrente da interligação do Coletor Tronco Nove de Julho ME e, posteriormente dos Coletores Tronco Vinte e Três de Maio e Nove de Julho MD.



**Figura 4 – Trecho do coletor 800mm recuperado e com vazão plena (pior condição).**

O resultado das simulações demonstrou que, apesar de operar em alguns momentos com sua capacidade limite, o sistema de afastamento tem capacidade para transportar todo o volume entrante sem risco de extravazamentos.

### c) Avaliação do funcionamento do sifão sob o Córrego Anhangabaú

Durante as simulações o sifão executado mostrou-se capacitado para operar com vazões aumentadas, assim como os coletores a jusante deste ponto.

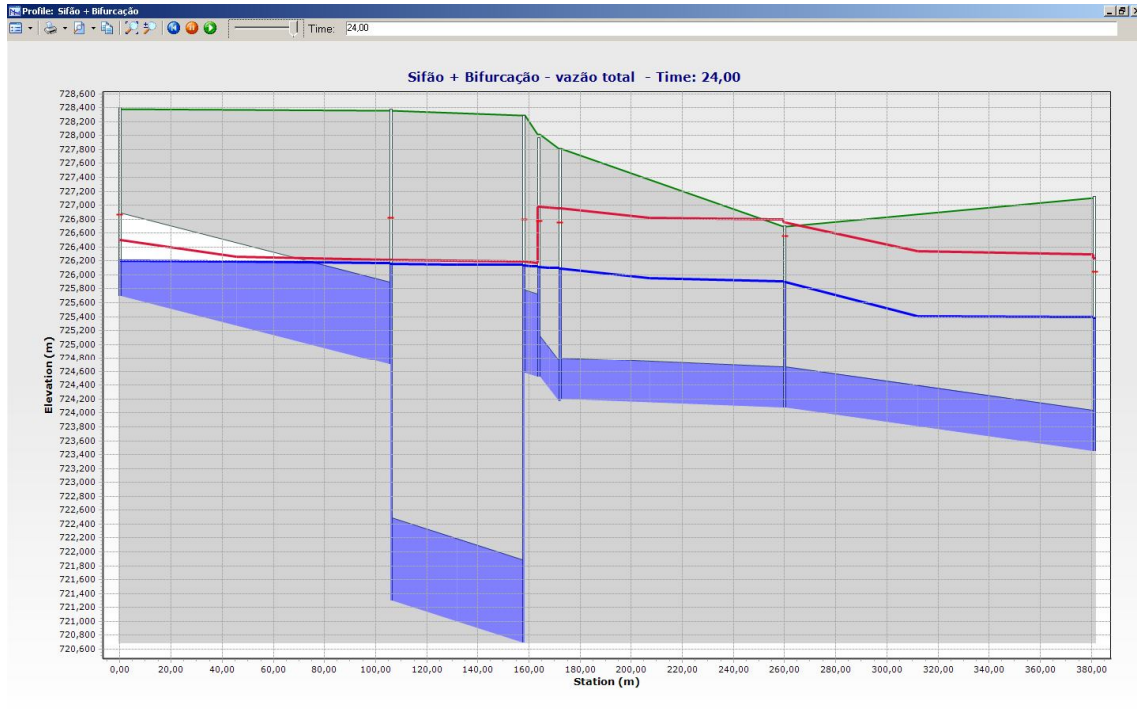


Figura 5 – Detalhe da simulação do funcionamento do sifão na pior situação

### d) Avaliação de todo o sistema de afastamento desde o Vale do Anhangabaú até a Rua da Cantareira

Para ratificar a validade das obras e serviços propostos foi elaborado estudo contemplando grande parte do sistema de afastamento, passando pelas áreas mais críticas como o trecho de coletor recuperado e sua interligação, sifão e trecho de coletores de 500 e 600mm.

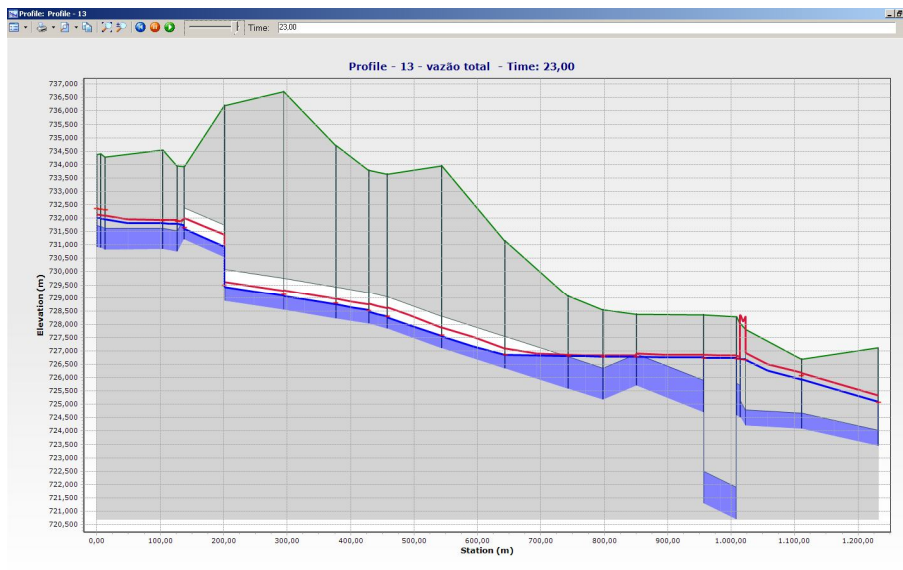


Figura 6

Na figura 6 é possível confirmar a capacidade de funcionamento dos coletores estudados na pior situação (vazão máxima), apesar de operarem, em alguns horários do dia, a seção plena.

## **CONCLUSÃO**

Conclui-se que a utilização de ferramentas computacionais para análise e avaliação tornaram-se fundamentais para o completo conhecimento do funcionamento de um sistema de coleta de esgotos. O grau de sofisticação alcançado aproxima o modelo da realidade instantaneamente, em poucos cliques no mouse.

Claro que é esperado um bom conhecimento das equações envolvidas neste processamento, além da área de atuação, problemas frequentes e outras variantes que só são obtidas com experiência ao longo do tempo.

Importante destacar que a modelagem hidráulica permite um conhecimento do sistema com um todo, porém é fundamental o suporte de todos os envolvidos no dia a dia da operação das redes e coletores, estes sim, sabedores das particularidades e pequenos detalhes que muitas vezes fazem a diferença.

Destaque também para o empenho das equipes que atuaram no diagnóstico em campo, projeto e obras. Estes são os verdadeiros executores, colocando o sonho em prática.

“Os grandes feitos são conseguidos não pela força, mas pela perseverança.” (Samuel Johnson).

## **REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA**

1. BENTLEY SYSTEMS, INCORPORATED. Sewer GEMS V8i, Bentley Institute Course Guide, 2013