

## **II-1180 – QUANTIFICAÇÃO DA ENTRADA DE ÁGUAS PLUVIAIS EM UMA BACIA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DIMENSIONADA COMO SISTEMA SEPARADOR ABSOLUTO**

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

Tecnólogo em Hidráulica e Saneamento Ambiental pela Faculdade de Tecnologia de São Paulo. Especialista em Engenharia de Saneamento Ambiental pela Universidade Presbiteriana Mackenzie. Tecnólogo em Hidráulica na SABESP. Mestrando em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos na UNESP – São Paulo.

### **Juliana Marques dos Anjos<sup>(2)</sup>**

Engenheira Civil pela Universidade Nove de Julho. Pós-graduação *latu sensu* em Patologia em Obras Civis pelo Instituto IDD. Técnica em Sistema de Saneamento na SABESP.

### **Airton Gabriel Buth<sup>(3)</sup>**

Químico pela Universidade Estadual de Londrina (UEL-PR). Tecnólogo em Química pela Universidade Estadual de Londrina (UEL-PR). Químico na SABESP.

### **Cristiane da Silva Vitoreti<sup>(4)</sup>**

Engenheira Civil pela Universidade Nove de Julho. Tecnóloga em Saneamento pela Universidade de Campinas. Especialista em Gestão Ambiental pela Universidade de São Carlos. Tecnóloga em Saneamento na SABESP.

### **Silvana Martins dos Santos<sup>(5)</sup>**

Engenheira Civil pela Universidade de Mogi das Cruzes. Especialista em Engenharia em Saúde Pública e Ambiental pela Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo. Pós-graduação *latu sensu* em Administração de Empresas – MBA Administração para Engenheiros pelo Instituto Mauá de Tecnologia. Engenheira na SABESP.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Avenida do Estado, 681 – Ponte Pequena – São Paulo – SP - CEP: 01107-000 - Brasil - Tel: (11) 94599-6728 - e-mail: [pkdarashiro@sabesp.com.br](mailto:pkdarashiro@sabesp.com.br)

## **RESUMO**

A Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) adota como padrão nos projetos de esgotamento sanitário o sistema separador absoluto, onde as águas pluviais são conduzidas separadamente dos efluentes domésticos, e os esgotos sanitários são encaminhados para as estações de tratamento de esgotos (ETEs). Nos projetos hidráulicos são considerados para o dimensionamento das estruturas o produto do coeficiente de vazão máxima diária (K1) e do coeficiente de vazão máxima horária (K2), recomendado pela literatura igual a 1,8. Com isto, o sistema é dimensionado para as vazões de esgoto, apenas, sendo sobrecarregado por águas parasitárias (chuva). A sobrecarga e seus impactos acontecem no sistema como um todo, desde a coleta até as ETEs. Este trabalho visa comparar as vazões medidas em um coletor-tronco situado na RMSP, em um dia seco e um dia chuvoso. Para esta análise foi realizada a medição de vazão utilizando equipamento composto por sensor submerso de velocidade e nível. Os dados coletados foram compilados em um software de *Business Intelligence* (BI) juntamente com os dados de pluviometria, coletados no Sistema Integrado de Bacias Hidrográficas (SIBH). No dia seco foi observada a vazão média de 529,12 l/s, e a vazão máxima de 816,31 l/s. Para o dia com evento de chuva, a vazão média foi de 767,78 l/s, e a vazão máxima de 2.000,74 l/s. Portanto, podemos inferir com base nessas observações que a vazão máxima do dia chuvoso foi 3,74 vezes maior que a vazão média do dia seco, ou 2,45 vezes maior que a vazão máxima do dia seco. Estes valores estão acima dos coeficientes K1 x K2 que deveria ser igual a 1,8, mostrando que em eventos de chuva aumentam a probabilidade de ocasionar problemas operacionais devido à sobrecarga hidráulica do sistema, que não foi dimensionado para transportar as contribuições pluviais.

**PALAVRAS-CHAVE:** Águas Parasitárias, Medição de Vazão, Pluviometria, Esgoto Sanitário, Águas Parasitárias.

## INTRODUÇÃO

O sistema de esgotamento sanitário é delimitado entre a coleta de esgoto das economias até a disposição final do efluente tratado. A ABNT (1999) recomenda que o sistema predial de esgoto sanitário deve ser o sistema separador absoluto, ou seja, sem ligação com o sistema predial de águas pluviais. Isso é recomendado também para o sistema público de esgotamento sanitário. Assim, as instalações são projetadas para receber as águas residuárias (esgotos domésticos e industriais) e as águas de infiltração. As águas pluviais devem ser transportadas em sistema independente de drenagem pluvial.

Nos projetos hidráulicos é usual que o dimensionamento das estruturas de esgotamento sanitário seja feito utilizando a vazão média multiplicada pelo coeficiente de máxima vazão diária (K1) e pelo coeficiente de máxima vazão horária (K2), sendo que a literatura recomenda 1,8. Na prática, este valor tem sido superado nos eventos de chuva, e a entrada inadequada de águas pluviais torna-se um dos principais problemas na gestão das instalações de esgotamento sanitário projetadas como separador absoluto, sendo responsável pelos possíveis impactos operacionais:

- Aumento da vazão.
- Afogamento das tubulações, que são projetadas para operar como conduto livre, durante os eventos de chuva.
- Problemas estruturais decorrentes da frequente pressurização e despressurização das tubulações, principalmente em métodos construtivos como o anel segmentado.
- Redução da velocidade do escoamento das tubulações do sistema devido ao afogamento.
- Sedimentação de areia nas tubulações por conta da redução da velocidade.
- Redução da área do canal por assoreamento ao longo do tempo, e logo da capacidade hidráulica.
- Aumento do risco de extravasamento (perda de esgoto) em vias públicas e em corpos hídricos.
- Aumento da poluição dos corpos hídricos.
- Aumento do risco de retorno de esgoto aos imóveis.
- Aumento do tempo de operação de bombas hidráulicas.
- Aumento do consumo de energia elétrica.
- Aumento da frequência de limpeza das linhas coletoras de esgoto.
- Aumento de resíduos sólidos nas grades das estações de tratamento de esgoto (ETEs) e estações elevatórias de esgoto (EEEs), trazidos pela lavagem das ruas.
- Aumento da velocidade na caixa de areia da ETE, reduzindo o tempo de detenção hidráulico e podendo reduzir a eficiência do processo preliminar e do processo como todo, pois carrega material inorgânico aos demais processos de tratamento.
- Aumento dos custos operacionais.
- Sobrecarga dos equipamentos nas EEs e na ETE (bombas, tubulações, sopradores, etc.), aumentando o desgaste e a necessidade de manutenção.

Quantificar as contribuições de águas pluviais é essencial para conhecer o problema, para depois conseguir mitigar estes impactos negativos operacionais e melhorar a qualidade nos quesitos ambientais, sociais e econômicos.

## OBJETIVO

Quantificar as contribuições de águas pluviais é uma das entradas na seleção de quais bacias de esgotamento apresentam maior consequência e probabilidade de falha por conta das entradas indevidas, que servirá nas tomadas de ações para mitigar os impactos operacionais e preservar a bacia como um todo.

Este trabalho pretende demonstrar uma prática que pode ser adotada utilizando dados de medição de vazão de esgoto e dados de pluviometria da mesma bacia de esgotamento sanitário, ou de pontos próximos para quantificar as contribuições irregulares de águas pluviais, objetivando melhorar a gestão do sistema de afastamento e subsidiar a priorização de ações que visem o restabelecimento operacional do sistema próximo às condições que foram definidas em projeto.

## METODOLOGIA UTILIZADA

A pesquisa foi realizada a partir do estudo de uma bacia de esgotamento sanitário da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), que é uma área complexa devido a sua alta densidade populacional e próxima da cabeceira do Rio Tietê. Foram utilizados dados operacionais de monitoramento de vazão e nível, dados pluviométricos do Sistema Integrado de Bacias Hidrográficas – SIBH, e software de *Business Intelligence* (BI).

O poço de visita (PV) selecionado para a realização deste trabalho está inserido em um coletor-tronco de 1.500 mm e com profundidade de 5,30 metros.

Para a medição de vazão foi utilizado um equipamento ultrassônico do tipo Área x Velocidade que não necessita de intervenções construtivas, fica instalado no fundo do canal registrando informações a cada 10 minutos, e disponibiliza os dados de data e hora, velocidade, nível e vazão.

O SIBH é um banco de dados de recursos hídricos do Estado de São Paulo, contendo diversos postos pluviométricos e fluviométricos dentro de SP, sendo muitos destes com telemetria, o que traz as informações em tempo real. É uma ferramenta bastante fácil de ser utilizada, permitindo a exportação dos dados com intervalos a cada 10 minutos.

Os dados obtidos pelo medidor de vazão e pelo SIBH foram integrados no software BI, para permitir a avaliação e comparação entre estas variáveis a partir de medidas e gráficos.

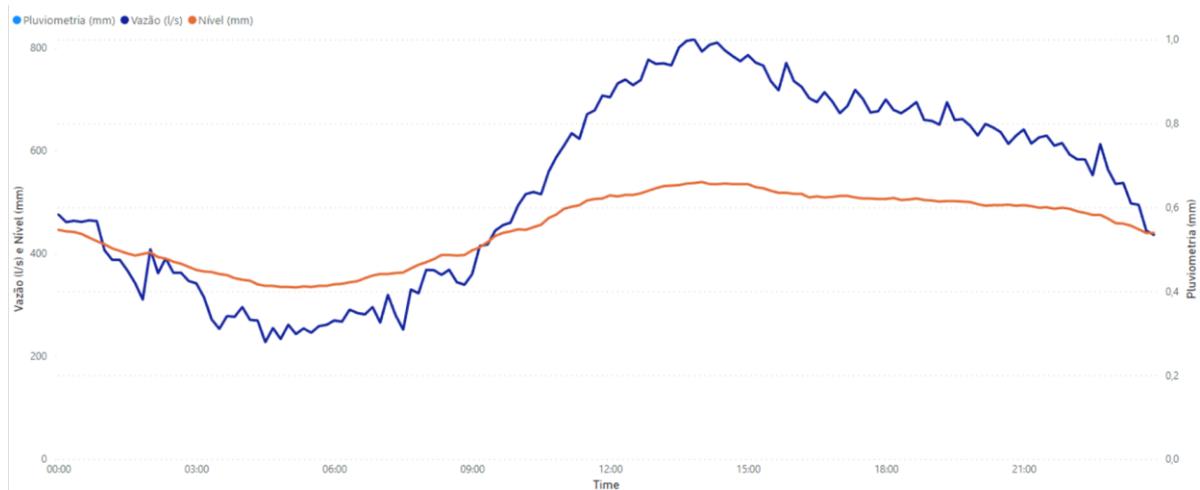
## RESULTADOS OBTIDOS

A integração dos dados de medição de vazão, nível e de pluviometria indicam a forte relação do incremento de vazão na linha coletora por conta de um evento de chuva no dia 04/01/2023, conforme demonstrado na Figura 01. A vazão média do dia foi de 767,78 l/s, e a vazão máxima do dia foi de 2.000,74 l/s. Nesta data, este posto pluviométrico registrou 60 mm de chuva. Às 11:40h ocorreu o registro de chuva de 5,25 mm num espaço de 10 minutos, não tendo o mesmo impacto na variação de vazão e nível como no evento iniciado às 15:40h que teve uma duração de 7,5h, resultando em um maior impacto de contribuição parasitária de águas pluviais. O nível chegou em 3,88 m dentro do poço de visita, afogando o coletor e ficando a 1,42 m de atingir o nível do terreno.



Figura 1 – Integração dos dados horários de vazão, nível e pluviometria de um posto da bacia de esgotamento em 04/01/2023

A Figura 2 apresenta a curva horária de vazão para o mesmo ponto, no dia 08/01/2023, que foi uma data sem nenhuma indicação de chuva no mesmo posto pluviométrico. A vazão média do dia foi 529,12 l/s, e a vazão máxima do dia foi de 816,31 l/s. O nível dentro do coletor chegou em 53,9 cm, ocupando aproximadamente 36% da altura da seção.



**Figura 2 – Integração em um dia seco dos dados horários de vazão, nível e pluviometria de um posto da bacia de esgotamento em 08/01/2023**

## ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os resultados obtidos da bacia selecionada mostram que a vazão máxima do dia 04/01/2023 é 3,74 vezes maior que a vazão média do dia seco, ou 2,45 vezes maior que a vazão máxima do dia seco. Nota-se que estes valores estão acima dos coeficientes  $K1 \times K2$  igual a 1,8, mostrando que em eventos de chuva de alta intensidade aumentam a probabilidade de ocasionar problemas operacionais devido à sobrecarga hidráulica do sistema, que não foi dimensionado para transportar as contribuições pluviais.

## CONCLUSÕES

A integração dos dados de medição de vazão com a pluviometria é um ótimo indicador do quanto que o sistema de esgotamento sanitário não está operando como um sistema separador absoluto, como geralmente é dimensionado. Também, quando comparado com as integrações de outras bacias dá suporte na tomada de decisão para priorizar qual área será iniciado o trabalho de mitigação das contribuições de águas pluviais.

O trabalho de identificação e mitigação das fontes de águas parasitárias é necessário para minimizar os impactos operacionais do sistema de esgotamento sanitário e seus custos, além de reduzir os riscos de extravasamentos em vias públicas e em corpos hídricos, e não impactar no porte das estruturas em futuras ampliações.

As informações fornecidas por este estudo são precursoras para o estabelecimento de um plano de controle, proteção e recuperação das redes de transporte de esgotos, visto a notória correlação entre os dados de pluviometria e o aumento da vazão nas linhas coletoras, dimensionadas como separador absoluto.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8160: Sistemas prediais de esgoto sanitário - Projeto e execução. Rio de Janeiro, 1999. 74 p.
- Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE). Sistema Integrado de Bacias Hidrográficas – SIBH. <http://sibh.dae.sp.gov.br/>