

## **ANÁLISE DE ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS DE ESGOTO POR MEDIÇÃO INDIRETA DE VAZÃO, COM ÊNFASE NA GESTÃO OPERACIONAL E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA**

**Carlos Alberto Cabral Azevedo** <sup>(1)</sup>

Engenheiro Civil da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo.

**Lucas Mateus Paro Rodrigues** <sup>(2)</sup>

Engenheiro Eletricista da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo.

**Vitória Cruz Mota** <sup>(3)</sup>

Técnica em Sistemas de Saneamento da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo.

**Endereço** <sup>(1)</sup>: Rua Dr. Costa Leite, 2000 - CECAP - Botucatu – São Paulo - CEP: 18606-000 - Brasil - Tel: +55 (14) 3811-8239 - e-mail: carlosazevedo@sabesp.com.br.

### **RESUMO**

Destaca-se a importância de o operador do sistema de saneamento possuir as informações técnicas operacionais de uma estação elevatória de esgoto e o comportamento da sua bacia de contribuição. A complexidade de uma gestão operacional eficiente decorre do elevado número de instalações existentes no sistema, seu porte e suas características únicas. Neste trabalho é apresentado resultados obtidos através do levantamento das informações operacionais em campo, por medição indireta, de fácil replicação e baixo custo, cujas informações técnicas consolidadas permitem o operador uma tomada de decisão precisa no ajuste operacional, na aquisição de equipamentos e na redução do consumo energético.

**PALAVRAS-CHAVE:** Hidrograma de vazões, tempos de operação, consumo energético.

### **INTRODUÇÃO**

Muito tem-se discutido na literatura quanto ao dimensionamento de Estações Elevatórias de Esgoto (EEE), os parâmetros de projeto (coeficientes de variação diária, horários, consumo per capita, população) e eficiência energética.

Para empresas de saneamento, o gerenciamento eficiente destes sistemas se mostra bastante complexo, seja pela quantidade de instalações em operação, a variabilidade de equipamentos de bombeamento disponíveis no mercado, a ausência de documentação de projeto quando da assunção de novos municípios e ainda, do comportamento e crescimento da bacia de esgotamento ao longo da sua vida útil.

Se o operador do sistema não dispuser de informações básicas da EEE, das características físicas da instalação e dos equipamentos eletromecânicos e da demanda de esgoto gerada, ficará sempre sujeito a realização de manutenções corretivas.

A Superintendência da Sabesp localizada em Botucatu atende 35 municípios, abrangendo a operação de 227 EEE atualmente, sendo que a quantidade de instalações varia em razão de novos empreendimentos recebidos em doação e da desativação de EEE em razão de obras de melhorias na rede coletora de esgoto.

O que pretendemos neste trabalho, desenvolvido desde 2018, é a obtenção destas informações mínimas relevantes, que permitam ao operador do sistema ter uma ferramenta para a gestão operacional e possibilite uma tomada de decisão mais eficiente.

### **OBJETIVO**

O presente trabalho busca determinar de forma indireta, com baixo custo de implantação, parâmetros de comportamento e operação de EEE que operam em regime de batelada. Cabe esclarecer, primeiramente, que o foco da medição indireta das vazões não é a precisão dos valores obtidos, pois para este objetivo existem equipamentos

específicos para a função. O que buscamos é identificar a faixa de variação dos valores de vazões afluentes, toleradas em uma margem de imprecisão aceitável.

Os parâmetros de comportamento mais relevantes, a princípio, são as vazões afluentes diárias na EEE (mínima, média e máxima) ao longo de um determinado período, em condições normais (dias secos sem intercorrências) e, quando possível, em dias atípicos (eventuais dias com chuvas, pontuais ou não).

Esses parâmetros são as variáveis que o operador não tem nenhum controle, característicos do consumo de água e geração de esgotos pela população atendida naquela bacia de contribuição.

O conhecimento destes parâmetros em conjunto com as características físicas da instalação permite uma tomada de decisão mais assertiva no ajuste operacional (regulagem), seja na troca por equipamento mais adequado disponível no momento, seja na minimização do parque de bombas da Superintendência ou na aquisição de novos equipamentos com ponto operacional mais eficiente.

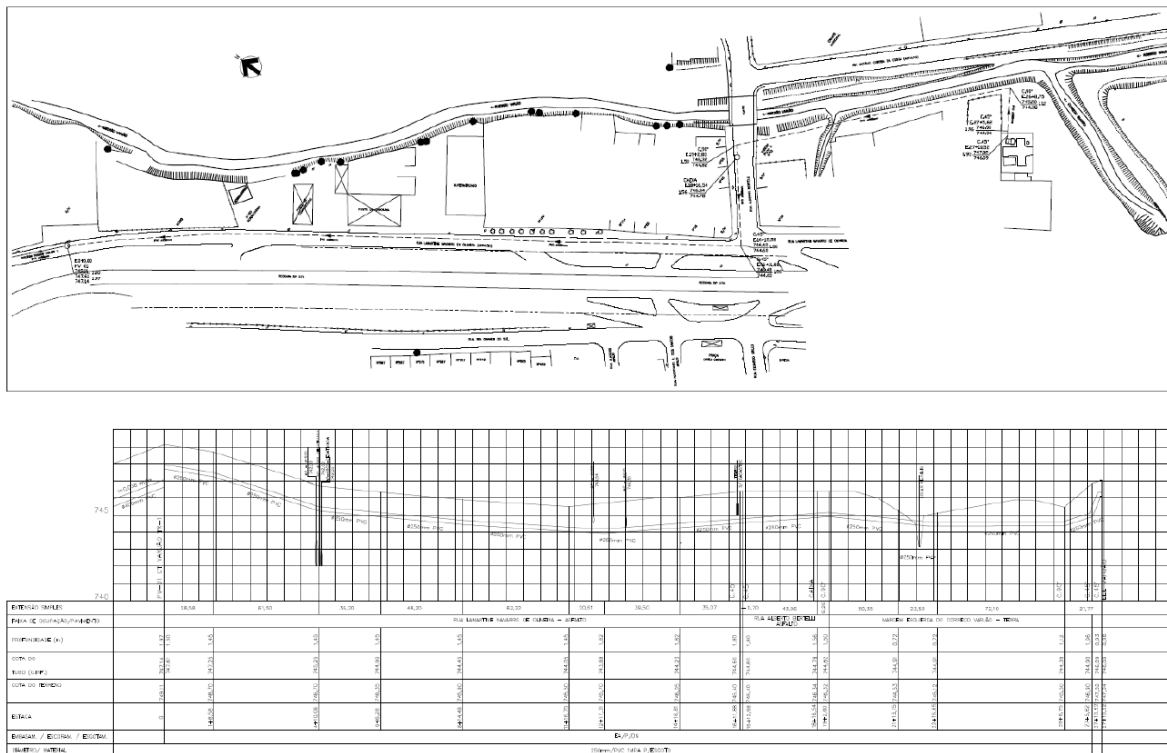
## METODOLOGIA

No desenvolvimento do trabalho foi realizada a observação do comportamento de cada EEE durante um período de tempo, mediante a coleta de dados em campo, a análise e interpretação dos resultados.

Na etapa inicial do trabalho que consistiu na identificação e mapeamento das EEE existentes e em operação na superintendência, separando-as por município e bacias de esgotamento, já foi possível identificar e priorizar as instalações a serem estudadas, seguindo alguns critérios de interesse: menor complexidade (bacias menores), distância geográfica da sede da superintendência, EEE em cadeia de recalque, EEE em bacia de sazonalidade (maior demanda em feriados), EEE em bacias predominantemente não residenciais (comerciais e industriais), etc.

Elencada a EEE foco de estudo e avaliação, parte-se para levantamento preliminar das informações disponíveis, tais como projetos existentes, plantas cadastrais da instalação e recalque (figura 1), levantamento topográfico da linha de recalque, dados do equipamento instalado, fatura de energia elétrica, etc.

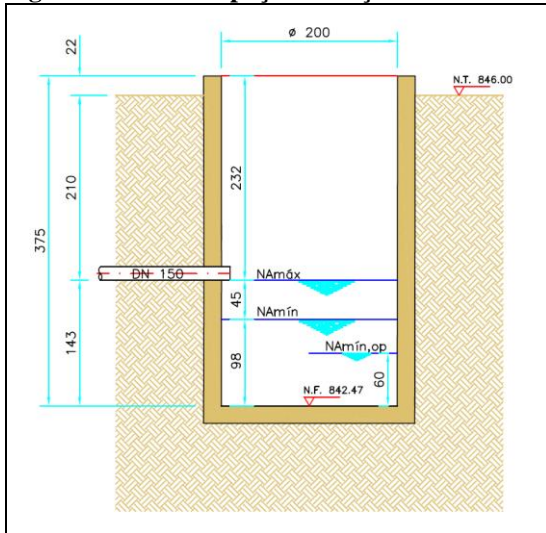
**Figura 1 - Planta e Perfil do recalque da EEE Varjão no município de Alumínio**



Fonte: Cadastro da Sabesp.

De posse da documentação prévia, parte-se para o levantamento das informações em campo, momento no qual é realizado o cadastramento do perfil do poço de sucção, compreendendo sua geometria (circular ou retangular), profundidade, cotas das tubulações de entrada e do tanque pulmão (se houver), cotas de operação das bombas (NAMóx e NAMín), cota superior da bomba de recalque instalada (NAMín operacional) e demais informações pertinentes ao caso. Essas informações são facilmente coletadas com ferramentas simples como trena de mão, trena eletrônica e barbante. Na figura 2, observa-se as dimensões do perfil do poço de sucção da EEE Gemima, no município de Ibiúna.

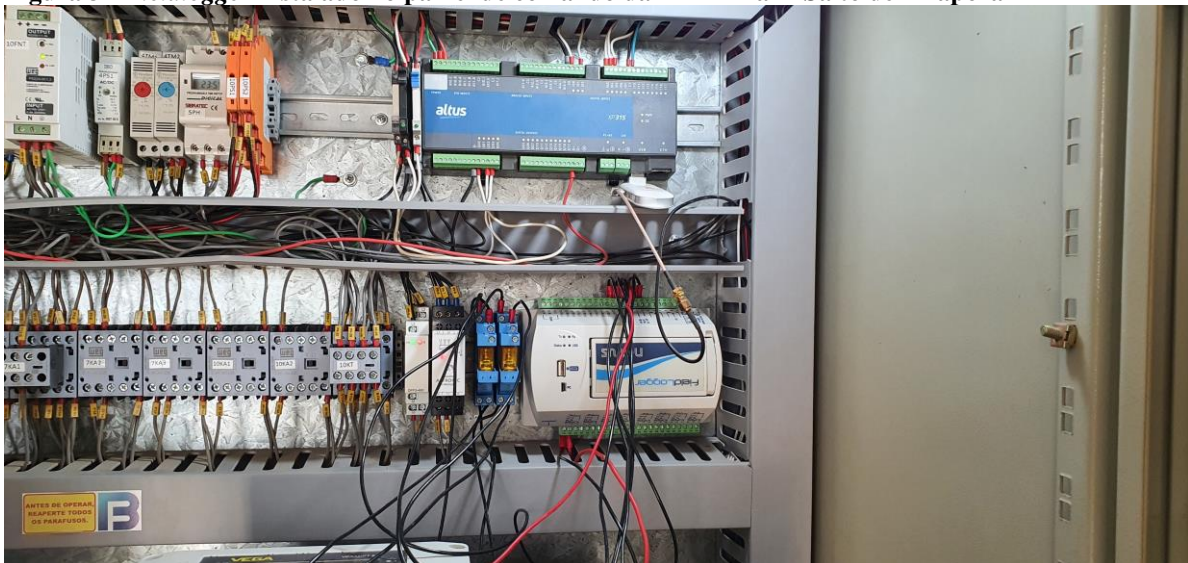
**Figura 2 - Perfil do poço de sucção da EEE Gemima no município de Ibiúna**



Fonte: Elaboração própria.

Nessa etapa é instalado um *Fieldlogger* no painel de comando da EEE (figura 3), equipamento que registra a cada intervalo de tempo preestabelecido o status do contator auxiliar do conjunto motobomba, para determinarmos os tempos de operação e de enchimento e esvaziamento da EEE a cada ciclo de acionamento.

**Figura 3 - Fieldlogger instalado no painel de comando da EEE Final – Salto de Pirapora**



Fonte: Elaboração própria.

Concomitantemente, podem ser coletados dados de outros sensores, permitindo uma análise mais apurada caso a caso. No nosso trabalho, já utilizamos sondas de nível, sondas a laser e medidores ultrassônicos. O emprego ou não destes sensores implica em vantagens e desvantagens, a serem avaliadas caso a caso.

De posse da documentação existente, cadastro realizado e dos registros operacionais coletados, partimos para a análise dos dados e modelagem do sistema. Esta etapa do processo consiste na parametrização do dimensionamento da EEE empregando os dados reais disponíveis.

Basicamente, o dimensionamento de uma EEE é determinado por dois requisitos: tempo de detenção e tempo de ciclo de operação.

Conforme NBR 12.208/92, o volume efetivo do poço de sucção ( $V_e$ ) é aquele compreendido entre o fundo do poço e o nível médio de operação das bombas e o volume útil do poço de sucção ( $V_u$ ) é aquele compreendido entre os níveis máximo e mínimo de operação das bombas.

O tempo detenção ( $T_d$ ) é aquele relacionado ao limite de tempo, em geral 30 minutos, para a permanência dos esgotos dentro do poço de sucção de modo a minimizar a geração de odores. É definido pela relação entre o volume efetivo ( $V_e$ ) e a vazão média de início de plano afluente no poço de sucção ( $Q_m$ ). Embora facilmente determinado após a análise dos dados, a análise do tempo de detenção não é o objetivo deste trabalho, mas ressalta-se que o mesmo deve ser observado e pontuado pelo analista sempre que pertinente.

O tempo de ciclo de operação, por sua vez, é o intervalo de tempo compreendido entre dois acionamentos consecutivos de uma mesma bomba, sendo composto por duas parcelas:

- Tempo parado ( $T_p$ ), intervalo de tempo de enchimento do volume útil ( $V_u$ ) poço de sucção em razão da vazão afluente naquele ciclo ( $Q_a$ );

$$T_p = V_u / Q_a \quad \text{equação (1)}$$

Onde:

$T_p$  = Tempo parado (horas)

$V_u$  = Volume útil ( $m^3$ )

$Q_a$  = Vazão afluente ( $m^3/h$ )

- Tempo operando ( $T_o$ ), intervalo de tempo de esvaziamento do volume útil ( $V_u$ ) do poço de sucção em razão da diferença entre a vazão de bombeamento ( $Q_b$ ) e a vazão afluente naquele ciclo ( $Q_a$ );

$$T_o = V_u / (Q_b - Q_a) \quad \text{equação (2)}$$

Onde:

$T_o$  = Tempo operando (horas)

$V_u$  = Volume útil ( $m^3$ )

$Q_a$  = Vazão afluente ( $m^3/h$ )

$Q_b$  = Vazão de bombeamento ( $m^3/h$ )

Portando, o tempo de ciclo ( $T_c$ ) é definido pela somatória das equações (1) e (2):

$$T_c = T_p + T_o \quad \text{equação (3)}$$

Onde:

$T_c$  = Tempo de ciclo (horas)

$T_p$  = Tempo parado (horas)

$T_o$  = Tempo operando (horas)

Conhecido o volume útil ( $V_u$ ), a vazão média afluente no poço de sucção ( $Q_a$ ) em cada etapa de enchimento pode ser determinada pela equação (1), a partir dos dados monitorados do registro do período de status do equipamento (desligado).

Admitindo-se que a vazão afluente média ( $Q_a$ ) permanece a mesma na etapa seguinte de esvaziamento do poço (bombeamento) e, registrado o tempo de operação daquele ciclo ( $T_o$ ), estima-se indiretamente pela equação (2) a vazão de bombeamento ( $Q_b$ ) do equipamento.

Sabendo-se que na prática existe uma variação na vazão ao longo do tempo, muitas vezes significativa entre dois acionamentos, convencionou-se neste trabalho adotar a vazão de bombeamento pela média aritmética das vazões de bombeamento calculadas cuja diferença entre as vazões afluentes médias entre dois ciclos consecutivos seja inferior a 2%.

Conhecidos o volume útil ( $V_u$ ) e definida a vazão de bombeamento do equipamento ( $Q_b$ ), podemos avaliar o tempo de ciclo de operação do CMB (Conjunto Motobomba) para cada vazão que aflui no poço de sucção. A substituição das equações (1) e (2) na equação (3) nos leva a uma curva parabólica teórica para o tempo de ciclo (figura 4).

$$(Q_b \times T_c) / V_u = [1 / (Q_a / Q_b) + 1 / (1 - Q_a / Q_b)] \quad \text{equação (4)}$$

$Q_b$  = Vazão de bombeamento ( $m^3/h$ )

$T_c$  = Tempo de ciclo (horas)

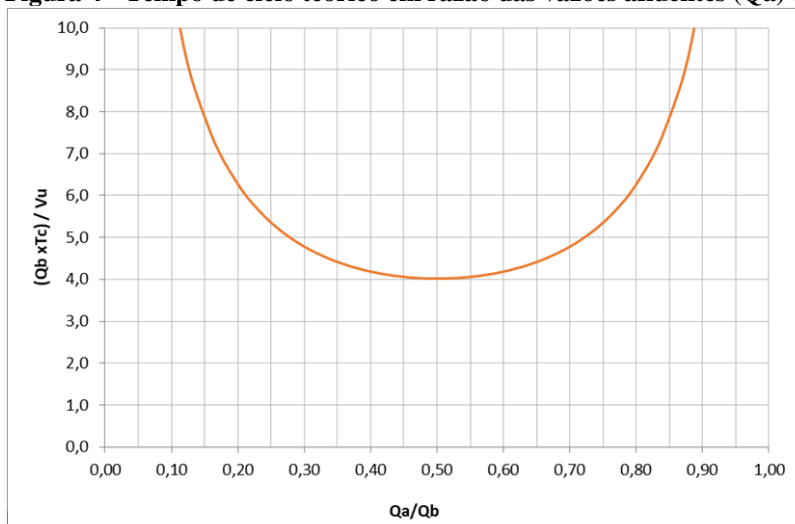
$V_u$  = Volume útil ( $m^3$ )

$Q_a$  = Vazão afluyente ( $m^3/h$ )

Conforme demonstrado em CRESPO (1970), o tempo de ciclo terá sempre seu valor mínimo quando a vazão afluyente ao poço for metade de vazão de recalque.

Após determinados todos os parâmetros físicos e geométricos dos equipamentos eletromecânicos instalados e do regime de vazões afluentes na EEE podemos equacionar a Curva do Sistema para fins da determinação do equipamento que apresente o menor consumo de energia, seja para a aquisição ou troca programada.

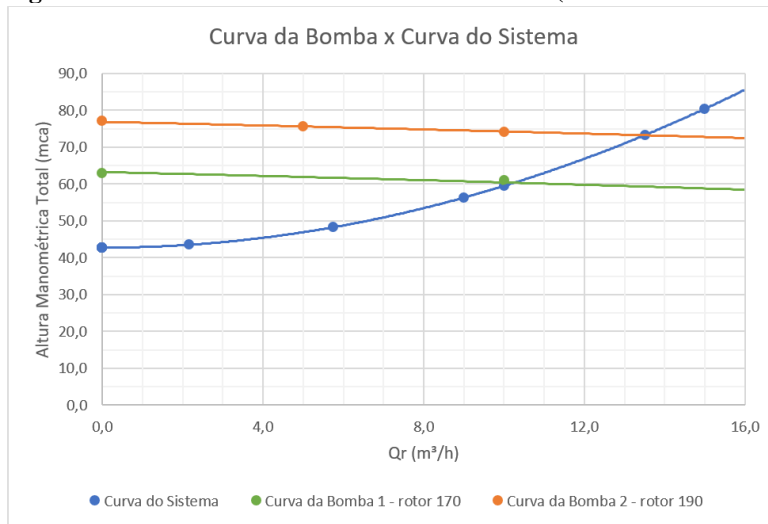
**Figura 4 - Tempo de ciclo teórico em razão das vazões afluentes ( $Q_a$ ) e de recalque ( $Q_b$ )**



Fonte: Elaboração própria.

Na figura 5, temos a curva do sistema para EEE Piramboia, município de Anhembi, cuja representação indica o desnível geométrico para a vazão nula, seguido dos pontos de vazões afluentes mínimo, médio e máximo da bacia e os pontos de trabalho para dois equipamentos disponíveis obtidos pela intersecção da curva de operação destes equipamentos com a curva do sistema.

**Figura 5 - Curva da Bomba x Curva do Sistema (EEE Piramboia – Anhembi)**



Fonte: Elaboração própria.

Por fim, podemos avaliar a potência demandada para o sistema através da equação:

$$P = (Q_b \times AMT) / (367,3 \times \eta) \quad \text{equação (5)}$$

Onde:

P = Potência demandada (kW)

Q<sub>b</sub> = Vazão da bomba (m³/h)

AMT = Altura manométrica total (m)

η = Rendimento do sistema de bombeamento

A energia consumida é diretamente proporcional ao tempo de operação do equipamento (T<sub>o</sub>), sendo:

$$E = P \times T_o \quad \text{equação (6)}$$

Onde:

E = Energia consumida (kWh)

P = Potência demandada (kW)

T<sub>o</sub> = Tempo operando (horas)

E o volume de esgoto recalcado no período, é definido pelo tempo de operação de determinado equipamento instalado:

$$V = Q_b \times T_o \quad \text{equação (7)}$$

Onde:

V = Volume de esgoto (m³)

Q<sub>b</sub> = Vazão da bomba (m³/h)

T<sub>o</sub> = Tempo operando (horas)

Portanto, na situação em que o operador do sistema tenha que realizar aquisição ou substituição do conjunto motobomba da EEE, dentre uma amostra de “n” equipamento disponíveis, cabe avaliar a demanda de energia de cada equipamento substituindo-se a equação (5) na equação (6):

$$E_i = P_i \times T_{o_i} = Q_{b_i} \times AMT_i \times T_{o_i} / 367,3 \eta_i \quad \text{equação (8)}$$

Onde:

E = Energia (kWh)

P = Potência (kW)

$T_o$  = Tempo operando (horas)  
 $Q_b$  = Vazão da bomba ( $m^3/h$ )  
 $AMT$  = Altura manométrica (m)  
 $\eta$  = Rendimento do sistema de bombeamento

Mantido o mesmo volume a ser bombeado no período, considerando equipamentos com pontos de operação distintos, ou seja:

$$V = Q_{b1} \times T_{o1} = Q_{b2} \times T_{o2} \quad \text{equação (9)}$$

Onde:

$V$  = Volume de esgoto ( $m^3$ )  
 $T_o$  = Tempo operando (horas)  
 $Q_b$  = Vazão da bomba ( $m^3/h$ )

Substituindo-se a equação (7) na equação (8) obtemos:

$$E_i(\text{kWh}) = V \times AMT_i / 367,3 \eta_i \quad \text{equação (10)}$$

Onde:

$E$  = Energia (kWh)  
 $V$  = Volume de esgoto ( $m^3$ )  
 $AMT$  = Altura manométrica (m)  
 $\eta$  = Rendimento do sistema de bombeamento

Constata-se, a partir equação (10) que o equipamento que demandará menor consumo energético, mantido o mesmo volume, será sempre aquele que apresentar a menor relação  $AMT / \eta$ .

## RESULTADOS OBTIDOS

Atualmente, das 227 EEE em operação, 63 delas já foram estudadas, tendo seus resultados disponibilizados internamente para diversas finalidades.

O hidrograma de vazões afluentes na EEE é o primeiro resultado encontrado. Este gráfico reflete o comportamento das vazões de esgotos gerados naquela bacia de contribuição em um período de tempo, sendo uma variável que independe do operador da instalação. Na figura 6 podemos verificar a demanda das vazões na EEE Vida Nova, município de Botucatu, em um dia típico.

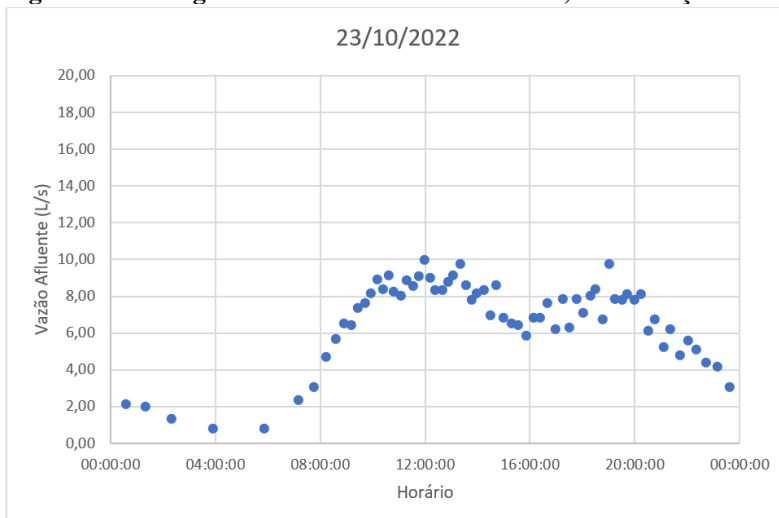
No Brasil, o dimensionamento da rede coletora de esgoto é feito seguindo o critério do sistema separador absoluto, no qual não ocorre a contribuição de águas pluviais, mas na prática não é bem assim que acontece. Nas medições realizadas neste trabalho, podemos observar na maioria das vezes o hidrograma em situações típicas, ou seja, dias secos sem intercorrências de falhas operacionais.

Entretanto, também conseguimos captar eventos atípicos, podendo ser climáticos (chuvas pontuais ou dias predominantemente chuvoso), externos a instalação (falta de energia elétrica por parte de concessionária) ou eletromecânicos (falha no equipamento por obstrução, erro no painel, defeito em retenção ou enrosco da boia de acionamento).

Na figura 7, podemos identificar a ocorrência de uma chuva pontual no período das 22h até às 24h na EEE Final do município de Bofete. Na figura 8, podemos observar como as vazões afluentes se comportam dentro de uma faixa em situações normais de operação, ocorridos no período de 08/06/2023 a 02/07/2023, comparado com o comportamento quando da ocorrência de chuvas nos dias 14/06/2023 e 15/06/2023.

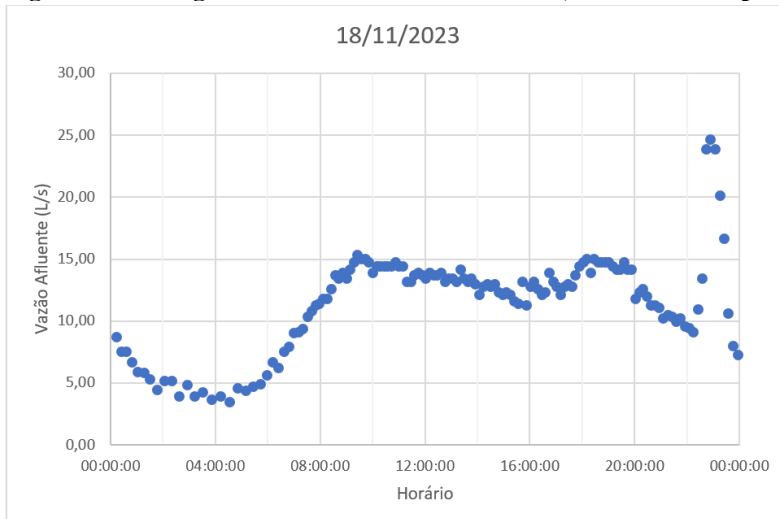
Para EEE predominantemente em bacia de esgotamento doméstico, o comportamento das vazões afluentes tende em situações normais a seguir uma distribuição regular, com predominância das vazões mínimas noturnas próximo às 4h, as vazões médias diárias próximas às 8h da manhã e vazões máximas afluentes próximas ao 12h.

**Figura 6 - Hidrograma de vazões afluentes diário, em condições normais (EEE Vida Nova – Botucatu)**



Fonte: Elaboração própria.

**Figura 7 - Hidrograma de vazões afluentes diário, com evento atípico (chuva) (EEE Final – Bofete)**



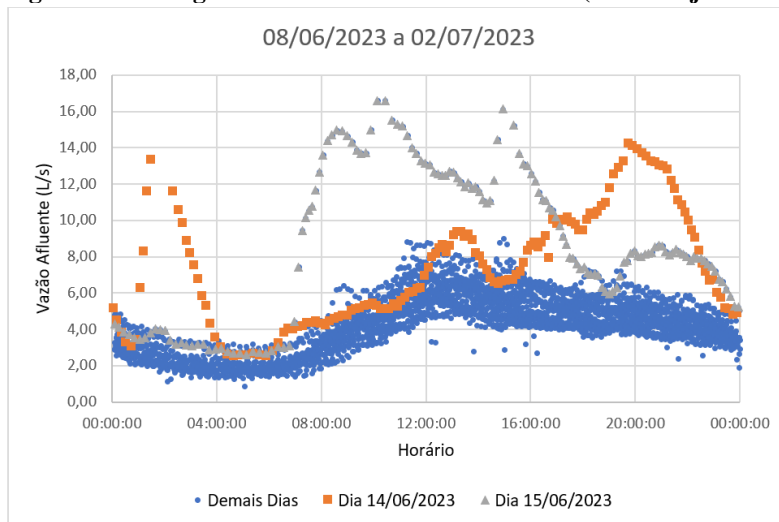
Fonte: Elaboração própria.

Outro resultado obtido é o gráfico do tempo de ciclo versus relação entre a vazão afluyente naquele período pela vazão de recalque do equipamento.

Na figura 9, referente a EEE Jardim América no município de Botucatu, observa-se que os tempos de ciclo estão aderentes a curva teórica, com a vazão máxima afluyente corresponde a 80% da vazão de bombeamento, resultando no tempo de ciclo mínimo de 5 minutos (12 acionamentos por hora). O possível ajuste no incremento do tempo de ciclo mínimo, deverá ser neste caso, mediante o aumento do volume útil através do aumento do espaçamento das boias de operação, desde que seja respeitado os limites físicos.

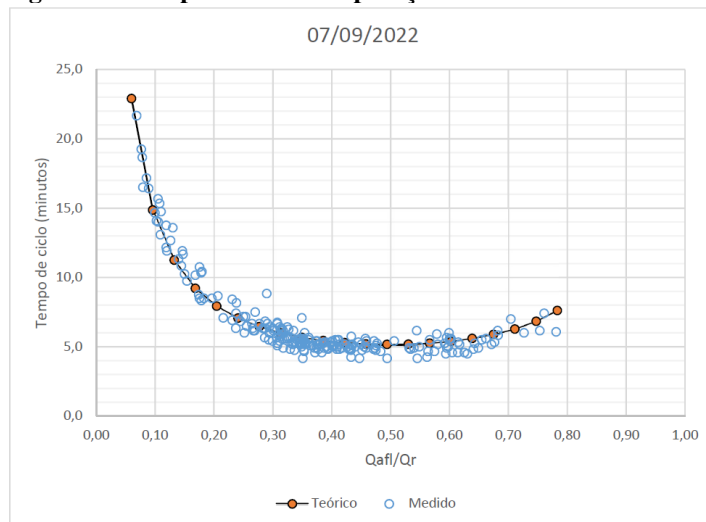


**Figura 8 - Hidrograma de vazões afluentes mensal (EEE Brejão – Ibiúna)**



Fonte: Elaboração própria.

**Figura 9 – Tempo de ciclo de operação da EEE Jardim América e curva teórica recomendada**



Fonte: Elaboração própria.

Observou-se neste trabalho a importância da contagem do número de acionamento diários do equipamento em função do ajuste operacional da instalação. O posicionamento e espaçamento incorreto das boias de operação podem acarretar em um elevado número de acionamento diários promovendo a redução da vida útil dos equipamentos de bombeamento, dos componentes elétricos do painel, fadiga da tubulação e quebra de peças e acessórios como válvulas de retenção.

No estudo da EEE Varjão (figura 10), município de Alumínio, que apresenta um volume de esgoto diário em torno de 800m<sup>3</sup>, cujas vazões afluentes variam entre 4 a 15 L/s em situações normais, chegando à 30 L/s em ocorrência de chuva, vazão de bombeamento de 43 L/s e diâmetro interno do poço de sucção em 3 metros.

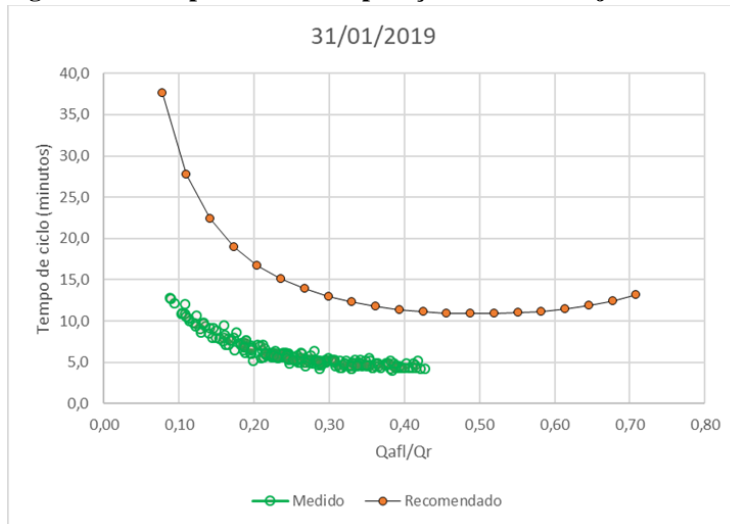
Foi realizada a coleta de dados, no período entre 31/01/2019 a 03/02/2019, cuja configuração do espaçamento das boias de operação estava configurada em 36cm. A identificação do excessivo número de acionamentos, conforme tabela 1, em conjunto com o gráfico dos tempos de ciclo (figura 10), permitiu a recomendação o ajuste do posicionamento das boias com espaçamento de 1 metro, de modo a promover uma redução para 100 acionamentos diários conforme equacionamento teórico.

**Tabela 1 - Acionamento diários para o espaçamento de boia em 36cm (EEE Varjão – Alumínio)**

Data	Ciclo	Evento atípico
31/01/2019	244	-
01/02/2019	255	Chuva Pontual
02/02/2019	250	-
03/02/2019	243	-

Fonte: Elaboração própria.

**Figura 10 - Tempo de ciclo de operação da EEE Varjão e curva teórica recomendada**



Fonte: Elaboração própria.

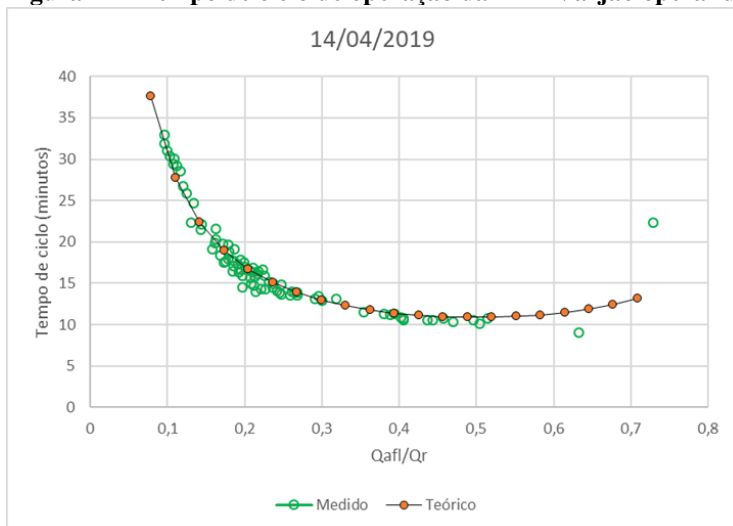
Realizado o ajuste pela equipe de manutenção, foi realizado uma nova análise de dados entre o período de 10/04/2019 a 16/04/2019, cujos resultados (tabela 2) mostram a redução dos acionamentos diários, ficando dentro dos valores máximos esperados. A figura 11 demonstra que os tempos de ciclo de cada acionamento permaneceram aderentes com a curva teórica, conforme ajuste proposto.

**Tabela 2 - Espaçamento de boia em 100 cm (EEE Varjão – Alumínio)**

Data	Ciclo	Evento atípico
10/04/2019	86	-
11/04/2019	84	-
12/04/2019	84	-
13/04/2019	87	-
14/04/2019	85	Chuva
15/04/2019	85	Chuva Pontual
16/04/2019	100	Chuva Pontual

Fonte: Elaboração própria.

**Figura 11 - Tempo de ciclo de operação da EEE Varjão operando conforme curva teórica**



Fonte: Elaboração própria.

## ANÁLISE E DISCUSSÃO DO MÉTODO

O método empregado para a determinação das vazões afluente e de recalque demonstra-se útil, de fácil implementação e baixo custo. Entretanto, sua utilização se limita às EEE que operam em regime de batelada. Para aquelas que operam em regime de poço com nível constante devem ser empregados outros métodos e equipamento para a avaliação e determinação destes parâmetros desejados.

Na avaliação das imprecisões trazidas para a modelagem a mais evidente é a construtiva do poço de sucção e determinação do volume útil. Na prática, um poço de sucção construído por aduelas de concreto não apresenta um diâmetro interno constante em razão de seus detalhes de encaixe e, a depender da posição das boias de operação, surgem outras interferências construtivas, tais como paredes divisórias, o conjunto motobomba propriamente dito e as tubulações. Estas reduções do volume útil podem ser avaliadas caso a caso, mas em geral, são tão pequenas que não prejudicam os resultados pretendidos.

Em algumas situações práticas, têm-se dificuldade de medir com precisão a dimensão interna do poço de sucção. Uma avaliação rápida da diferença de 10 cm no cadastramento geométrico de um poço de sucção com 2m de diâmetro, por exemplo, equivale a 11% de imprecisão nos valores de vazões apurados. Para diâmetros superiores, essa imprecisão tende a reduzir a 5%.

Sabe-se também que ocorre uma rampa de aceleração e desaceleração da vazão de bombeamento quando o equipamento é acionado. Desta forma, leituras do status do equipamento com intervalos muito curtos, de 1 segundo, podem reduzir o valor calculado para o bombeamento. Por outro lado, leituras com intervalo de 10 segundos ou mais prejudicam aquelas instalações cujo tempo de operação seja relativamente breve, próximo a 60 segundos. Desta forma, convencionou-se adotar o intervalo de leitura a cada 5 segundos, limitando esta imprecisão a 16%.

Para a coleta de dados, o espaçamento de tempo de 5 segundos entre as leituras e admissão do espaçamento fixo em todos os acionamentos, reduz significativamente os dados a serem trabalhados. Por outro lado, o emprego de leituras a cada 1 segundo ou o emprego de sensores de níveis (laser ou ultrassônicos), trazem um trabalho mais árduo na análise dos dados, porém esclarecem, em alguns casos, o que ocorre dentro do poço de sucção em situações anômalas.

## CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Na teoria, o dimensionamento, projeto e operação de uma EEE podem ser padronizados. Mas na prática constatou-se que cada instalação é única em razão dos fatores construtivos, do comportamento das vazões afluentes e dos equipamentos disponíveis.

Na experiência deste trabalho, a avaliação o comportamento de cada EEE num período de 7 dias consecutivos permite um diagnóstico satisfatório para situações normais.

A consolidação das informações coletadas ao longo das medições indiretas em cada EEE permite o operador do sistema montar uma ferramenta para uma gestão operacional eficiente.

Nesta ferramenta o gestor do sistema consegue:

- Identificar as instalações e o volume de esgoto demandado, informações relevantes para subsidiar respostas a CETESB e a ARSESP;
- Conhecer as características físicas dos sistemas, fornecendo parâmetros importantes para o Departamento de Projetos;
- Indicar os ajustes e melhorias operacionais necessárias para o Departamento Eletromecânico;
- Ter indicadores de número de acionamentos para monitoramento pelo Centro de Controle Operacional;
- Especificar equipamentos mais eficientes para aquisição, auxiliando o planejamento da Área de Aquisições e Orçamentos;
- Minimização do parque de bombas sob responsabilidade do Setor de Manutenção.

#### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 12.208: Projeto de estações elevatórias de esgoto sanitário*. Rio de Janeiro, 1992.
2. CRESPO, P.G. *Dimensionamento hidráulico de uma estação elevatória de esgotos*. *Revista DAE*, n.78, p. 61-66, ago. 1970. Disponível em: <https://revistadae.com.br/site/artigo/828-Dimensionamento-hidraulico-de-uma-estacao-elevatoria-de-esgotos>. Acesso em: 29/07/2018.