

## **XI-007 – ANÁLISE DE UNIDADE NO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA EM GUARATINGUETÁ OBJETIVANDO PROPOR ALTERNATIVA PARA A REDUÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA**

**Ailton César Teles de Barros**<sup>(1)</sup>

Engenheiro Civil na Companhia de Serviços de Água, Esgoto e Resíduos de Guaratinguetá (SAEG), Pós-graduação Lato Sensu em Engenharia Ambiental e Saneamento Básico pela Universidade Estácio de Sá, Graduação em Engenharia Civil pelo Centro Universitário Estácio Radial de São Paulo/Campus Santo Amaro e em Tecnologia em Saneamento Ambiental pelo Instituto Federal do Espírito Santo/Campus Colatina.

**Tatiane do Nascimento Lopes**<sup>(2)</sup>

Técnica em Saneamento na Companhia de Serviços de Água, Esgoto e Resíduos de Guaratinguetá (SAEG), Pós-graduação *Stricto Sensu* em Ciência e Tecnologia Ambiental pela Universidade Federal do ABC (UFABC), Especialização em Gestão de Projetos pela ETEC e em Perícia, Auditoria e Gestão Ambiental pela Faculdade Oswaldo Cruz; Graduação em Tecnologia em Hidráulica e Saneamento pela Fatec São Paulo e em Engenharia Ambiental pela Faculdade Oswaldo Cruz e Técnica em Química pela ETEC “Júlio de Mesquita”.

**Waldecir Albino de Oliveira**<sup>(3)</sup>

Técnico em Saneamento na Companhia de Serviços de Água, Esgoto e Resíduos de Guaratinguetá (SAEG), Graduação em Engenharia Elétrica pela Faculdade de Ensino UNITAU (Taubaté).

**Reinaldo de Lima Ferreira**<sup>(4)</sup>

Técnico em Saneamento na Companhia de Serviços de Água, Esgoto e Resíduos de Guaratinguetá (SAEG), Técnico em Meio Ambiente pelo Colégio Nogueira da Gama e Técnico em Segurança do Trabalho pelo Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza.

**Pedro Henrique Cortez**<sup>(5)</sup>

Técnico em Saneamento na Companhia de Serviços de Água, Esgoto e Resíduos de Guaratinguetá (SAEG), Técnico em Química pelo Colégio Técnico de Lorena (COTEL) e Graduando em Engenharia Química pela Universidade de São Paulo (USP) de Lorena.

**Endereço**<sup>(1)</sup>: Rua Luiz Guimarães de Almeida, 55, casa 05 - Vila Eliana Maria – Guaratinguetá - SP - CEP: 12.512-150 - Brasil - Tel: +55 (12) 99637-1042 – Tel.: (12) 3122-7200 - E-mail: actbarros3@hotmail.com

### **RESUMO**

As empresas de saneamento, de uma forma geral, apresentam o valor financeiro elevado para a grandeza consumo de energia elétrica. Esse custo, na maior parte das empresas neste ramo, é superado apenas pelo gasto existente com a área de Recursos Humanos, tais como pagamento de salário dos funcionários, encargos etc. Para o sistema de abastecimento de água em Guaratinguetá/SP, foi avaliado o valor financeiro inerente ao consumo de energia elétrica para o período de janeiro/2018 a dezembro/2022, constatando o pagamento de pouco mais de R\$ 3,9 milhões referente ao funcionamento das áreas operacionais captação, estação de tratamento de água (ETA) e elevatória de recalque de água tratada em horário de ponta normalmente instituído pela concessionária local. Para tanto, de forma a reduzir os custos com esse parâmetro, existem alternativas para a continuidade do abastecimento de água na área urbana mesmo diante da paralisação do sistema de adução e tratamento de água, consistindo na readequação das reservas de água tratada em área fora da tarifação de energia elétrica., seja com instalações de novos reservatórios ou ampliações dos existentes

**PALAVRAS-CHAVE:** Abastecimento de água, Energia elétrica, Otimização de sistema, Redução de custo.

### **INTRODUÇÃO**

As unidades componentes do sistema de abastecimento de água (SAA) são projetadas para atender a um determinado tempo (horizonte de projeto), de acordo com o plano diretor municipal ou regional da área a ser atendida.

Para as várias áreas, principalmente as urbanas, normalmente ocorre um crescimento acima do previsto em relação à fase de projeto do SAA, demandando mais recurso hídrico e, possivelmente, o consumo de energia

elétrica para o atendimento da clientela no quesito quantidade de água a ofertar. A instalação de empreendimentos habitacionais (residenciais e loteamentos) e empreendimentos industriais demandam a ampliação da infraestrutura para o abastecimento de água aos novos clientes.

O crescimento urbano propicia um verdadeiro desafio às concessionárias atuantes nos variados ramos, entre eles o de saneamento. Em fase prévia de projeto de empreendimento a surgir numa determinada localidade, há a necessidade de a empresa de saneamento ser contactada para avaliar as possíveis ampliações e/ou adequações de infraestruturas, assim como avaliar possíveis impactos com a ampliação da oferta (distribuição de água, consumo de energia elétrica etc).

Para as áreas com de alto consumo de energia elétrica, são estabelecidos valores ou tarifas pela concessionária local como forma de haver a redução do consumo nos horários de pico ou ponta em função do consumo paralelo por variados empreendimento, principalmente os residenciais. Alguns estabelecimentos industriais não paralisam o processo produtivo nestes horários, tendo elevado ônus na geração das faturas ao fechamento do ciclo mensal.

## OBJETIVO(S)

O trabalho tem como objetivo analisar o consumo de energia elétrica em parte do sistema de abastecimento de água (SAA) no município de Guaratinguetá, mais especificamente na área operacional correspondente à captação e tratamento de água bruta, e à adução de água tratada, tendo em vista a não paralisação de funcionamento nos horários de ponta definido pela concessionária de energia elétrica.

## METODOLOGIA UTILIZADA

Como forma de desenvolver o trabalho, foram seguidas as seguintes ações:

- 1- Obtenção de informações dos valores financeiros do consumo de energia elétrica da área operacional delimitada para o estudo, para o período de janeiro/2018 a fevereiro/2023;
- 2- Tabulação dos valores financeiros total mensal e parcela correspondente à tarifação do consumo de energia elétrica no horário de ponta mediante uso do software Microsoft Excel;
- 3- Representação dos valores mensal (absoluto) e total (acumulado) em gráficos para o período considerado para o estudo, a fim de melhor visualizar as diferenças e variações ao longo do tempo.

O município de Guaratinguetá localiza-se no estado de São Paulo, mais especificamente na macrorregião do Vale do Paraíba (eixo São Paulo - Rio de Janeiro) e microrregião de Guaratinguetá. A empresa responsável pela prestação dos serviços de saneamento básico na municipalidade é a Companhia de Serviços de Água, Esgoto e Resíduos de Guaratinguetá, popularmente conhecida como SAEG.

A figura 1 a seguir mostra a localização do município de Guaratinguetá no estado de São Paulo.



**Figura 1: localização do município de Guaratinguetá.**  
**Fonte: Wikipédia adaptado (2022).**

A figura 2 abaixo apresenta a delimitação municipal e os municípios limítrofes a Guaratinguetá na região do Vale do Paraíba.



**Figura 2: delimitação municipal de Guaratinguetá.**  
Fonte: Google Maps (2022).

## RESULTADOS OBTIDOS

A figura 3 representada a seguir mostra a localização de parte do sistema de abastecimento de água (SAA) municipal, composto por estação elevatória de água bruta (EEAB), estação de tratamento de água (ETA) e estação elevatória de água tratada (EEAT).



**Figura 3: representação da área operacional EEAB - ETA - EEAT.**  
Fonte: Google Maps adaptado (2022).

A tabela 1 a seguir descreve os valores financeiros despendidos em contas de energia elétrica para o período de janeiro/2018 a fevereiro/2023, de forma a comparar os valores totais gerados, considerando os valores cobrados pelas tarifas das variadas bandeiras (verde, amarela, vermelha, escassez hídrica), pela contribuição para iluminação pública (CIP), subvenção tarifária entre outros, e apenas o consumo de energia elétrica.

**Tabela 1: histórico de valores financeiros demandados em energia elétrica.**

| VALORES FINANCEIROS |                          |                      |   |
|---------------------|--------------------------|----------------------|---|
| Ano                 | Valor Total fatura (R\$) |                      | Valor consumo de energia elétrica (R\$) |
| <b>2018</b>         | R\$                      | 2.718.633,67         | R\$ 2.415.216,86                        |
| <b>2019</b>         | R\$                      | 4.046.618,99         | R\$ 3.433.477,93                        |
| <b>2020</b>         | R\$                      | 3.188.047,31         | R\$ 3.094.293,19                        |
| <b>2021</b>         | R\$                      | 3.838.323,56         | R\$ 3.320.890,28                        |
| <b>2022</b>         | R\$                      | 4.778.874,16         | R\$ 3.591.689,90                        |
| <b>2023*</b>        | R\$                      | 819.845,66           | R\$ 565.780,62                          |
| <b>TOTAL</b>        | <b>R\$</b>               | <b>20.017.613,47</b> | <b>R\$ 16.968.286,20</b>                |

\*: até o mês de fevereiro.

A tabela 2 a seguir apresenta a descrição dos valores financeiros despendidos em energia elétrica para os horários de pico (ou ponta) de consumo e os horários normais (fora de ponta) para o período de janeiro/2018 a fevereiro/2023.

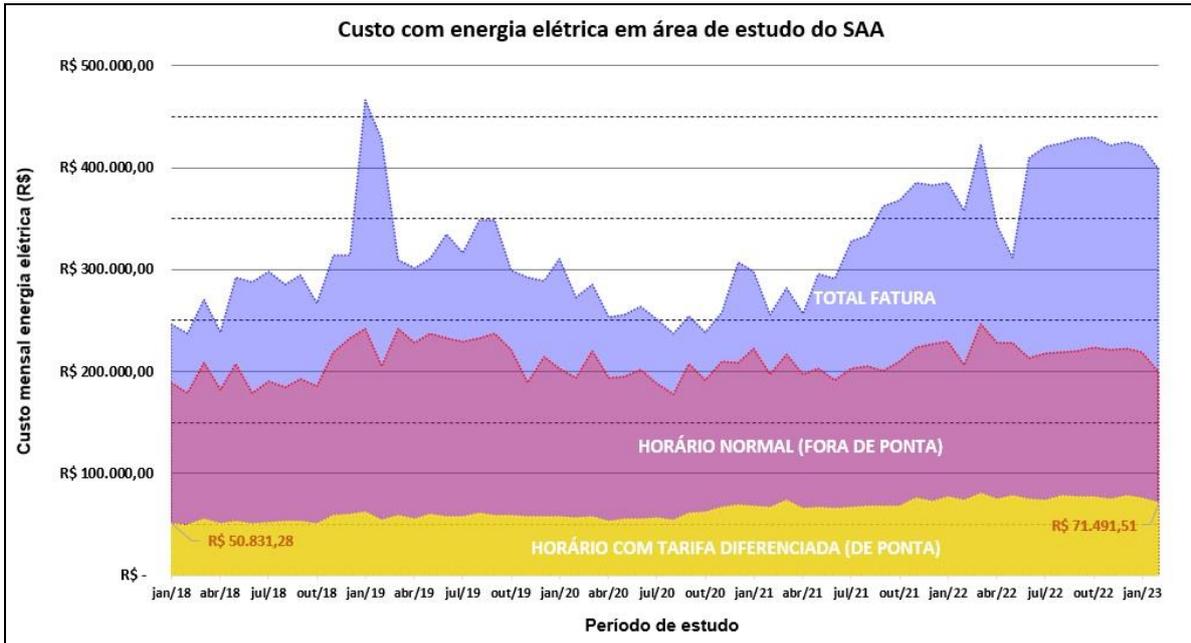
**Tabela 2: comparativo de valores pagos em variados horários no consumo de energia elétrica.**

| VALORES FINANCEIROS |                          |                         |                        |
|---------------------|--------------------------|-------------------------|------------------------|
| Ano                 | Horário normal (R\$)     | Horário de ponta (R\$)  | Horário de ponta (%) * |
| <b>2018</b>         | R\$ 2.351.488,75         | R\$ 634.208,85          | 18,95%                 |
| <b>2019</b>         | R\$ 2.712.043,31         | R\$ 697.891,30          | 17,25%                 |
| <b>2020</b>         | R\$ 2.391.664,40         | R\$ 702.628,79          | 22,04%                 |
| <b>2021</b>         | R\$ 2.495.615,16         | R\$ 825.275,12          | 21,50%                 |
| <b>2022</b>         | R\$ 2.675.282,77         | R\$ 916.407,13          | 19,18%                 |
| <b>2023**</b>       | R\$ 418.501,37           | R\$ 147.279,25          | 17,96%                 |
| <b>TOTAL</b>        | <b>R\$ 13.044.595,76</b> | <b>R\$ 3.923.690,44</b> | -                      |

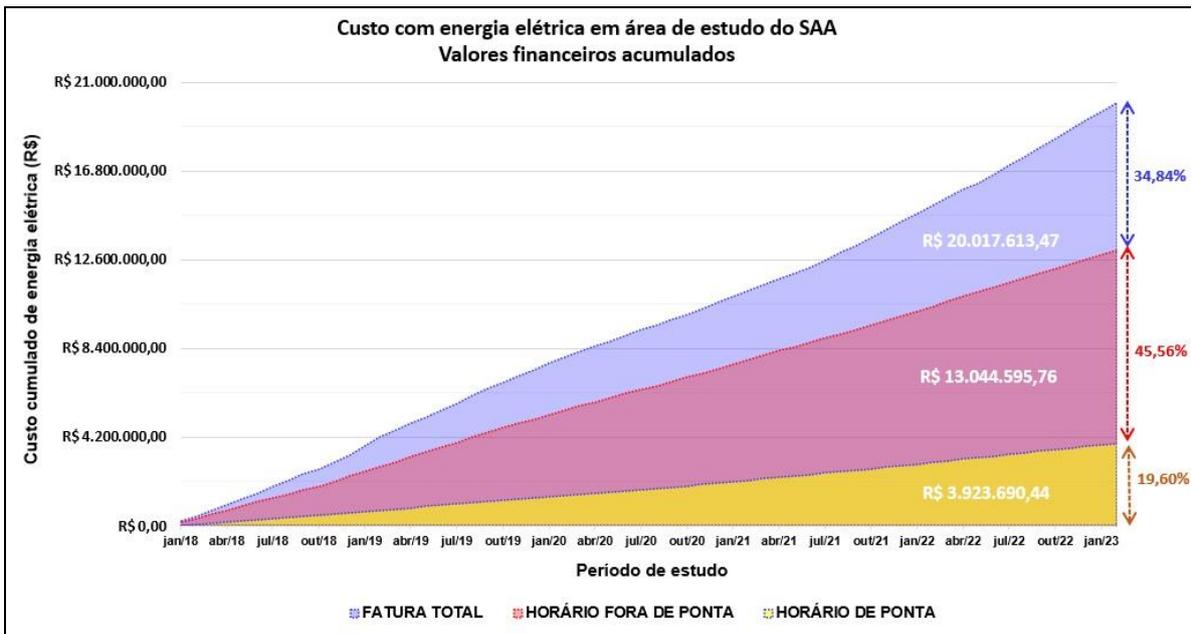
\*: relação entre valores de consumo no horário de ponta e o total fatura de energia elétrica.

\*\* : até o mês de fevereiro.

De forma mais detalhada em comparação aos valores descritos nas tabelas 1 e 2, as figuras 4 e 5 a seguir mostram graficamente o histórico de valores financeiros pagos em energia elétrica para esta parte do SAA (EEAB –ETA – EEAT) de forma mensal absoluta e acumulada.

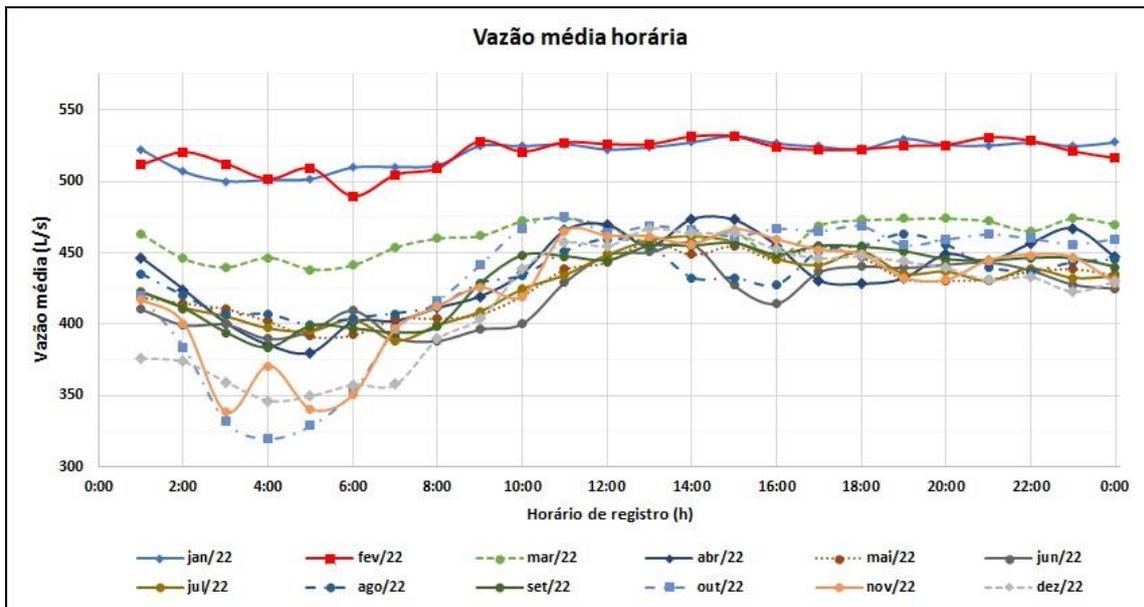


**Figura 4: histórico dos valores mensais absolutos em consumo de energia elétrica.**  
 Fonte: SAEG (2023).



**Figura 5: histórico dos valores mensais acumulados em consumo de energia elétrica.**  
 Fonte: SAEG (2023).

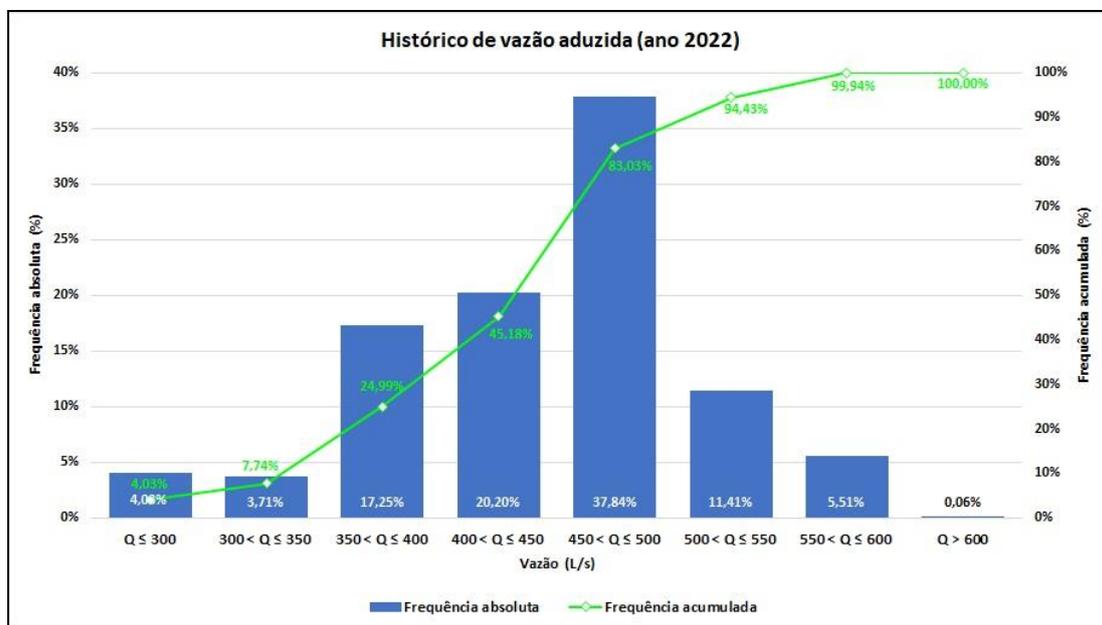
A figura 6 a seguir mostra o histórico de vazão média horária de água bruta ingressada na ETA no período de janeiro/2022 a dezembro/2022.



**Figura 6: vazão média horária de água bruta aduzida no ano de 2022.**  
 Fonte: SAEG (2023).

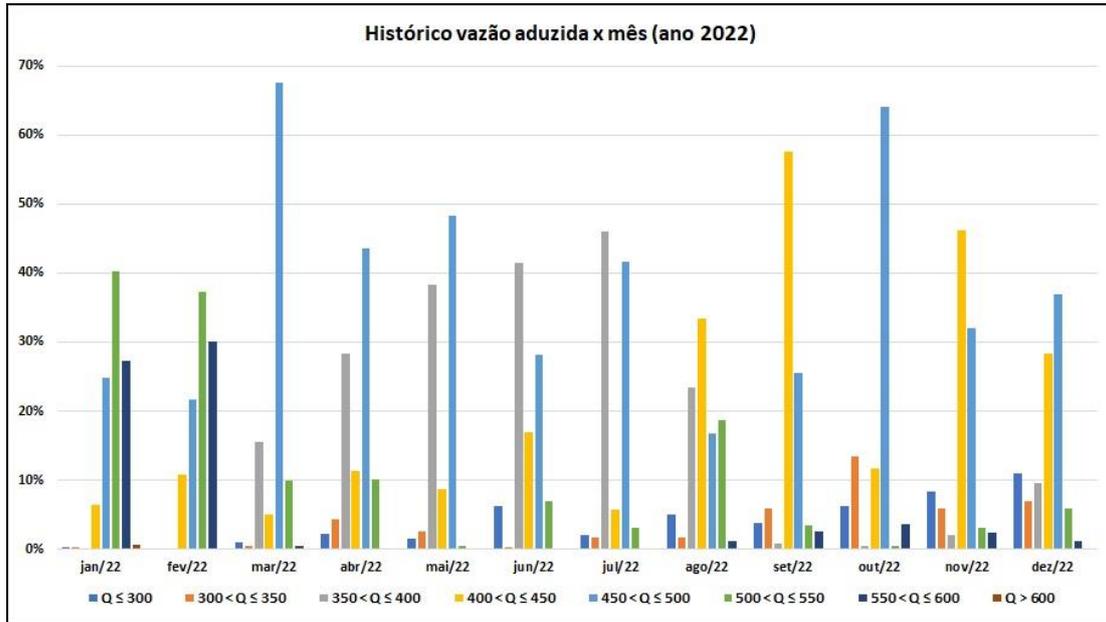
A vazão máxima horária registrada no horário de ponta, de acordo com o histórico de vazão da unidade operacional, foi de aproximadamente 610 L/s (2.196 m<sup>3</sup>/h).

A figura 7 a seguir mostra as frequências absoluta e acumulada das vazões aduzidas registradas ao longo do ano de 2022.



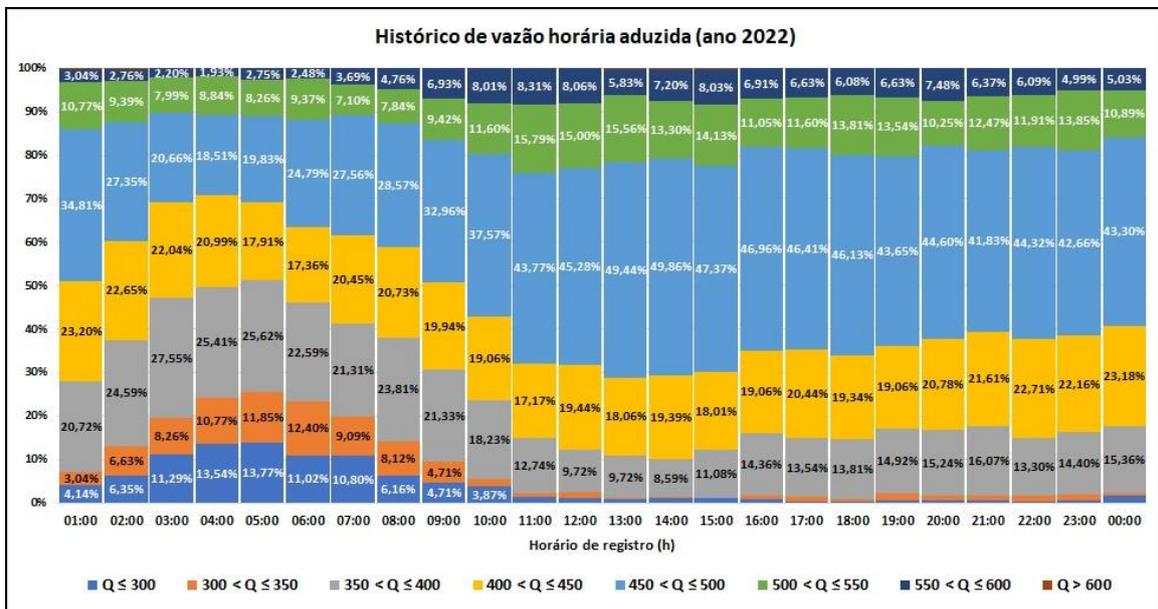
**Figura 7: frequências absoluta e acumulada das vazões de água bruta aduzida no ano de 2022.**  
 Fonte: SAEG (2023).

A figura 8 a seguir mostra as frequências absolutas de vazões aduzidas registradas mensalmente ao longo do ano de 2022.



**Figura 8: histogramas de vazões de água bruta aduzida para o ano de 2022.**  
 Fonte: SAEG (2023).

A figura 9 a seguir mostra as frequências obtidas para as vazões aduzidas registradas ao longo do ano de 2022.



**Figura 9: frequências de vazões horárias de água bruta aduzida registrados no ano de 2022.**  
 Fonte: SAEG (2023).

## ANÁLISE DOS RESULTADOS

A área representada na figura 03 está, conforme a concessionária municipal de energia elétrica EDP Bandeirantes, sujeita a tarifação diferenciada mediante o funcionamento em horário de ponta/pico (17:30 às 20:30 h).

Comparando os valores descritos na coluna horário de ponta (Tabela 2) com os valores da coluna consumo de energia elétrica (Tabela 1), percebe-se o elevado percentual que o valor financeiro referente ao horário de ponta representa diante do consumo total de energia elétrica nas etapas de captação, tratamento e distribuição (saída da ETA).

A figura 4 evidencia a oscilação dos valores pagos com energia elétrica para esta parte do sistema (EEAB – ETA – EEAT). A linha correspondente aos valores financeiros de horário de pico apresenta pequena variação em comparação ao valor total da fatura. Para tanto, ao longo do tempo, tem ocorrido crescimento devido ao valor kWh no horário de ponta instituído pela concessionária EDP Bandeirantes.

Já a figura 5 apresenta, de forma acumulada, os valores totais das faturas de energia elétrica pagas e os valores correspondentes ao consumo de energia elétrica em horário de ponta. É visível o percentual de quase 20% apenas para o funcionamento em horário de pico, valor este considerável em comparação ao valor total.

A Figura 6 mostra as oscilações de vazões horárias registradas no período de janeiro/2022 a dezembro/2022, em que, para o horário de ponta, a vazão média horária aduzida para tratamento registrado foi igual ou superior a 500 L/s (1.800 m<sup>3</sup>/h) nos meses de janeiro/2022 e fevereiro/2022.

Mesmo para a estação de inverno (junho a setembro), em que a temperatura ambiente é baixa em relação às demais estações do ano, a vazão média horária apresentou-se elevada para o horário de pico/ponta.

Considerando a vazão máxima de 610 L/s para o horário de ponta (17:00 a 21:00 h) para o redimensionamento de SAA, equivaleria ao armazenamento do volume de água equivalente a 7.686 m<sup>3</sup> para a distribuição durante a paralisação total da captação de água bruta, impactando no tratamento da água bruta e recalque da água tratada (início da distribuição na área urbana) no horário de ponta.

O valor financeiro médio anual pago pelo consumo de energia elétrica no horário de ponta, conforme os valores anuais apresentados na tabela 2 (coluna horário de ponta) foi de R\$ 759.990,90.

A figura 8 mostra as frequências de vazões aduzidas registradas ao longo dos meses no ano de 2022, sendo osciláveis ao longo do ano e da estação do ano.

O histograma de vazões da série anual de 2022 (Figura 9) é visível a predominância de determinada faixa de vazão aduzida de acordo com a hora do dia. Para o horário de ponta (17:00 h a 21:00 h), é visível que o intervalo de vazão  $450 < Q \leq 500$  L/s apresenta mais demanda no SAA.

## CONCLUSÕES

Tendo em vista o alto valor despendido com pagamento em energia elétrica nos horários de pico, faz-se importante reavaliar o processo de distribuição de água tratada na área urbana em horário sujeito à tarifação diferenciada por parte da concessionária local de energia elétrica.

Uma das alternativas consistiria em investimentos para ampliar o sistema de reservação de água tratada na área de atendimento, de forma a propiciar autonomia na distribuição de água nos horários de ponta mediante a paralisação das unidades de adução e tratamento. Em curto a médio prazo, as sucessivas instalações de reservatórios de água tratada reduziriam a demanda energética no horário de ponta, despendendo menos valor em consumo de energia elétrica.

Outra medida, aliada às ampliações de reservação, seria a avaliação das unidades de armazenamento existentes nas várias áreas de influência ou atendimento, de forma a redimensionar a capacidade volumétrica (ou novo volume útil).

Para uma paralisação do sistema de captação e tratamento no horário de pico, seria necessário elevar a vazão aduzida para horário fora da ponta, de forma a ter a reserva mínima necessária para atendimento a demanda no horário de ponta. Isso impactaria numa série de fatores, tais como: 1- avaliar se a ETA está preparada para atender a esse acréscimo volumétrico sem perder a eficiência de tratamento (etapas decantação e filtração); 2- adequação dos conjuntos motor bomba (CMBs) das EEAB e EEAT; 3- avaliação da capacidade de carga de

energia elétrica fornecida a ETA (em função dos dispositivos eletromecânicos instalados), de forma a evitar eventuais desarmes por excesso de carga na área operacional; 4- atendimento a outorga para a retirada de água bruta do manancial superficial com esse acréscimo de vazão (vazão máxima permitido perante o órgão ambiental).

Faz-se importante lembrar que as várias áreas urbanas passam por constantes mudanças, tais como aumento de clientes para a oferta do recurso hídrico nas variadas categorias de consumo (residencial, comercial e industrial), sendo importante a contínua avaliação do consumo de energia elétrica face a captação de água bruta e a distribuição de água tratada (relação kWh/m<sup>3</sup>).

Mesmo que tecnicamente considerássemos como uma das alternativas a construção de reservatório de água bruta com volume compatível à demanda horária para o tratamento durante o período de paralisação no funcionamento da EEAB (horário de pico), não haveria condições de direcionar todo o volume tratado aos demais sistemas de reservação, tendo em vista que a EEAT está dentro da área de tarifação da concessionária local de energia elétrica (bloco EEAB – ETA – EEAT). Em outras palavras, sempre haveria o funcionamento de dispositivos eletromecânicos e a tarifação pelo consumo de energia elétrica no horário de pico.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ECO CONSULTORES. As novas formas de eficiência energética no saneamento. Acesso em 08/OUT/2022. Disponível em: < <https://www.eosconsultores.com.br/eficiencia-energetica-no-saneamento/> >
2. MOURA, G. N. P.. A relação entre água e energia: gestão energética nos sistemas de abastecimento de água das companhias de saneamento básico do Brasil. Acesso em 08/OUT/2022. Disponível em: < [http://www.ppe.ufrj.br/images/publica%C3%A7%C3%B5es/mestrado/Gustavo\\_Nikolaus\\_Pinto\\_de\\_Moura.pdf](http://www.ppe.ufrj.br/images/publica%C3%A7%C3%B5es/mestrado/Gustavo_Nikolaus_Pinto_de_Moura.pdf) >
3. OLIVEIRA, S. R.; RODRIGUES, C. A. N.; JÚNIOR, J. C F R.. Diagnóstico do consumo de energia elétrica na variação do bombeamento de água em uma estação de tratamento de água. Acesso em 08/OUT/2022. Disponível em: < <http://ufopa.edu.br/anaisdajornada/6/resumo/1371/diagnostico-do-consumo-de-energia-eletrica-na-variacao-do-bombeamento-de-agua-na-em-uma-estacao-de-tratamento-de-agua> >
4. PEREIRA, C. A. Otimização de sistemas de abastecimento de água para redução do consumo com energia elétrica: um estudo de caso. Acesso em 08/OUT/2022. Disponível em: < [https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/214995/pereira\\_ca\\_me\\_bauru.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/214995/pereira_ca_me_bauru.pdf?sequence=1&isAllowed=y) >
5. SOARES, R. B.; GONÇALVES, R. F. Consumo de energia elétrica em sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário no Brasil. Acesso em 08/OUT/2022. Disponível em: < <https://tratamentodeagua.com.br/wp-content/uploads/2018/11/XI-090.pdf> >