

AVALIAÇÃO DO CUSTO FINANCEIRO DE ENERGIA ELÉTRICA EM SUBSISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA EM GUARATINGUETÁ OBJETIVANDO PROPOR ALTERNATIVAS PARA A REDUÇÃO DO CONSUMO EM HORÁRIO DE PICO

Ailton César Teles de Barros⁽¹⁾

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⁽²⁾

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⁽³⁾

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⁽⁴⁾

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⁽⁵⁾

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⁽¹⁾: Rua Luiz Guimarães de Almeida, nº 55, casa 05 - Vila Eliana Maria - Guaratinguetá – São Paulo - CEP: 12.512-150 - Brasil - Tel: +55 (12) 99637-1042 – Tel.: (12) 3122-7200 – Ramal 7222 - E-mails: ailton@saeg.net.br ; actbarros3@hotmail.com ; actbarros123@gmail.com

RESUMO

As empresas de saneamento, de uma forma geral, apresentam um consumo acentuado de energia elétrica, tendo um impacto financeiro dentre as várias grandezas que demandam custo no setor. Esse custo, na maior parte das empresas do ramo, é superado apenas pela demanda existente com a área de Recursos Humanos, tais como pagamento de salário dos funcionários, encargos trabalhistas etc. Para o sistema de abastecimento de água no município de Guaratinguetá/SP, foi avaliado o custo financeiro inerente ao consumo de energia elétrica considerando o período de janeiro/2018 a abril/2023, constatando o pagamento de pouco mais de R\$ 4 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 instituído pela concessionária local. Para tanto, de forma a reduzir os custos com essa grandeza, existem alternativas passíveis de adoção para a continuidade do abastecimento de água na área urbana diante da paralisação das etapas de adução de água bruta e tratamento de água, consistindo na readequação das reservas de água tratada em área fora da área de tarifação de energia elétrica para atender a demanda, seja com instalações de novos reservatórios e/ou ampliações dos existentes.

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

INTRODUÇÃO

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

Para as várias áreas urbanas municipais, normalmente ocorre um crescimento acima do previsto em relação à fase de projeto do SAA, demandando acréscimo de recurso hídrico e, possivelmente, do consumo de energia elétrica para o atendimento da quantidade de água a ser ofertada. O surgimento de empreendimentos habitacionais (residenciais e loteamentos) e empreendimentos industriais demandam a adequação da infraestrutura de armazenamento e distribuição de água tratada para o abastecimento aos novos clientes.

Dentre as variadas finalidades e vantagens da instalação dos reservatórios de água no SAA, segundo Tsutiya (2006), duas são de enorme relevância no contexto deste trabalho: a) segurança ao abastecimento, fornecimento de água por ocasião de interrupção no funcionamento normal da adução; b) bombeamento de água fora do horário de pico elétrico, ocasionando a redução sensível nos custos de energia elétrica. Para tanto, o mesmo Tsutiya (2006) descreve como uma das desvantagens ou inconvenientes o elevado custo de implantação.

O crescimento urbano propicia um verdadeiro desafio às concessionárias atuantes nos variados ramos (gás, energia elétrica, água, esgoto), entre eles o de saneamento. Em fase prévia a execução dos novos empreendimentos numa determinada localidade, existe a necessidade de a empresa de saneamento ser acionada para realizar a avaliação de possíveis ampliações e/ou adequações de infraestruturas, assim como avaliar possíveis impactos com a ampliação da oferta hídrica (volume de água a distribuir, consumo de energia elétrica etc).

Uma vez o SAA concebido, é sabido quais áreas demandam maior consumo de energia elétrica e prováveis valores financeiros a impactar nas finanças da companhia. Para as áreas com de alto consumo de energia elétrica, normalmente são instituídos valores ou tarifas por parte da concessionária local como forma de propiciar a redução no consumo de energia elétrica nos horários de pico ou ponta em função do consumo paralelo por variados empreendimentos, principalmente os residenciais. Alguns estabelecimentos industriais não paralisam o processo produtivo nestes horários, tendo elevado ônus financeiro face a geração das faturas ao fechamento dos ciclos mensais.

OBJETIVOS(S)

O trabalho teve 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 estação elevatória de água bruta, tratamento de água bruta e à adução de água tratada, tendo em vista a não paralisação de funcionamento nos horários de ponta instituídos pela concessionária local de energia elétrica.

METODOLOGIA UTILIZADA

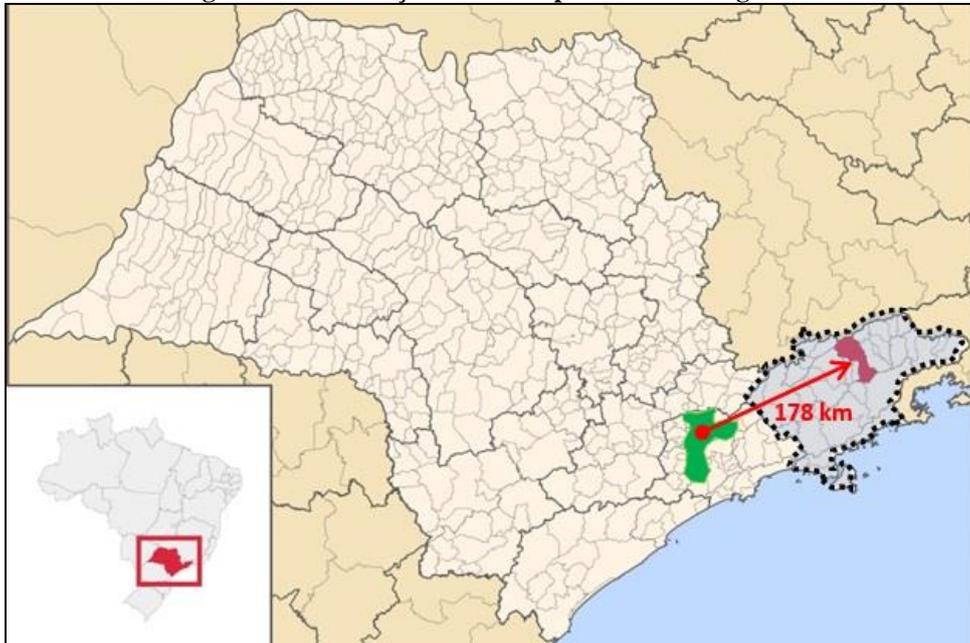
O trabalho foi desenvolvido conforme o estabelecimento das seguintes ações:

- 1- Obtenção das informações dos valores financeiros do consumo de energia elétrica da área operacional delimitada para o estudo, correspondente ao período de janeiro/2018 a abril/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;
- 4- Obtenção do histórico de vazão de água bruta aduzida correspondente ao período de janeiro/2020 a dezembro/2022;
- 5- Tabulação dos valores de vazão mediante uso do software Microsoft Excel;
- 6- Geração de gráficos (modelo histograma) para melhor visualização da distribuição de frequência, considerando dois grandeza para análise: a) vazão; b) horário de adução.
- 7- Análise estatística das vazões obtidas, calculando os valores mínimo, médio e máximo.

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 na municipalidade é a Companhia de Serviços de Água, Esgoto e Resíduos de Guaratinguetá, popularmente conhecida como SAEG.

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

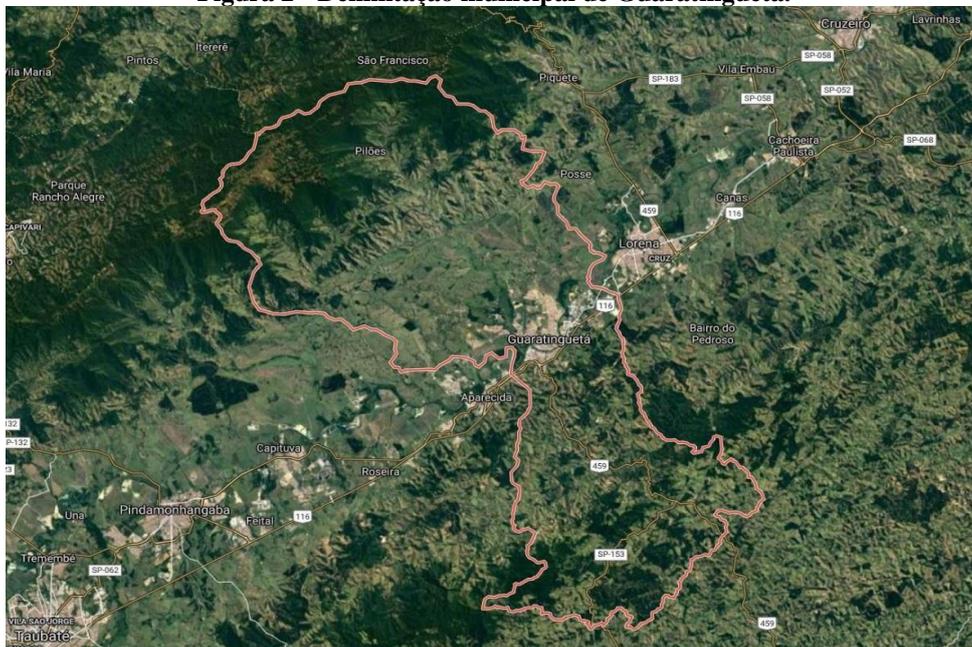
Figura 1 - Localização do município de Guaratinguetá.



Fonte: Wikipédia adaptado, 2022.

A figura 2 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 mostra a localização subsistema de abastecimento de água (SAA) municipal considerado no estudo, 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 descreve os valores financeiros despendidos em consumo de energia elétrica para o período de janeiro/2018 a abril/2023, de forma a comparar os valores totais gerados (fatura total), considerando os valores cobrados pelas tarifas das variadas bandeiras (verde, amarela, vermelha, escassez hídrica), contribuição para iluminação pública (CIP), subvenção tarifária entre outros, e apenas ao consumo de energia elétrica.

Tabela 1 - Síntese dos valores financeiros demandados em energia elétrica.

Valores Financeiros		
Ano	Total Fatura (R\$)	Energia Elétrica (R\$)
2018	R\$ 3.345.903,79	R\$ 2.985.697,60
2019	R\$ 4.046.618,99	R\$ 3.409.934,61
2020	R\$ 3.188.047,31	R\$ 3.094.293,19
2021	R\$ 3.838.323,56	R\$ 3.320.890,28
2022	R\$ 4.778.874,16	R\$ 3.591.689,90
2023	R\$ 1.652.134,63	R\$ 855.237,30
Total	R\$ 20.849.902,44	R\$ 17.557.636,56

Fonte: SAEG, 2023

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

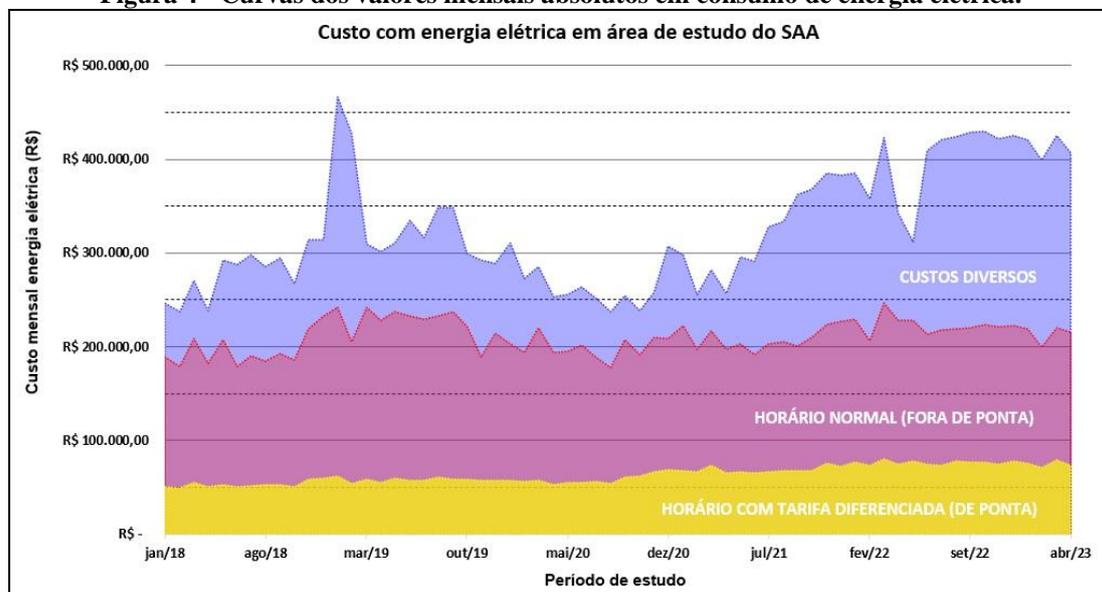
Tabela 2 - Síntese dos valores financeiros demandados em consumo de energia elétrica nos horários de pico (ou ponta) e normal (fora de ponta).

Valores Financeiros			
Ano	A - Horário normal (R\$)	B - Horário de ponta (R\$)	B/A (%)
2018	R\$ 2.351.488,75	R\$ 634.208,85	26,97%
2019	R\$ 2.712.043,31	R\$ 697.891,30	25,73%
2020	R\$ 2.391.664,40	R\$ 702.628,79	29,38%
2021	R\$ 2.495.615,16	R\$ 825.275,12	33,07%
2022	R\$ 2.675.282,77	R\$ 916.407,13	34,25%
2023	R\$ 855.237,30	R\$ 299.893,68	35,07%
Total	R\$ 13.481.331,69	R\$ 4.076.304,87	30,24%

Fonte: SAEG, 2023

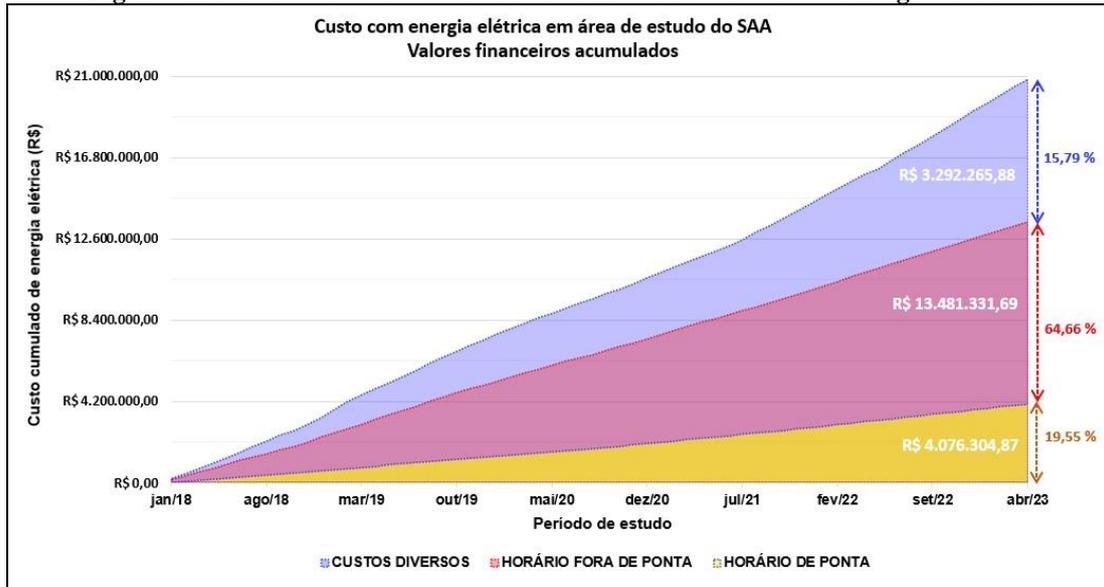
As figuras 4 e 5 mostram graficamente as curvas de valores financeiros mensais absoluta e acumulada referentes ao consumo de energia elétrica para a área considerada para o estudo (EEAB –ETA – EEAT).

Figura 4 - Curvas dos valores mensais absolutos em consumo de energia elétrica.



Fonte: SAEG, 2023.

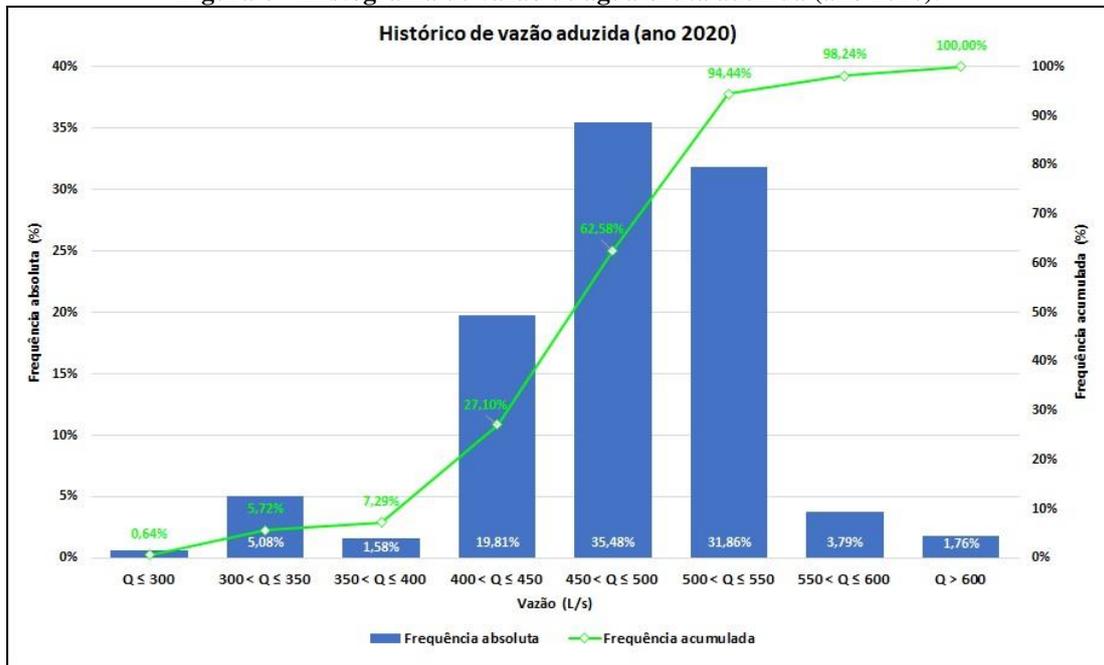
Figura 5 - Curva dos valores mensais acumulados em consumo de energia elétrica.



Fonte: SAEG, 2023.

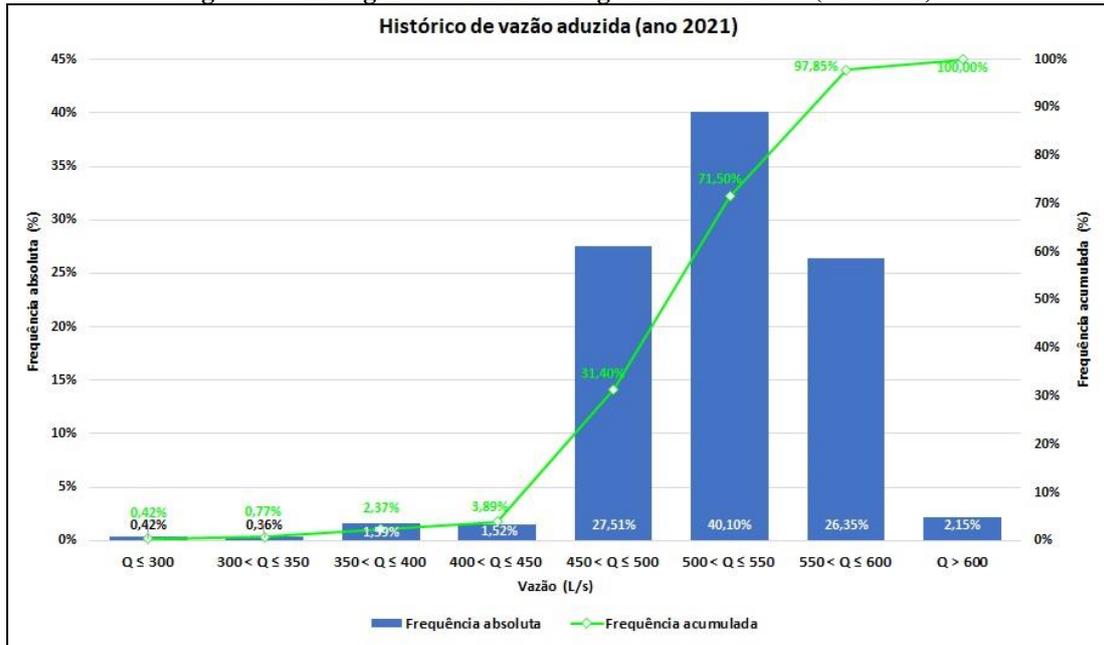
Já as figuras 6 a 8 mostram os histogramas de vazão de água bruta aduzida para tratamento na ETA correspondendo aos anos de 2020, 2021 e 2022.

Figura 6 – Histograma de vazão de água bruta aduzida (ano 2020).



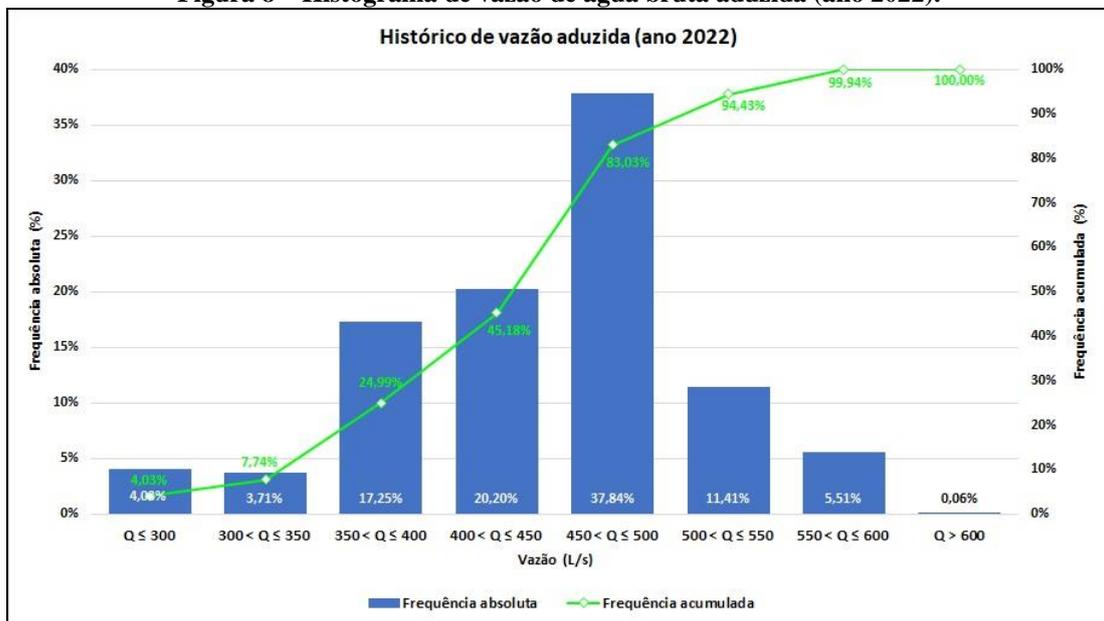
Fonte: SAEG, 2023.

Figura 7 – Histograma de vazão de água bruta aduzida (ano 2021).



Fonte: SAEG, 2023.

Figura 8 – Histograma de vazão de água bruta aduzida (ano 2022).

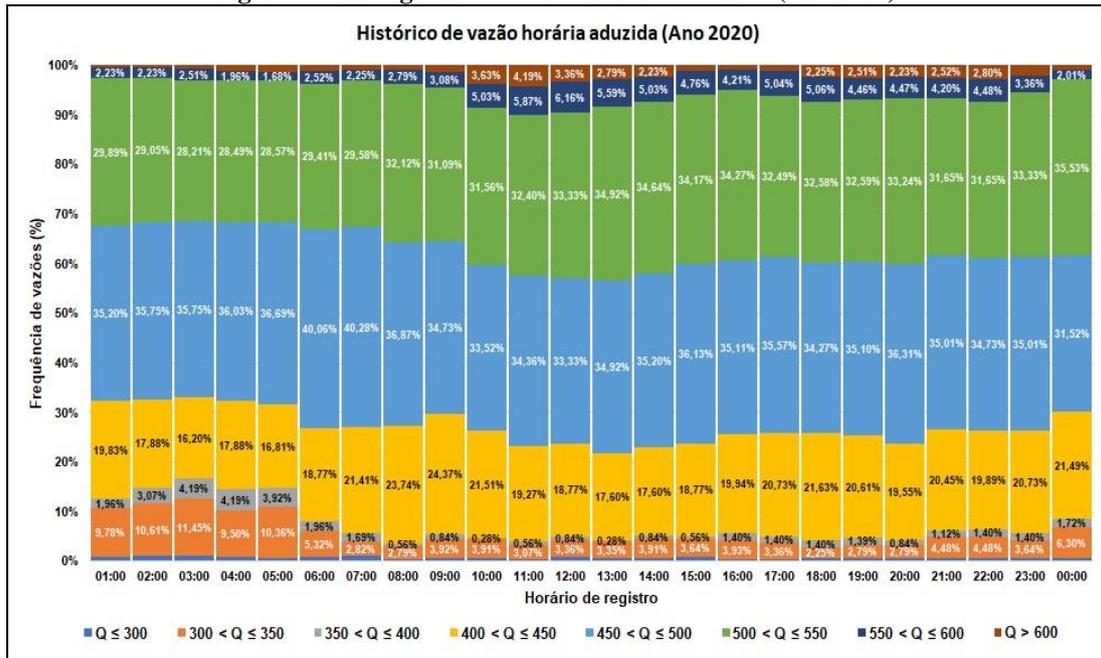


Fonte: SAEG, 2023.

A fim de melhor entendimento das variações de vazão ao longo dos anos 2020, 2021 e 2022, foram analisadas as vazões horárias para cada histograma gerado e mostrado anteriormente nas Figuras 6, 7 e 8.

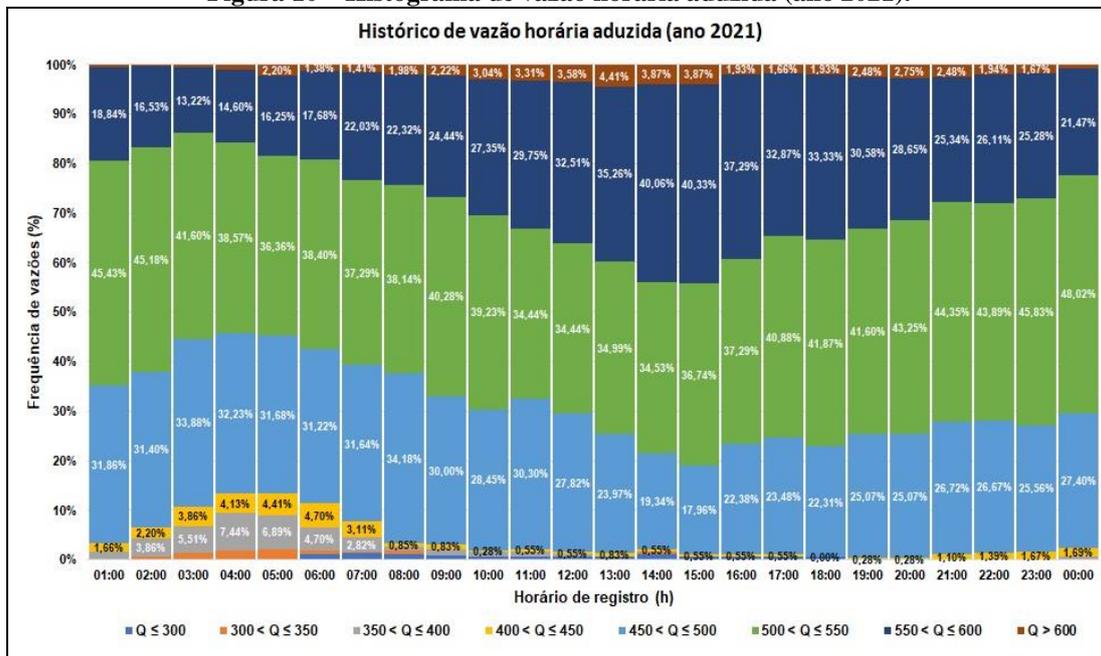
As figuras 9 a 11 mostram os histogramas de vazão horária de água bruta aduzida para o período de estudo volumétrico (anos 2020, 2021 e 2022).

Figura 9 – Histograma de vazão horária aduzida (ano 2020).



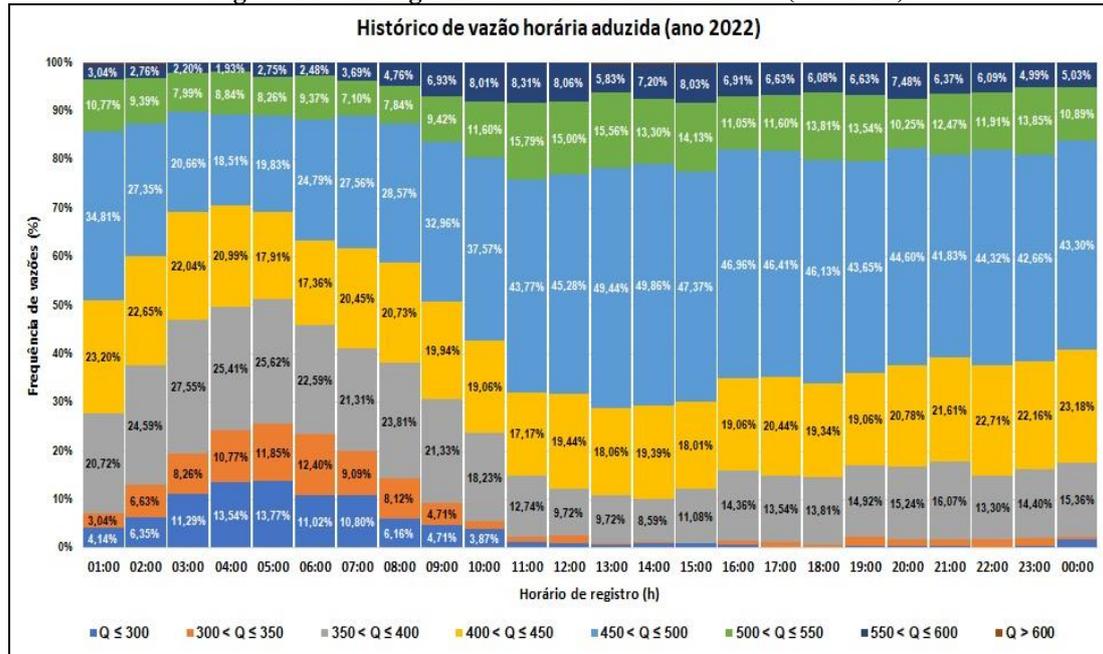
Fonte: SAEG, 2023.

Figura 10 – Histograma de vazão horária aduzida (ano 2021).



Fonte: SAEG, 2023.

Figura 11 – Histograma de vazão horária aduzida (ano 2022).



Fonte: SAEG, 2023.

A tabela 3 apresenta valores da grandeza vazão aduzida de água bruta registrados em formulários operacionais para o horário considerado de pico ou ponta (17:30 – 20:30 hs) para os anos 2020, 2021 e 2022.

Tabela 3 – Vazões de água bruta registradas em horário de ponta.

Vazão aduzida (L/s)	Ano		
	2020	2021	2022
Máxima	610,20	627,00	596,80
Média	481,20	529,70	461,10
Mínima	298,30	409,50	310,00

Fonte: SAEG, 2023.

Uma vez obtidas as vazões, conforme os valores na tabela 3 acima, foram obtidos os volumes mínimos necessários para a reservação de água tratada para o intervalo de 3,0 h, tempo este para que a ETA permanecesse paralisada no horário de ponta (17:30 – 20:30 hs).

Já a tabela 4 apresenta os volumes mínimos, médio e máximo para os anos 2020, 2021 e 2022, correlatos às vazões descritas na tabela 3.

Tabela 4 – Volumes necessários para a reservação de água em horário de ponta.

Volume (m ³)	Ano		
	2020	2021	2022
Máximo	6.590,16	6.771,78	6.445,44
Médio	5.197,20	5.720,67	5.394,32
Mínimo	3.222,00	4.422,60	3.906,00

Fonte: SAEG, 2023.

A capacidade total de reservação existente em área de influência abrangida pela ETA, na área urbana municipal de Guaratinguetá, é de 15.780 m³.

Para que o volume mínimo necessário estivesse disposto para distribuição no horário de pico, de forma a suprir a demanda, deveria ocorrer um acréscimo de vazão em horário normal (fora de ponta). Considerando

um valor de acréscimo médio no horário normal, as vazões acrescidas seriam os valores conforme a descrição na tabela 5.

Tabela 5 – Vazões adicionais necessárias em horário fora de ponta.

Acréscimo de vazão (L/s)	Ano		
	2020	2021	2022
Máximo	87,17	89,57	85,26
Médio	68,75	75,67	65,87
Mínimo	42,62	58,50	51,67

Fonte: SAEG, 2023.

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A área representada na figura 03, conforme a concessionária municipal de energia elétrica EDP Bandeirantes, está sujeita a tarifação diferenciada mediante o funcionamento da ETA em horário de ponta (17:30 às 20:30 h). O valor da tarifa para uso da energia elétrica em horário de ponta corresponde a 55,40% a mais em comparação à tarifa para uso no horário normal (fora de ponta).

A ETA possui horário de funcionamento de 24 h, em revezamento de 4 turnos de operadores e auxiliares. Analisando os valores percentuais descritos na Tabela 2, percebe-se o alto custo financeiro para o funcionamento das unidades operacionais de adução da água bruta, tratamento e adução da água tratada em horário de ponta (3 h) diante do tempo restante do dia (21 h).

Na figura 4 apresentada, analisando a região correspondente aos valores financeiros do horário de ponta, é visível o crescimento contínuo ao longo da séria histórica de valores considerada no estudo, mesmo com pequenas oscilações. Entende-se como preocupante a dependência do funcionamento de unidades operacionais em horário de ponta, tendendo a apresentar montantes cada vez maiores ao longo do tempo.

Já na figura 5, com a representação de valores acumulados, é visível o percentual total de aproximadamente 20% apenas com valores financeiros correspondentes ao horário de pico, percentual este considerável em comparação ao valor total e principalmente ao valor financeiro correspondente ao horário normal (fora de ponta).

As Figuras 6 a 8 apresentaram os histogramas de vazão de água bruta aduzida para os anos de 2020 a 2022. O ano de 2021 apresentou valores de vazão mais elevados (deslocamento para a direita no eixo horizontal do gráfico) em comparação aos anos 2020 e 2022. Essa variação é devido ao consumo elevado de água em período da pandemia ocasionada pelo Covid-19. Uma das medidas profiláticas de combate ao vírus foi a realização da limpeza / higienização dos variados ambientes, normalmente tendo o recurso água para a realização.

Analisando de forma mais detalhada as vazões horárias para os anos 2020, 2021 e 2022, foram gerados os histogramas representados nas figuras 9 a 11. Ficou visível através da figura 10 as frequências de valores elevador das vazões aduzidas ($Q \geq 450$ L/s), conforme apresentou o histograma da Figura 7. Essas frequências de vazões horárias foram cruciais para o entendimento do horário de maior demanda e qual a vazão predominante ao longo do dia. Percebeu-se que o ano de 2022 foi bastante demandado no sistema de adução, tratamento e distribuição de água, sendo considerado um período referencial a ser considerado para análise e/ou dimensionamento de reservação.

Os volumes descritos na tabela 4, para cada ano e condições impostas (mínimo, médio e máximo), foram calculados através do produto do tempo considerado para o horário de ponta (3 h) pelas respectivas vazões apresentadas na tabela 3. O maior volume foi apresentado para a vazão máximo do ano 2022 (ano da pandemia), sendo considerado o cenário mais crítico a ser considerado a título de volume total para dimensionamento das reservações.

Considerando o volume total atual do sistema de reservação de água tratada para a área urbana, em que a ETA atende ao consumo de aproximadamente 90 % das ligações nesta região (outros 10% são atendidos por

manancial subterrâneo), percebe-se que o maior volume calculado para reservação (condição máxima do ano 2022) corresponderia a 42,91% do total existente.

Outro ponto interessante também a ser avaliado deve-se ao volume adicional a ser aduzido para tratamento no horário fora da ponta, de forma a manter paralisado o tratamento e adução em horário sob tarifação diferenciada. Os valores descritos na Tabela 5 correspondem ao volume de água bruta necessário a ser incrementado para tratamento no horário normal (21 h) de forma a equivaler ao volume total aduzido no período de 24 h.

CONCLUSÕES/RECOMENDAÇÕES

Tendo em vista o alto valor desprendido com pagamento em energia elétrica, especificamente nos horários de pico, faz-se importante a reavaliação do processo de adução e distribuição de água tratada na área urbana municipal. Os processos estão sempre passíveis de revisão/adequação, em prol de otimizar os recursos financeiros da companhia e sem perder um dos focos do negócio: fornecimento de água em quantidade conforme a demanda.

As unidades de reservação de água tratada, sendo um dos pontos chave do SAA, precisam passar por ampliação de capacidade volumétrica ao longo do tempo, de forma a acompanhar o crescimento municipal diante da instalação de variados empreendimentos (residencial, comercial e industrial).

Uma das alternativas para reduzir os custos operacionais em horário de ponta consistiria em investimentos para ampliar o sistema de reservação de água tratada nas várias áreas de influência ou consumo, 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, diante das instalações de reservatórios de água tratada em regiões estratégicas, reduziriam a demanda energética no horário de ponta e, conseqüentemente, menos valor financeiro em consumo de energia elétrica.

Diante do maior volume registrado na Tabela 4 (máximo para o ano 2021), a empresa teria que ampliar em quase metade o sistema de reservação de água tratada para suspender o tratamento no horário de ponta, sem comprometer o abastecimento da população e não pagar a tarifa diferenciada de energia elétrica. Além desse volume obtido para o deslocamento do horário de ponta, deverá ser considerado na ampliação volumétrica a projeção populacional nas áreas de influência das reservações, sendo auxiliado pelas projeções de consumo e crescimento vegetativo (ligações e economias).

É importante a contínua avaliação do consumo de energia elétrica face as etapas de operação do SAA (captação de água bruta e a distribuição de água tratada), de forma a ter a relação entre consumo de energia elétrica e o volume captado e distribuído (kWh/m³) a mínima possível, possibilitando melhor gerir o negócio e desprendimento de recursos financeiros.

Outra possível alternativa para a redução do consumo elétrico em horário de ponta seria a construção de reservatórios para armazenamento de água bruta com volume compatível à demanda horária para o tratamento durante o período de paralisação da EEAB no horário de pico elétrico. Para tal, ainda sim o sistema estaria funcionando neste horário devido ao funcionamento da EEAT, que está dentro da área sob tarifação da concessionária local de energia elétrica (bloco EEAB – ETA – EEAT), ou não possuir reservação interna suficiente para o armazenamento do volume de água tratada para o posterior recalque.

Para uma paralisação dos sistemas de adução e tratamento no horário de pico, seria necessário elevar a vazão aduzida para horário fora da ponta, conforme os valores apresentados na Tabela 5, de forma a ter a reserva mínima necessária para atendimento a demanda no horário de ponta. Isso impactaria numa série de fatores, tais como: a) avaliar se a ETA estaria preparada para atender esse acréscimo volumétrico sem perder a eficiência de tratamento (etapas decantação e filtração); b) possível adequação dos conjuntos motor bomba (CMBs) das EEAB e EEAT; c) avaliar a 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; d) atendimento à outorga para a retirada de água bruta do manancial superficial (Ribeirão Guaratinguetá) com esse acréscimo de vazão diante da vazão máxima permitida perante o órgão ambiental estadual (Cetesb).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ECO CONSULTORES. As novas formas de eficiência energética no saneamento. Disponível em <https://www.eosconsultores.com.br/eficiencia-energetica-no-saneamento>. Acesso em: 08/10/2022.
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. Disponível em http://www.ppe.ufrj.br/images/publica%C3%A7%C3%B5es/mestrado/Gustavo_Nikolaus_Pinto_de_Moura.pdf. Acesso em: 24/04/2023.
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. 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>. Acesso em: 09/03/2023.
4. PEREIRA, C. A. Otimização de sistemas de abastecimento de água para redução do consumo com energia elétrica: um estudo de caso. Disponível em https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/214995/pereira_ca_me_bauru.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 23/04/2023.
5. SOARES, R. B., GONÇALVES, R. F. Consumo de energia elétrica em sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário no Brasil. Disponível em <https://tratamentodeagua.com.br/wp-content/uploads/2018/11/XI-090.pdf>. Acesso em: 08/04/2023.
6. TSUTIYA, M. T. Abastecimento de água. 3.ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, p. 337, 2006.