



I-036 – EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA CIDADE DE UBATUBA, ESTADO DE SÃO PAULO

Milton Tomoyuki Tsutiya⁽¹⁾

Engenheiro Civil pela Escola Politécnica da USP (1975). Mestre em Engenharia pela Escola Politécnica da USP (1984). Doutor em Engenharia pela Escola Politécnica da USP (1990). Professor do Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da USP. Engenheiro da Sabesp desde 1976, com experiência na área de Planejamento, Projeto, Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico. Engenheiro da Assessoria para Desenvolvimento Tecnológico da Sabesp.

Airton Checoni David

Engenheiro Mecânico pela Escola Politécnica da USP. Especialização em Engenharia em Saúde Pública e Ambiental pela Faculdade de Saúde Pública da USP. Mestre em Engenharia pela Escola Politécnica da USP. Engenheiro da Assessoria para Desenvolvimento Tecnológico da Sabesp.

Endereço⁽¹⁾: Rua Palestina 531, Apto 74 – Vila Mascote – São Paulo – SP - CEP: 04367-030 - Brasil - Tel: (11) 33888265 - e-mail: mtsutiya@sabesp.com.br

RESUMO

O consumo mensal de energia elétrica na Sabesp situa-se em torno de 161 GWh, o que representa uma despesa mensal de aproximadamente 14 milhões de reais ou 15% dos custos totais da empresa. É a segunda maior conta de despesa da Sabesp e um dos itens mais significativos dos seus custos operacionais. As principais operações de saneamento que utilizam energia elétrica são os bombeamentos, cerca de 90 % do consumo de energia se dá nas elevatórias de água e esgoto. Para a redução de custos com energia elétrica é muito importante buscar eficiência nessas operações, entretanto, algumas medidas administrativas também podem proporcionar economia significativa nas contas. A metodologia utilizada para a análise da redução de custo de energia elétrica baseia-se em ações administrativas e operacionais. As medidas administrativas são: correção da classe de faturamento; regularização da demanda contratada; alteração da estrutura tarifária; desativação de instalações sem utilização; conferência de leitura da conta de energia elétrica; entendimentos com as companhias energéticas para redução de tarifas. As medidas operacionais são: ajuste dos equipamentos; diminuição da potência dos equipamentos; controle operacional; automação do sistema de abastecimento de água; alternativas para geração de energia elétrica. Algumas dessas medidas já estavam sendo implantadas, e com sucesso, no sistema de abastecimento de água de Ubatuba, objeto deste trabalho, e outras já estavam programadas para serem implantadas em uma próxima oportunidade. Dentre as medidas sugeridas, decorrentes desta análise, ficou destacado o controle de perdas, que tem importância fundamental no gerenciamento do sistema de abastecimento de água e com reflexo significativo nas contas de energia elétrica e de outros insumos.

PALAVRAS-CHAVE: Abastecimento de Água, Energia Elétrica, Redução de Consumo de Energia.

INTRODUÇÃO

O consumo mensal de energia elétrica na Sabesp situa-se em torno de 161 GWh. Isso representa uma despesa de aproximadamente 14 milhões de reais por mês ou 15% dos custos totais da empresa. É a segunda maior conta de despesa da Sabesp e um dos itens mais significativos dos seus custos operacionais.

A busca de alternativas para economia de energia elétrica assume, portanto, um papel de importância fundamental na redução dos custos, de modo que a Sabesp desenvolve, desde 1995, um programa destinado à Racionalização do Uso e Redução de Gastos com Energia Elétrica. Várias ações desse programa, foram implementadas no sistema de abastecimento de água de Ubatuba através dos técnicos da Unidade de Negócio do Litoral Norte.

PRINCIPAIS OBJETIVOS DO ESTUDO

- Analisar a atual utilização de energia elétrica no sistema principal de abastecimento de água da cidade de Ubatuba;



23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental

- Estudar as alternativas para economia de energia elétrica;
- Propor medidas para redução das despesas com energia elétrica.

METODOLOGIA UTILIZADA PARA ANÁLISE DA REDUÇÃO DE CUSTO DE ENERGIA

Para a análise da redução de custo de energia elétrica no sistema de abastecimento de água de Ubatuba, foi utilizada a metodologia apresentada a seguir:

Ações administrativas: correção da classe de faturamento; regularização da demanda contratada; alteração da estrutura tarifária; desativação de instalações sem utilização; conferência de leitura da conta de energia elétrica; entendimentos com as companhias energéticas para redução de tarifas.

Ações operacionais: ajuste dos equipamentos (correção do fator de potência, alteração da tensão de alimentação); diminuição da potência dos equipamentos (melhoria no rendimento do conjunto motor-bomba, redução das perdas de carga nas tubulações, melhoria do fator de carga nas instalações, redução do índice de perdas de água, uso racional da água); controle operacional (alteração no sistema de bombeamento-reservação, utilização do inversor de frequência, alteração nos procedimentos operacionais da ETA); automação do sistema de abastecimento de água; alternativas para geração de energia elétrica (aproveitamento de potenciais energéticos, uso de geradores nos horários de ponta).

O SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE UBATUBA E SEUS PRINCIPAIS PONTOS DE CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA

Características gerais do sistema de abastecimento de água

O abastecimento de água da cidade de Ubatuba é constituído pelo sistema principal, que representa 88% do total, chamado Ubatuba e pelos sistemas isolados: Itamambuca, Maranduba e Praia Vermelha do Sul. O sistema principal é constituído de duas captações (Macacos e Rio Grande), uma estação de tratamento (ETA Carolina), uma elevatória principal, dois reservatórios de 5000 m³ cada, um booster e 7 elevatórias pequenas. A população atendida é de 105.236 habitantes, número de ligações de 20.677, volume de água de 348.710 m³ e faturamento de R\$ 617.183,30. A figura 1 apresenta um esquema do sistema principal de distribuição de água de Ubatuba e a figura 2 uma foto da ETA Carolina.

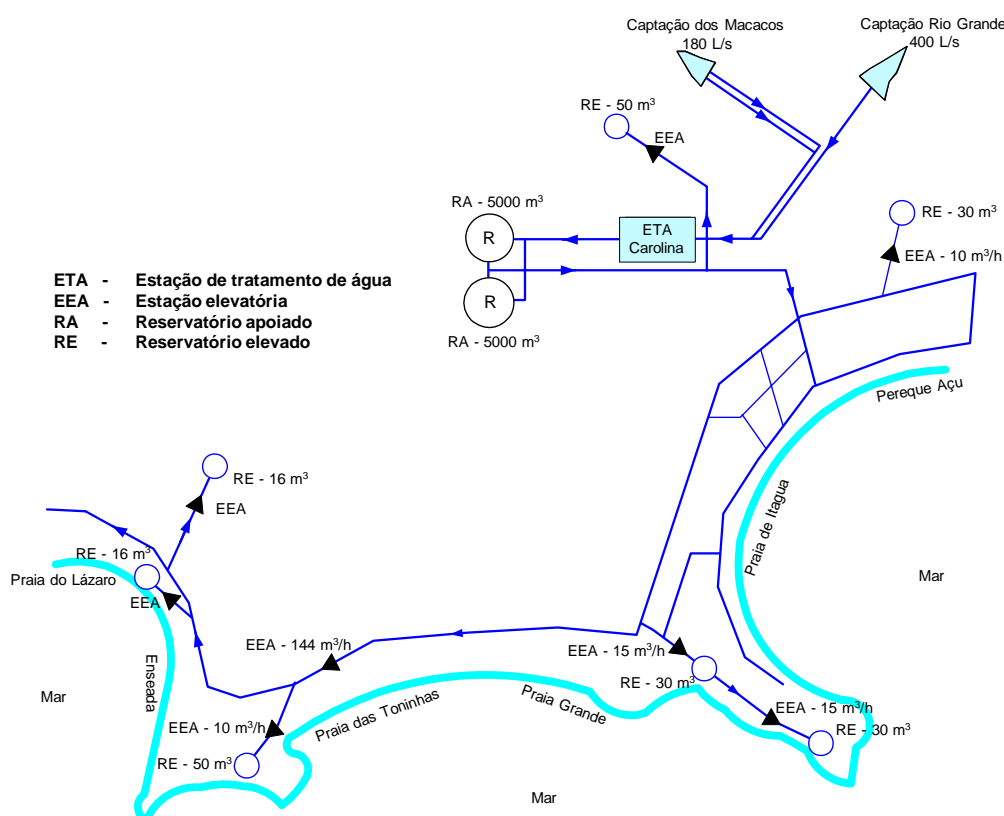


Figura 1: Sistema principal de distribuição de água de Ubatuba.



Figura 2 - ETA Carolina - Ubatuba - SP.

Principais pontos de consumo de energia elétrica e suas características

As estações elevatórias de água do sistema principal de abastecimento de água de Ubatuba, tem potência variando de 5 a 600 cv, consumo mensal de 207.440 kWh e despesa mensal de R\$ 24.438,32. A figura 3 apresenta as proporções de despesas com energia elétrica do sistema principal. Pode-se observar que o componente responsável pela maior parte do consumo de energia elétrica é a ETA Carolina (80% do total). De um modo geral, em sistemas operados pela Sabesp, o consumo de energia elétrica é da ordem de 0,6 kWh/m³ de água produzida, sendo que 90% dos custos são devidos às estações elevatórias. Neste trabalho, são apresentadas somente as descrições da ETA Carolina, da elevatória principal e do booster Toninhas, por serem os mais importantes no que se referem aos gastos com energia elétrica.

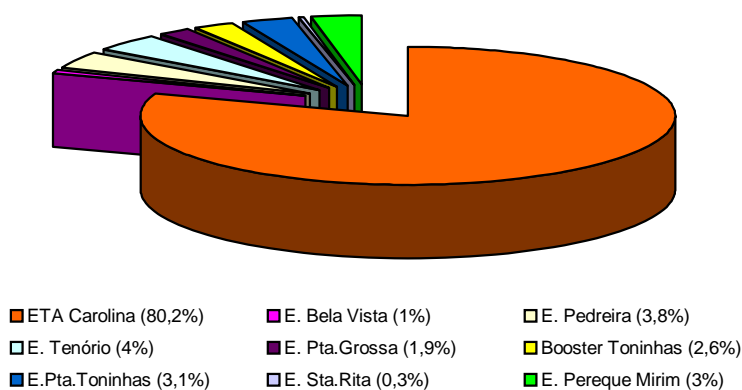


Figura 3: Despesas com energia elétrica em elevatórias de água, em porcentagem.

ETA Carolina - Elevatória principal

O processo de tratamento de água da ETA Carolina é composto apenas por pré-cloração, filtração, correção do pH e dosagem final de cloro e flúor. A água tratada vai para o poço de sucção das bombas e para um reservatório, chamado volante, com capacidade de 1.300 m³. As bombas da elevatória principal recalcam a água da ETA Carolina para dois reservatórios de 5.000 m³ cada. A tubulação que conduz a água da elevatória até os reservatórios tem 400 milímetros de diâmetro e comprimento de 380 metros. Os reservatórios são de



concreto, do tipo apoiado, tem capacidade de 5.000 metros cúbicos cada um e estão posicionados sobre uma elevação do terreno a uma cota de 57 metros. A água destes reservatórios é utilizada para distribuição para a cidade e também para lavagem dos filtros. A figura 4 apresenta o sistema principal de produção e reservação de água de Ubatuba.

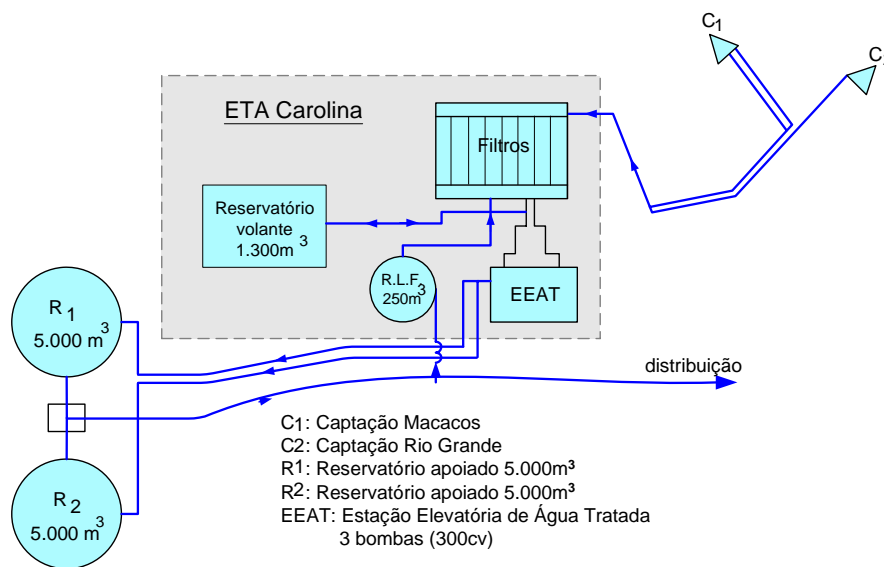


Figura 4: Sistema principal de produção de água de Ubatuba.

Nesse sistema, a energia elétrica é consumida em iluminação, bombeamento e dosagem de produtos químicos, compressão de ar para acionamento das válvulas de controle dos filtros e, principalmente, para o bombeamento da água tratada da ETA para os reservatórios de distribuição. Os equipamentos que consomem a maior parte da energia elétrica na ETA Carolina são os dois motores elétricos de 300 cv, que acionam as bombas da elevatória de água tratada da ETA para os reservatórios de distribuição. A figura 5 apresenta a elevatória principal de água tratada de Ubatuba.



Figura 5 - Elevatória de água tratada da ETA Carolina - Ubatuba - SP.



Booster Toninhas

O Booster Toninhas está localizado no final da praia das Toninhas, sua finalidade é recalcar água tratada para os locais distantes: Praia da Enseada e do Lázaro. Em dias de baixo consumo de água, este booster permanece desligado, sendo ligado apenas em caso de necessidade. Em épocas de alta temporada quando o consumo de água aumenta, o que ocorre entre novembro e dezembro, é colocado em operação, permanecendo ligado até o carnaval. A potência do booster é de 60 cv, e nele está instalado um inversor de frequência para variar a rotação das bombas.

AÇÕES REALIZADAS PELA UNIDADE DE NEGÓCIO LITORAL NORTE PARA A REDUÇÃO DE CUSTOS DE ENERGIA ELÉTRICA

A Unidade de Negócio do Litoral Norte adotou várias medidas administrativas e algumas medidas operacionais para a economia de energia elétrica em seu sistema de abastecimento de água de Ubatuba, conforme apresentado a seguir.

Ações Administrativas:

- **Correção da classe de faturamento:** a Unidade de Negócio do Litoral Norte fez o cadastramento de todas as instalações elétricas da sua área de abrangência e a classificação das tarifas para obtenção do desconto de 15% destinado às unidades operacionais de instalações de saneamento.
- **Regularização da demanda contratada:** com base nos valores de demandas registradas nas contas de energia elétrica, foram feitas as devidas adequações nos valores das demandas contratadas. No caso da ETA Carolina foi alterado o valor de demanda contratada na estrutura tarifária horo-sazonal azul de 480 kW para: demanda de ponta (seca e úmida): 235 kW; demanda fora de ponta (seca e úmida): 420 kW.
- **Conferência de contas de energia elétrica:** a Unidade de Negócio do Litoral Norte possui 113 ligações de energia elétrica, das quais 39 estão em Ubatuba, sendo 13 no sistema principal de produção e distribuição de água. Todas as contas de energia elétrica são conferidas e registradas no “sistema de controle do uso e gasto de energia” pelo setor de manutenção. As irregularidades detectadas no momento da conferência são imediatamente averiguadas e comunicadas à concessionária ou às unidades responsáveis para correção.

Ações Operacionais

A) Ajuste dos equipamentos

- *Correção do fator de potência:* no sistema de abastecimento de água de Ubatuba, a elevatória de água da ETA Carolina possui um banco de capacitores em funcionamento, para correção do fator de potência da instalação. As demais instalações, que são em baixa tensão e baixa potência não necessitaram de correção do fator de potência.
- *Alteração da tensão de alimentação:* as tensões de alimentação das instalações elétricas do sistema de abastecimento de água de Ubatuba já estavam adequadas, nenhuma alteração foi necessária. A ETA Carolina, cuja demanda é de 420 kW, possui ligação em 13200 V, categoria A4. As demais instalações, com potência instalada abaixo de 30 kW, têm ligações em 220V.

B) Controle Operacional

- *Alteração parcial no sistema de bombeamento-reservação:* foi adotada a paralisação de uma das bombas da elevatória da ETA Carolina durante o horário de ponta de consumo de energia. Para a adoção dessa medida foi feita a alteração da demanda contratada de energia elétrica junto à concessionária. A figura 6 mostra o diagrama de massa elaborado para a análise do abastecimento de água durante o período de parada das bombas no horário de pico de consumo de energia.

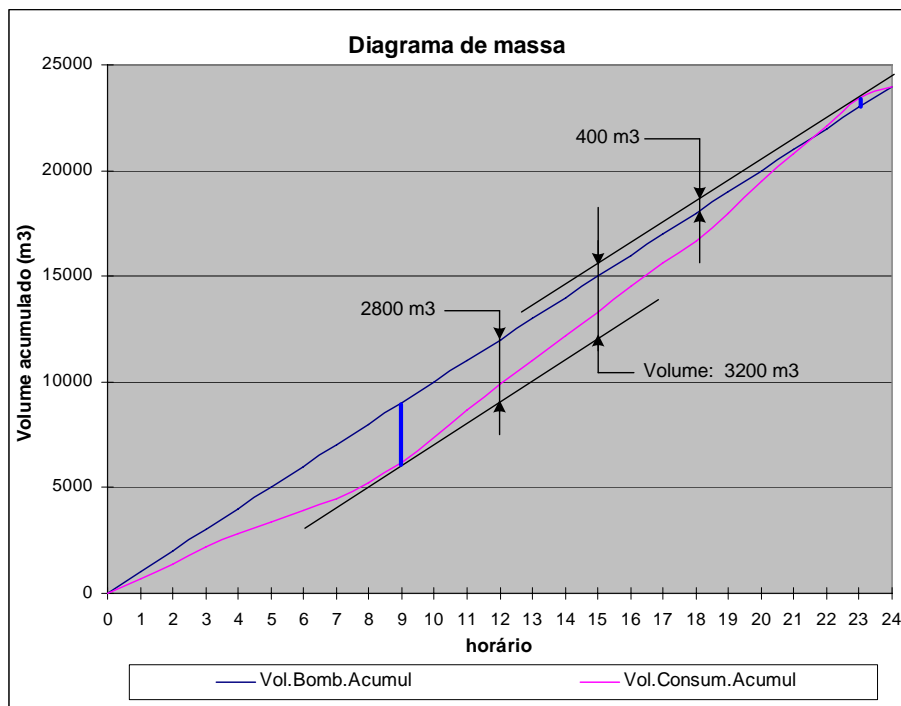


Figura 6: Diagrama de massa do dia de maior consumo.

- *Utilização de inversor de frequência:* foi instalado um inversor de frequência no Booster Toninhas. Essa medida tem como consequência a diminuição de perdas de água e do consumo de energia elétrica. A economia média de energia proporcionada pela instalação de inversor de frequência em booster é de cerca de 30%.

C) Automação do sistema de abastecimento de água

A Unidade de Negócio Litoral Norte adquiriu equipamentos para automatização da ETA Carolina, que já estão sendo instalados. Os equipamentos adquiridos para automação da operação da ETA Carolina são: medidores de pH, cor, turbidez e fluor; válvulas para controle de lavagem dos filtros.

AÇÕES PROPOSTAS PARA A REDUÇÃO DE CUSTOS DE ENERGIA ELÉTRICA

Ações administrativas

Alteração de estrutura tarifária

Booster Toninhas – Alteração da categoria B3 para A4: com a recente reforma do booster Toninhas, a potência instalada foi alterada de 40 para 60 cv. Isso permite mudança na estrutura tarifária para a categoria A4. A mudança para média tensão requer um investimento para aquisição de transformador, painel e medidores, além de mão de obra para montagem.

Ações operacionais

(A) Diminuição da potência dos equipamentos

Redução do índice de perdas de água: a Unidade de Negócio Litoral Norte não possui controle de perdas de água do sistema de abastecimento. Como o consumo de energia elétrica está diretamente relacionado com o índice de perdas é fundamental o controle e redução de perdas. O programa de controle de perdas envolve várias ações, tais como: pesquisa de vazamentos não visíveis; redução do tempo médio de reparo de vazamentos; ressetorização; instalação de operação de VRPs; gestão da macromedicação; troca de hidrômetros de pequena capacidade, etc.



(B) Controle Operacional

Alteração no sistema de bombeamento-reservação: a Unidade de Negócio Litoral Norte adotou a paralização parcial do bombeamento de água da ETA Carolina para os reservatórios principais, durante o horário de ponta de consumo de energia elétrica. A parada total do bombeamento, nesse horário é possível, pois o volume de reserva disponível permite essa paralização. Para verificar a economia proporcionada por alterações no sistema de bombeamento-reservação, foram feitas simulações de contas de energia elétrica considerando-se as tarifas horo-sazonal azul, horo-sazonal verde e convencional, concluindo-se que, a tarifa mais econômica é a horo-sazonal azul.

(C) Alteração nos procedimentos operacionais de ETA

Uma forma de racionalizar o uso de energia elétrica é a utilização de um sistema individual para o recalque da água de lavagem dos filtros. Esse bombeamento poderá ser feito a partir do poço de sucção ou do reservatório volante, diretamente para o reservatório de 250 m³. Foram estudadas duas alternativas para a lavagem dos filtros, sendo que na primeira alternativa foi considerada uma bomba com vazão de 120 m³/h, e na segunda alternativa foi considerada uma bomba com vazão de 250 m³/h. A mais econômica foi a primeira alternativa com economia de energia elétrica da ordem de R\$ 500,00 por mês, com retorno de investimento em cerca de 3 anos.

(D) Automação do sistema de abastecimento de água

O sistema não é automatizado. Recomenda-se a instalação de dispositivo automático para desligamento das bombas da elevatória principal da ETA Carolina durante o horário de ponta.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

- As medidas para redução do custo de energia elétrica no sistema de abastecimento de água de Ubatuba, foram bem implantadas e os valores de demanda contratada estão bem ajustados para o consumo atual.
- A alteração da instalação de energia elétrica do booster Toninhas, de baixa para média tensão, categoria A4, poderá trazer uma economia de despesas de 25% em relação à atual, além do aumento da confiabilidade no fornecimento de energia elétrica.
- A instalação de um novo sistema de bombeamento, para o recalque da água de lavagem dos filtros, permite uma economia na conta de energia elétrica da ordem de R\$ 500,00 por mês, que representa cerca de 3,5% do consumo atual da ETA Carolina. O investimento necessário para essa instalação poderá ser recuperado em cerca de três anos.
- O controle de perdas tem importância fundamental no gerenciamento do sistema de abastecimento de água. Deverá ser objeto de implantação em Ubatuba para obtenção de economia de energia elétrica e de outros insumos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. TSUTIYA, M. T. Redução do Custo de Energia Elétrica em Sistemas de Abastecimento de Água. ABES, 2001.
2. TSUTIYA, M. T. Abastecimento de Água. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2004.
3. TSUTIYA, M.T.; DAVID, A. C. Estudo de Redução de Custos de Energia Elétrica para o Sistema de Abastecimento de Água de Ubatuba. Sabesp, 2003.