

XI-009 – OTIMIZAÇÃO DA MACRODISTRIBUIÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO INTEGRADO DE CURITIBA - SAIC

Katia Regina Garcia da Silva⁽¹⁾

Engenheira Civil pela Universidade Positivo. Mestre em Engenharia Hidráulica e Ambiental pela Universidade Federal do Paraná (UFPR). Engenheira Civil da SANEPAR.

Edymilson Luiz dos Santos⁽²⁾

Engenheiro Civil pela Universidade Federal do Paraná. Engenheiro Civil da SANEPAR.

Fabio Alexander Basso⁽³⁾

Engenheiro Eletricista pelo Centro Universitário Positivo. Engenheiro Eletricista da SANEPAR.

Endereço⁽¹⁾: Av. Humberto Alencar Castelo Branco, 30 – Cristo Rei - Curitiba - PR - CEP: 82530-195 - Brasil - Tel: (41) 3330-7062 - e-mail: katiagarcia@sanepar.com.br

RESUMO

O custo de energia elétrica do sistema de abastecimento integrado de Curitiba – SAIC representa cerca de 23% do custo energia para bombeamento em sistemas de abastecimento de água da Sanepar. A otimização operacional de transporte e reservação de água tratada é uma importante alternativa para redução desse custo, pois busca o melhor aproveitamento da infraestrutura existente (não tendo como premissa a necessidade de investimentos financeiros). A Unidade de Produção de Curitiba – USPD, através do Centro de Controle Operacional – CCO, vem investindo esforços de toda a equipe para obter e manter os melhores resultados de custo de energia elétrica, fazendo gestão de produção e transporte, no intuito de minimizar essas atividades no horário de ponta, que é o período em que a energia custa aproximadamente quatro vezes mais caro. A economia obtida com este trabalho acumulou até junho de 2016 o montante aproximado de 2,37 milhões de reais, é um resultado muito expressivo.

PALAVRAS-CHAVE: Otimização operacional, eficiência energética.

INTRODUÇÃO

O SAIC representa cerca de 35% das receitas da Sanepar – Companhia de Saneamento do Paraná, distribui volume 290 milhões m³/ano e consome 175,3 milhões kWh/ano. O custo de energia elétrica deste sistema representa aproximadamente de 23% do custo energia para bombeamento em sistemas de abastecimento de água da empresa.

A otimização operacional de transporte e reservação é uma importante alternativa de redução de custo de energia elétrica, pois em muitos casos não há necessidade de bombeamento 24 h/dia (Tsutiya, 2006). O custo de energia elétrica é variável e é maior no horário de ponta, de 18 às 21 horas dos dias de semana, de forma que o transporte de água por bombeamento deve ser minimizado neste intervalo.

O objetivo deste trabalho é apresentar as ferramentas, a evolução da estratégia operacional para redução de transferência de água entre reservatórios (macrodistribuição) no horário de ponta e consequente economia que foi alcançada.

METODOLOGIA

O Centro de Controle Operacional da USPD (Unidade de Serviço de Produção), é responsável pela macrodistribuição entre 50 centros de reservação a partir de 7 Estações de Tratamento de Água (ETA), que são: Iguaçu, Iraí, Passaúna, Miringuava, Rio Pequeno, Karst e Despique. O SAIC constitui-se em uma complexa malha de distribuição. Na Figura 1 é apresentado o SAIC, abastece Curitiba e municípios no entorno: Colombo, Campina Grande do Sul, Quatro Barras, Pinhais, Piraquara, São José dos Pinhais, Fazenda Rio Grande, Araucária, Campo Largo (parcial), Campo Magro e Almirante Tamandaré.

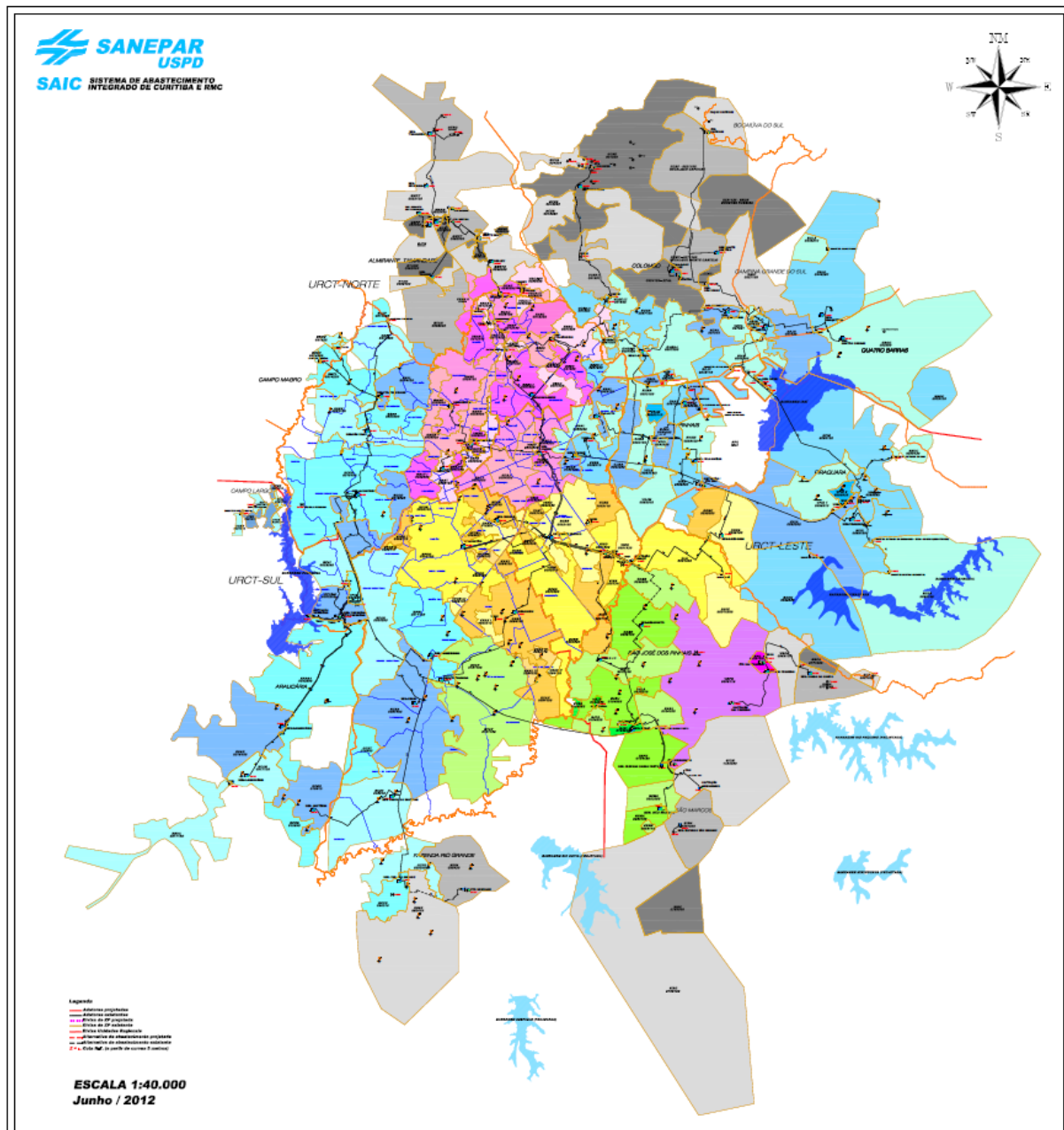


Figura 1: Mapa do SAIC.

A USPSP tem longo histórico de trabalhos realizados na otimização de transporte na macrodistribuição (Silva e Gomes, 2007). A partir de 2015 foi intensificado o controle, com maior envolvimento da coordenação de produção, o que tem mostrado excelentes resultados.

O SAIC conta com sistema de supervisão e controle (SSC), que armazena dados históricos e possibilita análise dos padrões de abastecimento e equilíbrio do sistema.

Além armazenar dados históricos como vazões, pressões, níveis, status de bombas e válvulas de controle e variáveis elétricas, o SSC permite o controle remoto de todas as unidades do SAIC e gera alarmes de anormalidades.

É mantida a modelagem hidráulica do sistema macrodistribuidor, na qual são considerados os dados históricos, estudos de demandas, volumes de reserva, capacidade de produção e de transporte (SNS(1), 2016).

Em função da implantação da ISO 9001 na Unidade, a partir de 2.013, os padrões operacionais tem sido descritos e mantidos.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A equipe de operação trabalha em regime de escalas, monitorando e controlando o sistema 24 horas por dia. Além de manter o abastecimento com pressões adequadas, outro objetivo principal da operação é reduzir ao máximo a produção e o transporte de água no horário de ponta, nesse intuito, as ações as equipes são para obter os melhores níveis de reserva no início desse horário (SNS(2), 2016).

Para cada tramo do sistema, foram avaliadas de jusante para montante as vazões necessárias, chegando-se a determinar a vazão de transporte em cada trecho e produção necessária nas ETAs.

Devido à dinamicidade do sistema de abastecimento (variações de demanda, de produção e transporte, falhas e intervenções para manutenção), a produção e transporte no horário de ponta a cada dia devem ser avaliados pela equipe responsável pela operação, seguindo parâmetros básicos estabelecidos e demais variáveis, como por exemplo, manobras programadas, temperatura e pluviosidade.

Através de modelagem hidráulica, para cada reservatório do sistema é definido o nível mínimo que pode ser atingido no horário de ponta. Nessa definição avalia-se se a reposição de nível será possível, ou seja, o equilíbrio entre demandas de jusante e capacidade de transporte a montante, além do volume disponível de reserva.

Como exemplo na Figura 2 é mostrado um tramo do sistema: Passaúna – Santa Felicidade.

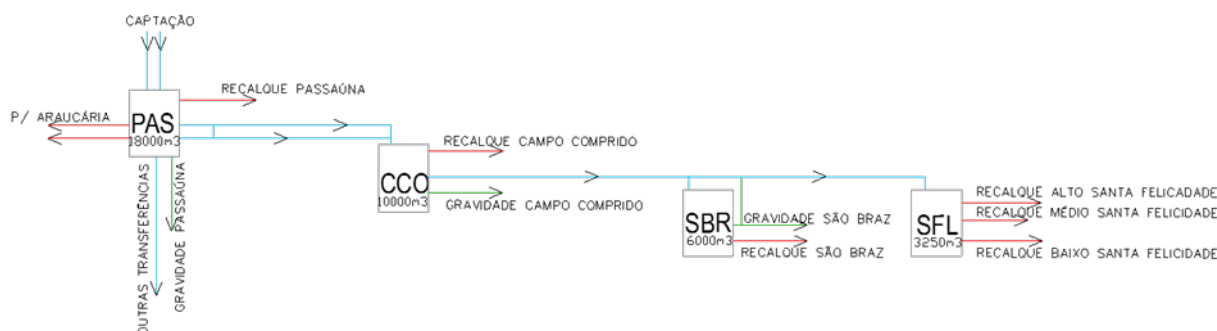


Figura 2: Esquema do tramo Passaúna Santa Felicidade.

As vazões de distribuição são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1: Vazões de distribuição (l/s)

Unidade	Vazão média	Vazão horário de ponta
Santa Felicidade (SFL)	147	153
São Braz (SBR)	148	155
Campo Comprido (CCO)	369	415
Passaúna (PAS)	465	492

Conforme a Tabela 2, a produção e transferência no horário de ponta para o sistema Passaúna –Santa Felicidade pode ser bastante reduzida, porém, como já comentado, o sistema é dinâmico e há variações que alteram o cenário de cada dia.

Tabela 2 – Vazões de transporte entre reservatórios (l/s)

Tramo	Capacidade máxima	Média	Mínima no horário de ponta
SBR - SFL	207	147	0
CCO - SBR	353	295	0
PAS - CCO	830	664	0
PAS – outras transferências	668	503	150
Captação - PAS	1866	1.632	0

O modelo hidráulico é carregado com vazões médias e perfis usuais de consumo. A operação das bombas é ajustada buscando-se sua minimização no horário de ponta. Como resultado, é apresentada na Figura 3 a variação dos níveis dos reservatórios.

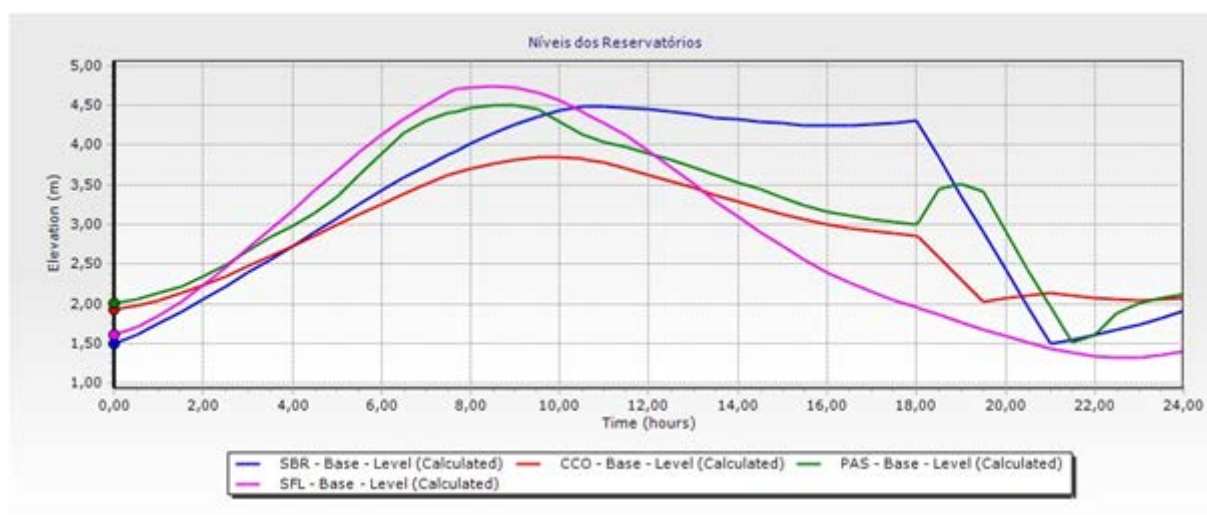


Figura 3: Variação dos níveis dos reservatórios.

A partir do modelo obtêm-se os parâmetros operacionais básicos (níveis iniciais recomendados, níveis mínimos no horário de ponta e a quantidade de bombas necessárias), que são implantados e avaliados continuamente, pois quando ocorrem alterações nos padrões são necessárias novas simulações hidráulicas. Para o exemplo do tramo Passaúna – Santa Felicidade, os parâmetros são apresentados na **Tabela 3**:

Tabela 3 – Níveis e operação no horário de ponta.

Unidade	Nível recomendado às 18h	Operação de transferência a partir da Unidade de montante	Nível às 21h
SFL	2,0 m	Manter por gravidade	1,4 m
SBR	4,3 m	0 bomba	1,5 m
CCO	2,9 m	0 bomba (18 às 19h) 1 bomba (19 a 21h)	2,1 m
PAS	3,0 m	Produção de 900 l/s (50 % da capacidade)	2,0 m

Os parâmetros básicos definidos após os estudos são convertidos em instruções operacionais (SNS(2), 2016), disponibilizados e aplicados pelas equipes responsáveis pela operação.

A avaliação contínua da eficácia dos procedimentos aplicados pela equipe operacional retorna para a equipe de suporte de engenharia para reanálise e ajustes, promovendo melhoria constante, rodando o ciclo PDCA.

Histórico de Consumo na Ponta

Com a intensificação dos trabalhos a partir de 2015, o índice de utilização na ponta, que é uma relação ponderada entre o consumo (kWh) na ponta e o consumo fora de ponta, apresentou queda de aproximadamente 65% para 43%, conforme mostra a Figura 4.

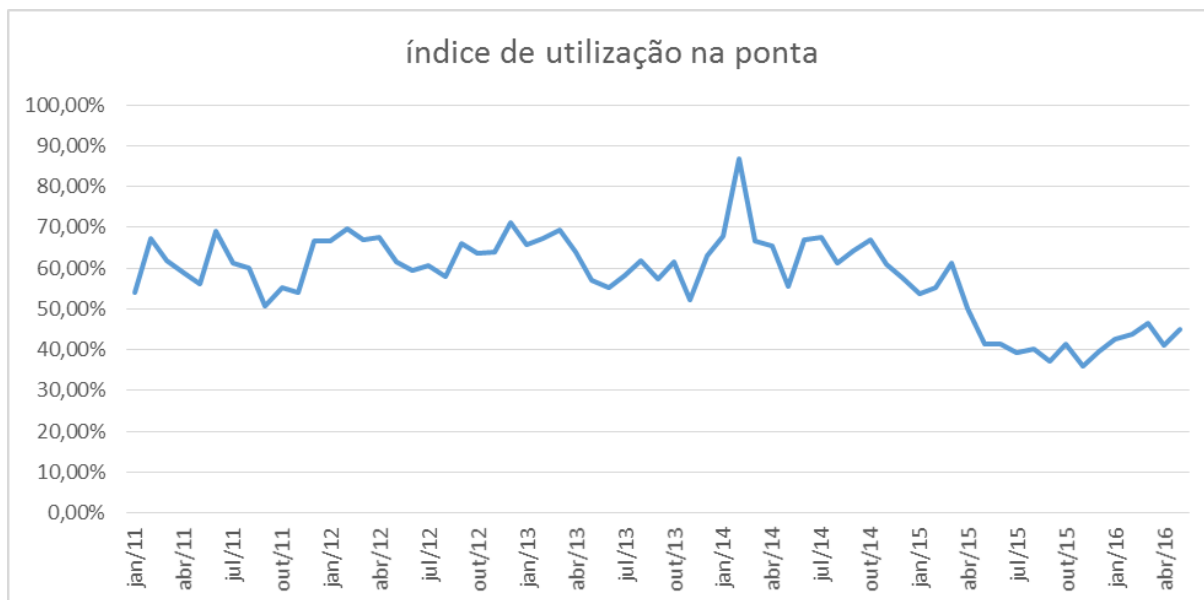


Figura 4: Índice de utilização na ponta.

Esse índice sofre variações mensais, conforme aumenta ou diminui a demanda do sistema de abastecimento, por exemplo, o mês de fevereiro de 2014 foi atípico, com temperaturas acima da média histórica e consequentemente aumento de demanda de água. Há a tendência de o índice ser maior nos meses quentes, quando o sistema trabalha mais próximo de sua capacidade efetiva.

A Figura 5 apresenta o consumo de energia no horário de ponta, evidenciando que a partir de 2015 o consumo está 44% menor no horário de ponta, considerando-se a relação entre a média no período anterior (2011 a 2014) e a média de consumo a partir de 2015. É importante enfatizar que essas reduções ocorreram ao mesmo tempo em que o sistema de abastecimento está em pleno crescimento, com 2,9 % de acréscimo de ligações médio/ano.

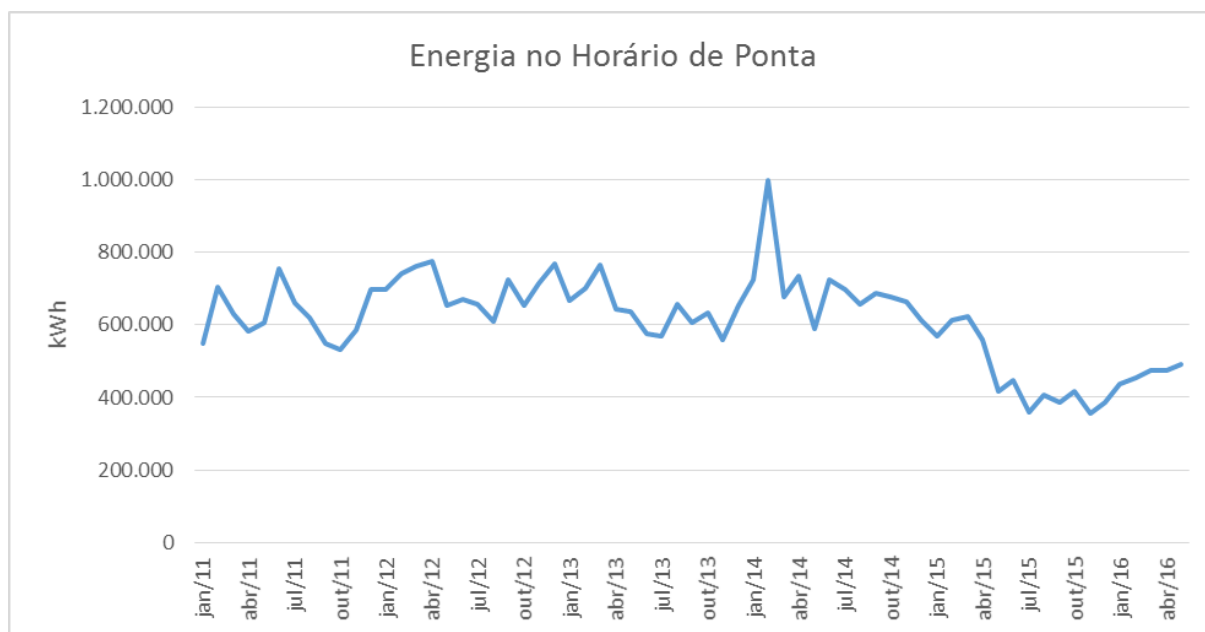


Figura 5 – Consumo de energia no horário de ponta.

Utilizando as tarifas vigentes de junho de 2015 até junho de 2016, a economia financeira realizada no SAIC foi, conforme a Tabela 4, de 131.956,60 reais por mês.

Tabela 4 – Consumo médio mensal de energia no SAIC

	De 2011 a 2014 (kWh)	A partir de 2015 (kWh)	Diferenças (kWh)	Tarifas (R\$/kWh)	Gasto (R\$)
Ponta	666.643	462.916	-203.727	1,0463	-213.159,74
Fora de Ponta	11.199.395	11.435.108	235.713	0,3445	81.203,15
Economia mensal (R\$)					131.956,60

CONCLUSÕES

A economia obtida com este trabalho acumulou até junho de 2016 o montante aproximado de 2,37 milhões de reais, é um resultado muito expressivo e fruto de grande esforço em equipe.

As orientações de operação são para situações típicas. No sistema há variações conforme características específicas de cada trecho, dia de semana, temperatura, pluviosidade, além de falhas e manutenções que ocorrem rotineiramente, as quais influenciam o sistema e devem ser consideradas pela equipe, promovendo variações a partir das orientações estabelecidas.

O avanço na gestão de controle de energia elétrica, através do monitoramento em tempo real via internet, como já foi implantado em caráter piloto nas Unidades Captação Passaúna, ETA Iraí e Centro de Reservação Jacob Macanhã, facilitará correções na operação em curto prazo.

Os resultados até agora conseguidos poderão ser melhorados a medida que forem implantadas obras previstas no plano diretor, o que corrigirá deficiências de transporte e reservação no SAIC.

Há necessidade de aprimorar a formação dos operadores e disponibilizar ferramentas de decisão de curto prazo, como por exemplo modelo matemático carregado automaticamente com dados do SSC para simulações de curto prazo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. SILVA, Katia Regina Garcia da; GOMES, Júlio. *Análise de Cenários de Bombeamento Visando a Otimização da Operação de Transporte de Água Tratada no Sistema de Abastecimento Iguaçu*. 24º Congresso da ABES: XI-022. Belo Horizonte, MG. 2007.
2. SNS(1), *Sistema Normativo da Sanepar*. IT/OPE/1804. Disponível em: <intra.sanepar.com.br>. Acesso em: 22 jun. 2016.
3. SNS(2), *Sistema Normativo da Sanepar*. IT/OPE/1782. Disponível em: <intra.sanepar.com.br>. Acesso em: 22 jun. 2016.
4. TSUTIYA, Milton Tomoyuki. *Redução do Custo de Energia Elétrica em Sistemas de Abastecimento de Água*. 1ª Edição. São Paulo: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2006. Xv - 185 p.