



XI SILUBESA

Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental

28/03 a 02/04/2004 - Natal - Rio Grande do Norte - Brasil

I-031- ALTERNATIVA PARA RECUPERAÇÃO DE RESERVATÓRIOS ELEVADOS SEM INTERRUPÇÃO DO ABASTECIMENTO DOS CONSUMIDORES.

Luiz Carlos Alves de Souza⁽¹⁾

Engenheiro Civil formado pela Universidade São Francisco. Mestre em Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP). É Engenheiro Civil do Departamento de Águas e Esgotos de Valinhos-SP.

Endereço⁽¹⁾: Rua Antonio Carlos, 251 – Centro – Valinhos - SP - CEP: 13270-000 - Brasil - Tel: (19) 38696444 –

 : luiz_carlos@daev.org.br

RESUMO

Os reservatórios elevados constituem-se em importante parte de um sistema de distribuição de água para uma comunidade. Devido à operação contínua, há ao longo do tempo, como em qualquer estrutura, necessidade de realizar manutenção e/ou recuperação estrutural, impermeabilização e pintura. Por ser construído em local de relevo elevado, de maneira geral, passa a ser uma referência para comunidade, especialmente quando apresenta uma arquitetura diferenciada com desenho particularmente atraente, em vez de simples cilindros ou caixas. A recuperação deste tipo de estrutura é de fundamental importância não apenas sob o aspecto operacional mas, também, tem como propósito resgatar e preservar obras que representam parte da história de desenvolvimento de uma cidade.

PALAVRAS-CHAVE: Recuperação de Reservatórios Elevados, Alternativa de Abastecimento de Água Sem Interrupção.

INTRODUÇÃO

Muitas estações de tratamento de água brasileiras encontram-se ou trabalhando acima de sua capacidade ou produzindo água com qualidade insatisfatória. Procurando suprir a demanda sempre crescente de água, mantendo sua qualidade, defronta-se com a escassez de recursos. A partir de tal constatação, faz-se necessário que se investiguem em laboratório novas tecnologias, que permitam estudar as inúmeras possibilidades de se obter água em quantidade mantendo a qualidade e custos baixos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Inicialmente foram instaladas três válvulas ventosas tipo "anti-slam" sendo uma junto ao reservatório, e duas outras posicionadas estrategicamente em pontos elevados da principal sub-adutora do sistema de distribuição. Em seguida, foi feito o "by-pass" no reservatório, ou seja, interligou-se a tubulação de entrada e saída, mantendo-o fechado.

Para instalação destes acessórios hidráulicos, foram utilizadas juntas tripartidas com derivação à flange. A conexão foi feita em carga utilizando-se perfurador com broca de diâmetro compatível com a tubulação existente. Tal procedimento foi de extrema importância, pois, permitiu a execução dos serviços sem interrupção do abastecimento de água.

Concluída esta etapa, foi instalado na saída do reservatório, um manômetro eletrônico com saída analógica de sinal 4 a

20 mA, proporcional à pressão atuante no sistema, que foi interligado por intermédio de cabo blindado ao indicador e retransmissor de sinal instalado na casa de bombas. A distância entre o reservatório e a casa de bombas é de 460m.

Para controle da pressão do sistema de distribuição, foi instalado um inversor de frequência comandado pelo manômetro digital, para manter a pressão praticamente constante, variando-se a rotação da bomba de recalque em função da pressão atuante no sistema de distribuição.

A Figura 1 mostra de forma esquemática a concepção dos sistemas de controle proposto.

Posteriormente, concluídas as instalações hidráulicas e elétricas, e aberto o "by-pass", foi necessário apenas uma parada no abastecimento para ajustes e parametrização do inversor de frequência.

Todavia, este procedimento foi realizado durante a madrugada quando o consumo de água era baixo, não causando, portanto, transtornos aos consumidores.

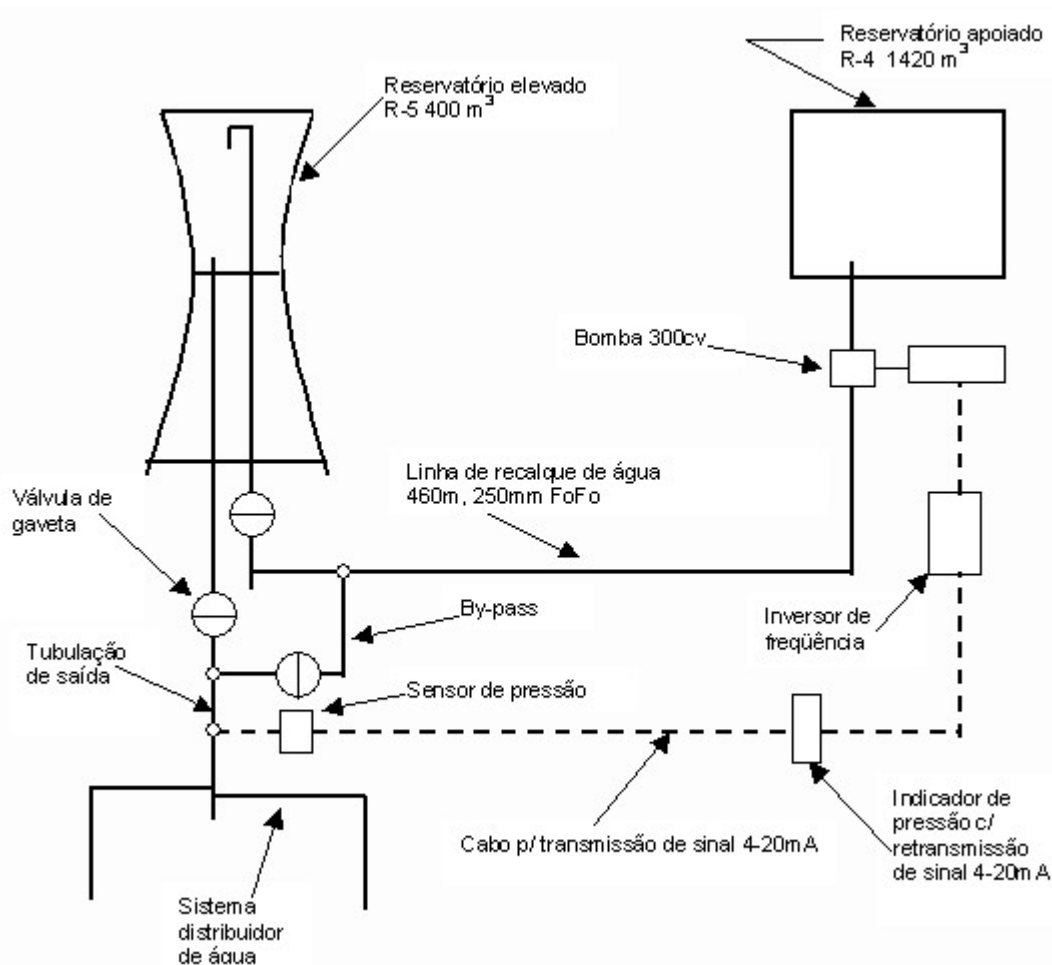


Figura – 1 Esquema simplificado do sistema de controle de recalque de água

Procedidos os testes e monitoramento local do desempenho da bomba, e medidos os principais parâmetros tais como tensão de alimentação e corrente do motor, pressão na saída da bomba, no reservatório, nos pontos mais altos e baixos do sistema e vazão de recalque (lida por macromedidor), o reservatório foi liberado para recuperação.

Para segurança da operação, foi instalado um manômetro analógico com pressostato que foi calibrado para atuar desligando o sinal do sensor de pressão quando, por qualquer anomalia na instalação, a pressão atingisse o valor máximo de 37 mca na saída do reservatório, o que corresponderia ao seu nível máximo de operação.

A Figura 2 apresenta a conceituação básica do sistema de controle aplicada no presente trabalho. Nota-se que, com o controle de vazão por intermédio da variação da rotação da bomba (pela variação da frequência de alimentação do motor), impõem-se apenas a pressão necessária para escoar a vazão de demanda, ou seja, quando a demanda é máxima, a vazão de recalque da bomba deve ser alta. Por outro lado, quando a demanda é mínima, a vazão deve ser aquela que equivale à demanda, naquele instante.

aproximadamente 1160 rpm, a pressão na saída do reservatório ficou em torno de 35 mca. A vazão mínima registrada foi 40 L/s.

O controle de nível do reservatório, que antes era feito manualmente pelos operadores da ETA, passou a ser totalmente automático. Desta forma, eventuais extravasamentos deixaram de ocorrer, pois, o controle de nível do reservatório dependia inteiramente da atenção do operador, que mantinha o reservatório com nível próximo ao máximo, controlando a vazão de recalque da bomba por intermédio de um registro acionado por atuador elétrico, que restringia a passagem da água (aumentando a perda de carga). Como a rotação da bomba era fixa (desconsiderando-se o escorregamento do motor), quando se restringia a abertura do registro para redução da vazão, conseqüentemente, havia aumento da pressão na saída da bomba.

Além da praticidade no controle, houve a liberação do operador para realização de outras tarefas durante a madrugada, eliminação do risco de extravasamento por falha humana, e ainda, redução no consumo de energia elétrica necessária ao acionamento da bomba de recalque.

A Figura 3 e a Tabela 1 mostram a comparação de consumo de energia elétrica da estação de tratamento de água onde está instalado o sistema de bombeamento. Os períodos comparados referem-se aos anos de 1998 e 1999. O controle foi instalado em abril de 1999.

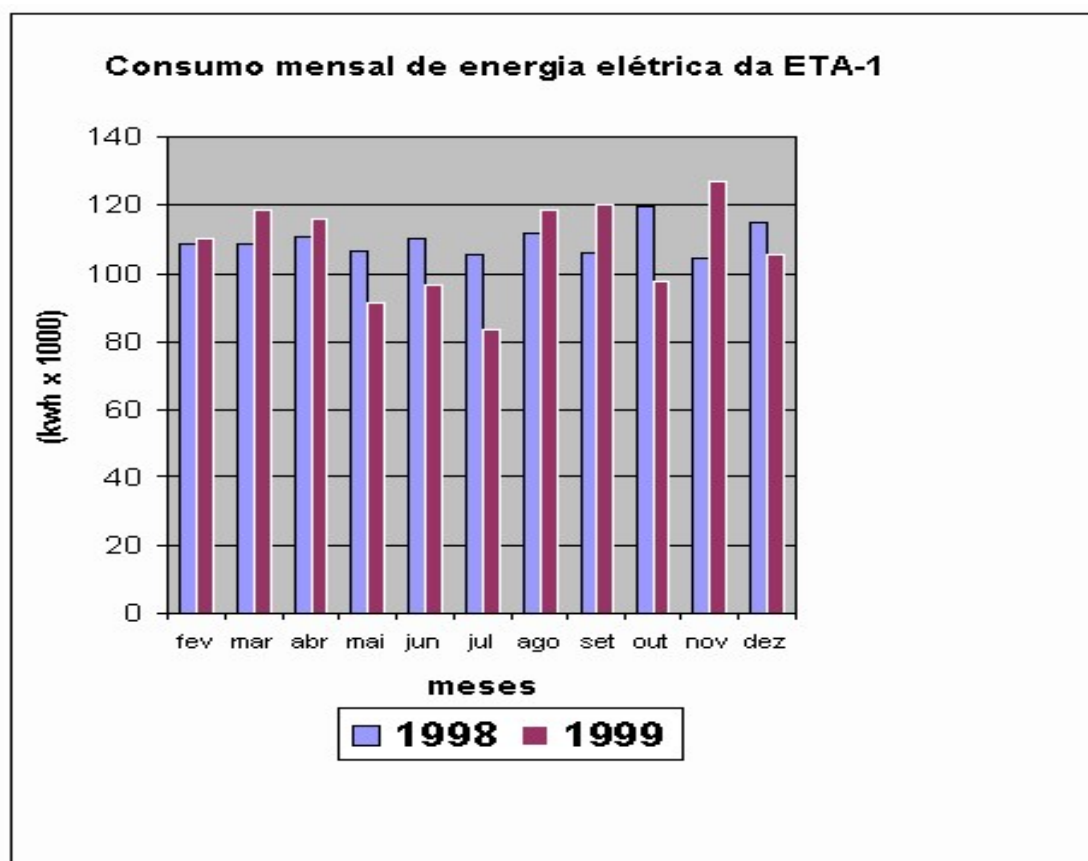


Figura – 3 Comparação do consumo de energia elétrica da ETA

A redução no consumo de energia elétrica pode ser notada nos meses subseqüentes tais como maio, junho e julho, nos quais houve maior utilização do controle, pois são meses geralmente com temperaturas mais baixas do ano, com conseqüente redução do consumo de água. Os dados sugerem que quanto maior for o tempo de utilização do sistema, maior será a redução do consumo de energia elétrica, admitindo-se que seja utilizada a mesma bomba.

Tabela 1 – Comparação dos consumos de energia elétrica ETA-1

MÊS	CONSUMO DE ENERGIA	CONSUMO DE ENERGIA
	1998 (kwh x1000)	1999 (kwh x1000)
Fevereiro	108,7	110,3
Março	108,8	118,5
Abril *	111,0	116,2
Maio	106,5	91,5
Junho	110,0	96,5
Julho	105,4	83,4
Agosto	111,7	118,4
Setembro	106,3	120,0
Outubro	119,5	97,7
Novembro	104,5	127,7
Dezembro	114,8	105,5

*início da operação com sistema automático

A Figura 4 mostra o perfil da demanda de água antes e depois da setorização a qual foi feita com vistas a adequar a vazão aduzida pela bomba de recalque à demanda, principalmente nos horários de alto consumo. Verifica-se que, após a setorização, houve, evidentemente, redução da vazão de demanda, sendo a mesma inferior à vazão de adução da bomba de recalque. Como resultado, a pressão na saída do reservatório, ou seja, no "by-pass", passou a ser mais estável, como demonstra a Figura 5. Foi possível, ainda, reduzir em 7mca a pressão atuante no sistema distribuidor o que contribuiu para economia adicional no consumo de energia elétrica e reduzir as perdas físicas. A queda nas pressões às 5:00hs e às 22:00hs deveu-se ao revezamento que é feito no acionamento das bombas, pois a bomba de maior capacidade era operada durante o período entre 5:00hs e 22:00hs, enquanto que a bomba de menor capacidade era operada durante o período entre 22:00 e 5:00hs.

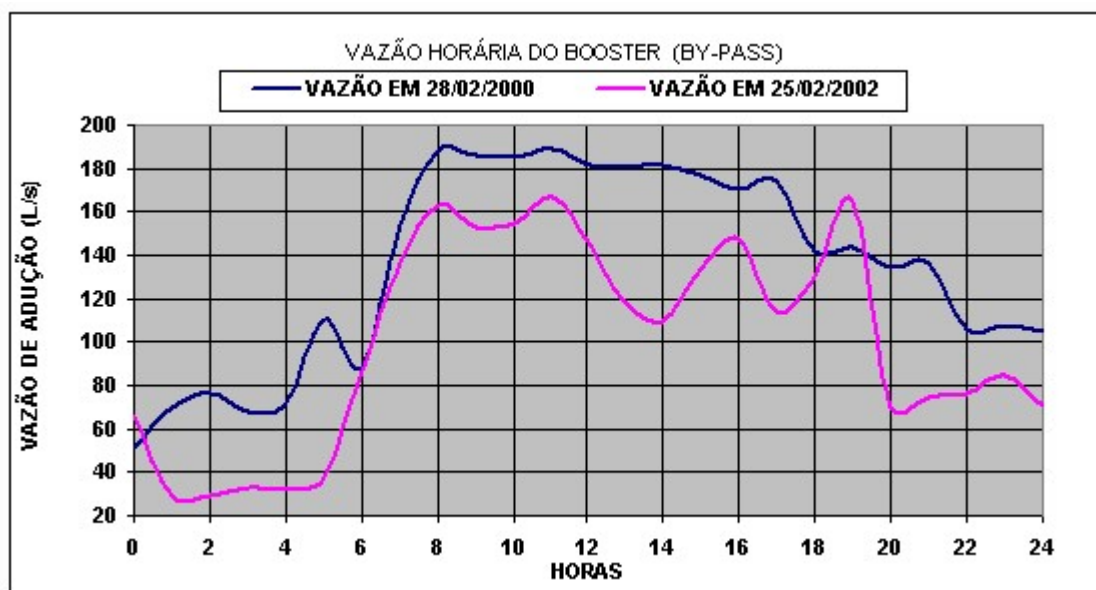


Figura – 4 Vazão aduzida pelo "By-pass" antes (28/02/2000) e depois (25/02/2002) da setorização da rede distribuidora de água.

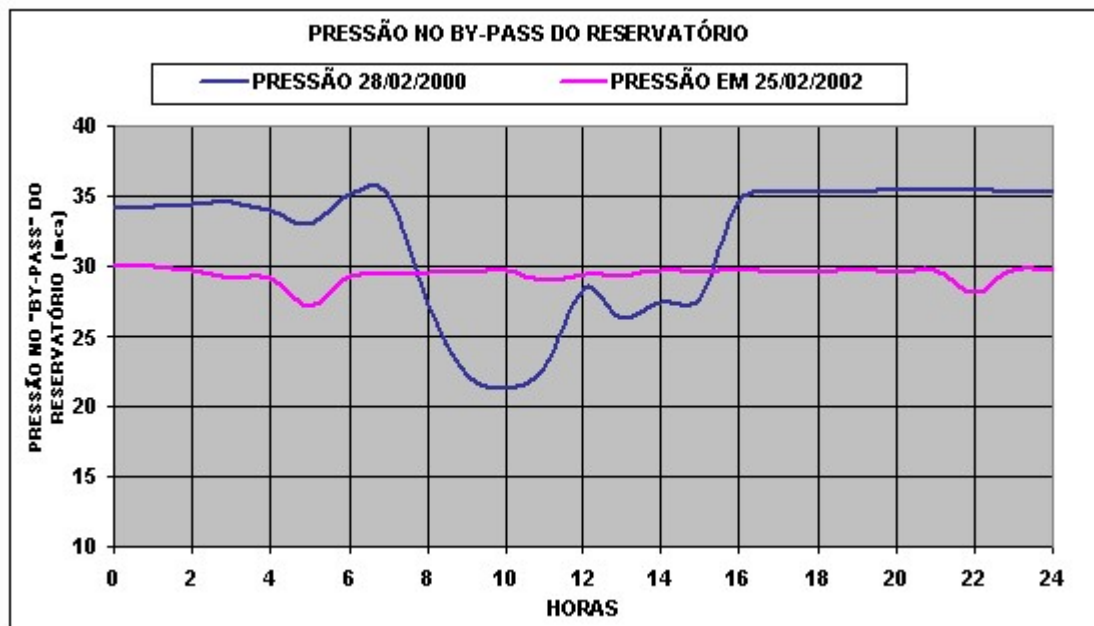


Figura – 5 Pressão no "By-pass" antes (28/02/2000) e depois (25/02/2002) da setorização da rede distribuidora de água.

O sistema automático de recalque de água operou muito bem durante a execução da recuperação do reservatório. Aos operadores cabia apenas a tarefa de revezar as bombas e anotar a cada intervalo de 1 hora a vazão e a pressão no sistema distribuidor.

A Figuras 5 – a e 5 – b apresentadas a seguir mostram as condições em que o reservatório se encontrava antes do início da recuperação do mesmo. Havia vazamentos e em pontos a armadura estava exposta e corroída.



Figura 5 - a

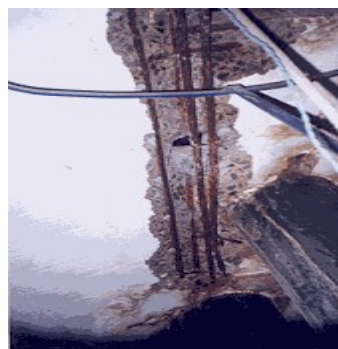


Figura 5 - b

Para evitar a formação de vácuo durante eventual parada no bombeamento por falta de energia elétrica junto ao "by-pass" foi instalada uma válvula ventosa tipo "anti-slam" mostrada na Figura 6 – a. Para medição e monitoramento da pressão, foi instalado o sensor com transmissão de sinal analógico 4-20mA no "by-pass" mostrado na Figura 6 – b.



Figura 6 – a



Figura 6 – b

O indicador de pressão foi instalado na casa de bombas (Figura 7 – a) o qual recebia o sinal por intermédio de cabo e o retransmitia para o inversor de frequência mostrado na Figura 7 – b. As bombas de recalque de água utilizadas são mostradas na Figura 7 – c.



Figura 7 – a



Figura 7 – b



Figura 7 – c

Para recuperar o reservatório foram necessários aproximadamente 5 meses, período no qual o sistema de controle do bombeamento operou recalando a água diretamente para a rede de distribuição.

As Figuras 8 – a (início dos trabalhos de recuperação estrutural e impermeabilização) e 8 – b (fase de pintura) apresentadas a seguir mostram duas fases do trabalho de recuperação do reservatório.



Figura 8 – a



Figura 8 – b

O trabalho de recuperação estrutural e de impermeabilização foi concluído no final de 1999 e o reservatório foi liberado para operação em 1 de janeiro de 2000. As figuras 9 – a (vista interna) e a 9 – b (vista externa) são apresentadas a seguir.



Figura 8 – a



Figura 8 – b

CONCLUSÕES

O sistema alternativo proposto para permitir a recuperação do reservatório elevado R – 5 mostrou ser confiável e facilitou sobremaneira o controle operacional da distribuição de água. Uma vez ajustado, a única tarefa atribuída aos operadores era revezar os equipamentos, manobra feita durante horários previamente estabelecidos em função da demanda de água.

Como benefício marginal, houve, conforme demonstrado, economia de energia elétrica necessária ao acionamento das bombas de recalque.

A instalação automática ainda evitou extravasamento da água, fato que eventualmente ocorria principalmente durante as madrugadas.

Após a entrada em operação do reservatório já recuperado, todo o sistema implantado para controle da distribuição de água pôde ser utilizado, agora como controlador de nível do reservatório, possibilitando a completa automação desta operação.

O sistema sugerido demonstrou ser alternativa possível para os serviços de água quando necessitarem realizar a recuperação de reservatórios elevados, sem interrupção do abastecimento de água dos consumidores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS :

1. AMIGO, M. R., Otimização do consumo de energia elétrica aplicada ao controle de vazão de bombas centrifugas radiais, Trabalho destinado à participação no " III CONCURSO WEG DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA" F.E.I. Faculdade Engenharia Industrial, 2000, 23 paginas.
2. PORTO, R. M., Hidráulica Básica, São Carlos, EESC/USP, 1998, 540 paginas.
3. NETTO, J. M. A., Manual de Hidráulica, 8ª-edição, Editora Edgard Blucher Ltda., 1998, 669 paginas.
4. WALSKI, T. M., CHASE, D. V., SAVIC, D., Water Distribution Modeling, HaestadPress, 2001, 441 páginas.
5. Fluid Control System – Optimization by Converters - Elettronica SANTERNO, 2001.
6. WOOD, D.J.; REDDY, L. S., Using Variable Speed Pumps to Reduce Leakage and Improve Performance. Kluwer Academic Publishers, The Netherlands, 1995, p. 135 – 163.