



You are free: to copy, distribute and transmit the work; to adapt the work.
You must attribute the work in the manner specified by the author or licensor

CONTROLE DE PERDAS EM SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA: O CASO DO MUNICÍPIO DE POÇOS DE CALDAS (MG)¹.

Flávia Gonçalves Rocha de Oliveira²; Fábio Augusto Gomes Vieira Reis³;

Lucília do Carmo Giordano⁴; Gerson Araujo de Medeiros⁵

RESUMO

O abastecimento de água da cidade de Poços de Caldas foi estruturado em uma série de reservatórios e estações elevatórias, o que tornou o sistema mais suscetível às perdas. Após a construção do Sistema Produtor Cipó – ETA V (Estação de tratamento de água V), os problemas com falta de água foram resolvidos, entretanto as perdas no sistema aumentaram consideravelmente, evidenciando a necessidade de um modo de supervisão mais abrangente. Nesse contexto, o DMAE (Departamento Municipal de Água e Esgoto) resolveu implantar uma Central de Controle e Operações (CCO). Para tanto, foram instalados macromedidores em diversos pontos da rede e por telemetria todos os valores lidos por estes equipamentos chegam à CCO e por comparação com a micromedição obtêm-se índices de perdas que determinam quais os setores devem ser reestruturados para que as perdas sejam minimizadas. O presente estudo tem com o objetivo apresentar a descrição do sistema instalado, como também os resultados obtidos no primeiro ano de sua operação. Com a implantação do CCO pode-se obter uma redução do índice de perdas em 2,68%.

Palavras-chave: controle de perdas, distribuição de água, macromedição.

CONTROL OF LOSSES IN WATER DISTRIBUTION SYSTEM: THE CASE OF THE MUNICIPALITY OF THE POÇOS DE CALDAS (MG).

ABSTRACT

In order for the water distribution system at county of Poços de Caldas to become efficient, it was necessary an installation of many reservoirs and water pump stations, turning the system more susceptible to losses. After the construction of the Produtor Cipó System – ETA V (Station of Water Treatment V), the problems with the lack of water were solved; however the losses in the system increased evidencing the need of a broader supervision system. Due the circumstances, DMAE (Municipal Department of Water and Sewer) decided to implement a Headquarters of Control and Operations (HCO). Macro meters were installed in several points of the net, and consequently, through telemetry, all the readings arrive at the HCO and by comparison with the micro readings, loss indexes are obtained determining which sections should be worked on so that the losses are minimized. In the first year after the installation of the HCO, the losses indexes were reduced in 2.68%.

Keywords: control of losses, water distribution and macro meter.

Trabalho recebido em 10/02/2009 e aceito para publicação em 14/03/2009.

¹ Parte da Monografia de Especialização do primeiro autor defendida junto ao Centro Universitário da Fundação de Ensino Octávio Bastos (UNIFEOB);

² Engenheira do DMAE (Departamento Municipal de Água e Esgoto);

³ Geólogo, Doutor, Prof. Unifeob/Unimep/Unisal/Unesp – Diretor da Ecogeologia Consultoria Ambiental, Rua 8-B, n. 842, Vila Indaiá, Rio Claro – SP, CEP 13506-743. e-mail: fabio@ecogeologia.com.br;

⁴ Ecóloga, Doutora, Docente da Faculdade Municipal Professor Franco Montoro (FMPFM), Diretora da Ecogeologia Consultoria Ambiental, Rua 8-B, n. 842, Vila Indaiá, Rio Claro – SP, CEP 13506-743 e-mail: lcg@ecogeologia.com.br;

⁵ Doutor; Faculdade de Tecnologia de Indaiatuba (FATEC-ID), Rua Dom Pedro I, n. 65, Bairro Cidade Nova, Indaiatuba – SP, CEP 13334-100. e-mail: gerson@fatecindaiatuba.edu.br.

1. INTRODUÇÃO

A escassez da água tem levado a uma série de mudanças em todos os setores da sociedade envolvidos priorizando-se, cada vez mais, um aumento na eficiência de seu uso. Nesse aspecto, inclui-se o setor de abastecimento de água, o qual apresenta uma série de perdas desde o tratamento até o consumidor final. Tais perdas podem ser classificadas como reais, ou físicas, e aparentes, ou não físicas (PNCDA, 1999).

As perdas reais consideram as águas que não chegam ao consumidor em função de vazamentos nos ramais prediais e no sistema público de abastecimento. Já as perdas aparentes relacionam-se a erros de medição nos hidrômetros, fraudes, ligações clandestinas e falhas no sistema de cadastramento das companhias fornecedoras. Nesses casos a água é consumida, mas não é medida, acarretando em perdas de faturamento (PNCDA, 1999).

No Brasil, o índice médio de perdas de água atingiu 39,8% em 2006, segundo dados compilados e divulgados pelo Programa de Modernização do Setor de Saneamento (PMSS, 2007). Essas perdas são variáveis entre as diferentes regiões brasileiras, destacando-se negativamente a região Norte, com perdas na ordem de 58,1%, e a região Sul, a qual apresenta o menor índice de perdas de 29,7% (PMSS, 2007).

Os estados brasileiros que apresentam as maiores perdas no sistema de abastecimento de água são o Acre e o Amapá, as quais são superiores a 70%, enquanto nos estados do Rio Grande do Norte e do Paraná, além do Distrito Federal, se observam as maiores eficiências de distribuição, as quais são refletidas por índices de perdas inferiores a 30%. No estado de Minas Gerais tais índices se situam na faixa de 30 a 40% (PMSS, 2007). Esse quadro de baixa eficiência deve-se, entre outros fatores, a pouca preocupação, por parte das Empresas de Saneamento Básico, de conhecer e controlar o nível de perdas existentes nos sistemas de abastecimento de água.

Em decorrência, quando ocorriam crises de abastecimento, procuravam ampliar a oferta de água para sanar a situação. Este procedimento conduziu, invariavelmente, a soluções que não representavam a melhor alternativa sob o ponto de vista custo-benefício; pois se ignorava o aspecto econômico, e as decisões se baseavam apenas nos aspectos técnicos da questão (COELHO, 1983).

O controle de perdas converteu-se em tema da atualidade e exige que sejam levados em conta três aspectos básicos: técnicos, econômicos e o de desenvolvimento de recursos humanos.

Está comprovado também que a melhor forma de racionalizar o consumo é a medição, que permite um equilíbrio entre a oferta e a demanda.

Acompanhando essa tendência, o mercado de telemetria vem crescendo gradativamente devido à mobilidade de banda larga oferecida por empresas de telecomunicações.

Muitas empresas estão investindo em sistemas de controle remoto em algum ponto do seu processo produtivo, isto ocorre devido à distância existente entre os seus diferentes setores ou mesmo pela praticidade dos sistemas existentes atualmente no mercado.

O uso da automação em sistemas de controle, em vários estágios da distribuição de água, permite uma redução de custos de operação e das perdas, além de possibilitar o acompanhamento real e instantâneo (NASCIMENTO; HELLER, 2005). Todavia, para que se obtenha efetivo sucesso no enfrentamento das perdas, é necessário o comprometimento de todos os órgãos que compõem uma companhia de saneamento básico nas ações a serem desenvolvidas.

Esse enfrentamento terá reflexos não somente internos, mas também será extrapolado para fora da empresa, pela exigência do mercado de produtos de qualidade técnica cada vez mais apurada.

Na prática estas atividades promovem uma melhoria de qualidade dos produtos componentes de um sistema de abastecimento de água.

O município de Poços de Caldas, no estado de Minas Gerais, apresenta uma topografia muito problemática do ponto de vista de abastecimento de água, o que levou à necessidade da construção de vários reservatórios, à época da implantação da Central de Controle e Operações (CCO). Eram 44 reservatórios e 24 estações elevatórias de água, para atender a demanda do município.

A falta de água era freqüente pela ausência de um novo sistema produtor e também pela própria dificuldade de se supervisionar o sistema existente. Os manobristas eram divididos em três turnos, para que todas as elevatórias fossem percorridas, para ligar e desligar as bombas e verificar o nível dos reservatórios, os quais muitas vezes extravasavam por horas devido à distância.

Com a construção do Sistema Produtor Cipó (ETA V – Estação de Tratamento de Água 5), tal problema da falta de água foi solucionado, mas agravou-se a dificuldade de supervisão do sistema. Com a injeção de mais pressão na rede, muitas tubulações romperam e apenas os vazamentos visíveis eram consertados.

Nessa época, verificou-se que o volume de água tratada era muito superior ao consumo estimado pelo número de ligações de água surgindo, conseqüentemente, a necessidade de se implantar um sistema capaz de supervisionar os processos de produção e distribuição de água, para se controlar e reduzir as perdas do sistema de abastecimento de água de Poços de Caldas.

Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo descrever a implantação da Central de Controle e Operações do Departamento Municipal de Água e Esgoto (DMAE) do município de Poços de Caldas e analisar os resultados alcançados no primeiro ano de operação.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Localização

Poços de Caldas localiza-se no estado de Minas Gerais nas coordenadas geográficas 21° 50' 55" S e 46° 39' 56" W. Sua população estimada é de 150.095 habitantes, segundo IBGE (2009), correspondendo a uma densidade demográfica de 272,52 hab km⁻², sendo o município mais populoso do sul desse estado.

2.2. Levantamento Bibliográfico

Realizou-se uma consulta aos Editais de Tomada de Preços que têm como

objetos a Contratação de Serviços para a Implantação de Macromedição no sistema de abastecimento de água do município de Poços de Caldas e Instalação da Central de Controle e Operações do DMAE (Departamento Municipal de Água e Esgoto).

Descreveram-se os tipos de medidores de vazão que foram instalados. Nesse aspecto, foram adotados os medidores velocimétricos, os magnéticos e os ultrasônicos. Nesta fase foram descritas as suas principais características e a justificativa da escolha de cada um para determinado local. Além disso, detalhou-se o processo de medição de vazão em condutos forçados, o qual utiliza o método do Tubo Pitot (AZEVEDO NETO et al., 1998). Essa medição é feita para levantamento da curva de velocidade ou Traverse do ponto escolhido para a futura instalação do macromedidor. Se a curva não estiver adequada, tal ponto não será o melhor local para a instalação do macromedidor, pois seu funcionamento estará comprometido.

2.3. Coleta de Dados

Realizou-se uma entrevista com o Supervisor do setor responsável pela implantação da Macromedição, visando o conhecimento das causas que levaram o DMAE a adotar tais medidas. Essa

entrevista foi informal, sem a utilização de questionários. A partir desse levantamento, foi descrito como se realizou a setorização da cidade, a qual definiu as diferentes zonas de pressão e abastecimento. Estabelecidas essas áreas, o controle de perdas se torna mais eficiente já que é possível isolar as regiões mais críticas.

A setorização foi realizada concomitantemente à instalação dos macromedidores. Nessa etapa do trabalho descreve-se a instalação da Central de Controle e Operações cujo objetivo era a telemetria, telecomando e supervisão das Estações de Tratamento de Água (ETAs) e dos reservatórios, para um efetivo controle da produção e distribuição de água, evitando-se desabastecimento, perdas físicas, quebras de redes, contaminações, etc. Descreve-se, ainda, os métodos utilizados para a detecção de vazamentos e outras perdas no sistema de distribuição de água.

2.4. Análise dos resultados

A análise foi feita de forma qualitativa e quantitativa, comparando dados obtidos antes e após a instalação da Central de Controle e Operações.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Descrevem-se, a seguir, todas as etapas de implantação da Central de

Operação e Controle do sistema de abastecimento de água do município de Poços de Caldas, assim como os levantamentos necessários para a quantificação do índice de perdas antes e após a implantação da COC.

3.1. Implantação da Macromedição

O sistema proposto permite a supervisão, em tempo real, dos fluxos de água por meio da instalação de 43 medidores de vazão, sendo previstos inicialmente: 5 medidores ultrasônicos, 14 eletromagnéticos e 24 velocimétricos (DMAE, 1998).

Os medidores ultrasônicos, devido à sua precisão, foram adotados para as medições de vazão nas calhas Parshall das ETAs.

Nas saídas dos reservatórios, onde a amplitude da variação de vazão é relativamente bem mais elevada, empregaram-se medidores velocimétricos. Em contrapartida, os medidores eletromagnéticos, embora sejam mais precisos, possuem uma faixa de medição menor e, por esse motivo, foram instalados nas tubulações de recalque, nas quais as variações de vazões são bem mais reduzidas.

Todos os fluxímetros ultrasônicos e eletromagnéticos e, inicialmente, dezesseis medidores velocimétricos, tiveram seus

sinais enviados a um controlador lógico programável (CLP), através de um conversor acoplado no próprio sensor. Os CLPs estavam a uma distância média de 30 metros dos conversores.

Os demais medidores velocimétricos têm a indicação de vazão instantânea e totalizada no próprio sensor (medição local) e dispõem de saídas de sinal analógico e digital visando num futuro próximo sua interligação a um CLP, para fins de automação. Estes medidores foram instalados em locais ermos e desprovidos, à época, de energia elétrica e, por isso, definidos como locais distantes de unidades operacionais.

Os medidores ultrasônicos foram instalados nas calhas Parshall das estações de tratamento de água (ETAs) e os eletromagnéticos anexos às estações elevatórias de água tratada (EEATs), locais denominados como unidades operacionais do DMAE.

Nas unidades operacionais do DMAE há um sistema local de indicação (SLI), composto por uma fonte de alimentação e um CLP, os quais permitem a ligação de diversos sensores diferentes armazenando todos os valores por eles enviados, por um longo período de tempo. Todo o sistema está protegido contra descargas atmosféricas e elevações de tensão.

Para a instalação dos macromedidores, após a tubulação ser localizada pelo DMAE, a contratada levantou a curva de velocidade ou Traverse do ponto de medição escolhido, visando o perfeito funcionamento do medidor a ser instalado. O medidor deveria ser instalado somente nos pontos onde essa curva se apresentasse normal.

Para a obtenção dessas curvas de velocidade utilizou-se o tubo Pitot, instrumento usado na medição de vazão em condutos forçados (AZEVEDO NETO et al., 1998).

3.2. Setorização

Em função do relevo bastante irregular do município, foi necessária a construção de diversos reservatórios para que a cidade fosse abastecida adequadamente. Tal medida gerou muitos setores de abastecimento ou zonas de pressão.

Com a implantação dos macromedidores nas adutoras e recalques, era imprescindível que a área de abastecimento de cada reservatório também fosse bem definida, para que fosse obtido um índice de perdas confiável por meio da comparação entre a macromedição e a micromedição.

Dessa forma, criou-se uma equipe de controle de perdas que deveria fazer um

diagnóstico da situação atual de abastecimento. Para definir a área de alguns reservatórios, muitas vezes foi necessário o fechamento das saídas dos mesmos e a observação de quais casas ficava sem água.

Outra medida menos drástica, adotada pela equipe, foi a de utilizar manômetros para a medição da pressão da água nos padrões residenciais. Nesse sentido a topografia contribuía bastante, já que a diferença de pressão entre duas casas era muito elevada e, de posse das cotas de nível de cada reservatório, foi possível definir qual abastecia cada residência.

Para se ter uma idéia do quanto a topografia interfere na setorização, uma mesma rua apresentou cinco setores de abastecimento diferentes.

A partir das informações trazidas pela equipe de controle de perdas, gerou-se um banco de dados, em conjunto com o setor comercial, o qual atribuía a cada residência um código de setorização. Tal procedimento permitiu definir o índice de perdas em cada setor e, assim, saber os locais nos quais era necessário se reduzirem as perdas.

3.3. Implantação da Central de Controle e Operações.

O sistema implantado permite a supervisão em tempo real das principais

variáveis envolvidas no processo de produção e distribuição de água, podendo ser subdividido em quatro etapas, apresentadas a seguir.

3.3.1. Instrumentação de campo

Formada por equipamentos de medição de grandezas físicas, a instrumentação de campo realiza o trabalho de converter os valores analógicos medidos para sinais eletrônicos que podem ser lidos por equipamentos microprocessados.

Para atender as necessidades de supervisão, à época, as grandezas ou variáveis medidas foram do tipo vazão, nível, corrente, térmico, falta de fase, condição das bóias, temperatura, acionamento remoto e estado (ligado/desligado) de conjuntos moto-bomba. Os sensores de corrente, térmico, falta de fase, condição das bóias, temperatura, estado das bombas e acionamento das mesmas foram acondicionados em um painel de interface, entre os painéis de IHM e do CLP nas EATs (elevatórias de água tratada) e/ou ETAs, enquanto que nos reservatórios isolados os sensores de nível e vazão estão diretamente ligados ao painel do CLP.

Encontram-se disponíveis, no painel de interface, instrumentos que possibilitem a atuação do sistema de supervisão, de forma manual ou automática, sobre os

grupos moto-bomba para comandar a sua partida ou parada.

3.3.2. Estação Remota de Telemetria (ERT)

A ERT funciona como uma ponte entre a instrumentação de campo e a central de supervisão e controle (CSC), recebendo os sinais eletrônicos dos sensores de campo e convertendo-os em um valor a ser enviado para a Central. Além disso, é capaz de realizar cálculos e lógicas sobre os valores recebidos e atuar sobre o processo localmente, de forma automática ou manual (telecomandada) (DMAE, 1998).

A ERT é formada, basicamente, por um CLP, um sistema de alimentação ininterrupta, uma fonte de alimentação para todos os equipamentos (inclusive a instrumentação de campo) e sistemas de proteção contra descargas atmosféricas e surtos de tensão, tudo acondicionado em um painel metálico, denominado painel do CLP. Tais painéis estão instalados nas EATs, ETAs ou em abrigos de alvenaria, quando localizados em reservatórios.

O painel do CLP está ligado aos diversos sensores, devendo armazenar todos os valores enviados, por um longo período de tempo, para transmitir à CSC quando esta necessitar e tão logo seja reconfigurada sua lógica. Além disso,

algumas ERTs têm, no painel do CLP, uma IHM local permitindo a visualização dos valores armazenados em sua memória, facilitando a operação da unidade e a manutenção dos equipamentos.

3.3.3. Central de Supervisão e Controle (CSC)

Centro operacional de toda a rede de controle, a CSC recebe as informações armazenadas nas ERTs e as disponibiliza para a realização de cálculos e lógicas, determinação de alarmes, visualização em telas, sinalização em painéis, geração de históricos e tendências. Além disso, a CSC também permite que o operador atue sobre o processo através do envio de telecomandos. Todas essas funções são realizadas automaticamente, a partir de configuração previamente feita, podendo ser alterada a qualquer instante por pessoal habilitado do DMAE.

A CSC, formada por dois microcomputadores interligados em rede, interroga ciclicamente as ERTs a fim de ler os valores nelas armazenados em um processo denominado varredura contínua. Uma vez lidos, esses valores são armazenados em uma base de dados interna, permitindo a sua manipulação e a criação de novas informações, por meio de funções matemáticas e booleanas.

Outros recursos oferecidos são a detecção de alarmes devido a ultrapassagem de limites previamente configurados ou do ligamento / desligamento de algum equipamento; a colocação de valores manuais para pontos de processo que estejam em manutenção; a impressão de todas as ocorrências no sistema; a visualização de qualquer valor na forma numérica ou gráfica, por meio de barras, objetos que se movimentam ou mudam de tamanho, de cor etc.

Também é possível o armazenamento desses valores em instantes de tempo configuráveis para a realização de gráficos históricos e a exportação desses valores para uso em utilitários como Excel e Access e a geração e impressão de relatórios.

Localizada no DMAE, a CSC engloba, além dos microcomputadores e impressoras, todo o software e supervisor necessários à realização das funções descritas acima.

3.3.4. Sistema de Comunicação

O sistema de comunicação provém os mecanismos necessários à interligação para a troca de mensagens entre as ERTs e a CSC, sendo, nesse caso, composto de unidades de derivação de linha (UDDs) e modems, utilizando linhas privadas de comunicação de dados (LPCDs) fornecidas

pela concessionária telefônica local (DMAE, 1998).

Atualmente, a transmissão de dados é feita via rádio, essa mudança trouxe uma economia de R\$ 7.800,00 mensais ao DMAE, os quais eram gastos com os aluguéis das linhas privadas. Para a instalação de uma nova remota foram gastos R\$ 5.000,00 com equipamentos de transmissão de dados, hoje são gastos R\$ 1.300,00.

Foram instaladas inicialmente 22 remotas e, atualmente, o sistema conta com 26 remotas.

3.4. Detecção de vazamentos e demais perdas

Procedeu-se a troca de 20 mil hidrômetros, instalados a mais de 15 anos, para se reduzir as perdas não físicas ocasionadas, principalmente, por erro na micromedição. Para esse fim o DMAE adquiriu uma bancada semi-automática para aferição dos hidrômetros.

Foram trocadas as redes mais antigas de ferro e fibroamianto para se reduzir as perdas físicas na rede de distribuição de água. Tais redes eram as grandes responsáveis por vazamentos não visíveis, contribuindo consideravelmente para o alto índice de perdas no sistema.

Além dessas trocas, foi criada uma equipe responsável por localizar

vazamentos por meio de geofones, correlacionador de ruídos e de outras técnicas, como a de fechar registros de um determinado setor. Em geral esse serviço era feito de madrugada, quando a pressão na rede é estática, se a rede perdesse carga era uma indicação de possíveis vazamentos naquela região.

Os geofones, que podem ser mecânicos ou eletrônicos, são equipamentos que possuem sensores que, em contato com o solo, detectam quaisquer ruídos. O som de um vazamento é bastante característico e, portanto, de fácil identificação. Normalmente, é utilizado quando o tráfego nas ruas é pouco intenso, isto é, de 22 h às 6 h do dia seguinte.

A pesquisa de vazamentos iniciou-se a partir do conhecimento da localização da rede. Em seguida, percorreu-se toda a sua extensão, auscultando-a em trechos bem definidos.

O correlacionador de ruído é um equipamento que, como o próprio nome diz, correlaciona ruídos compreendidos no intervalo de rede onde foram instalados os sensores nos padrões de água. Informando o diâmetro da rede, o tipo de material da tubulação e a distância entre um sensor e outro, o correlacionador indica o local exato do vazamento.

Quando a Central de Controle e Operações iniciou o seu funcionamento,

foi possível avaliar e corrigir algumas situações freqüentes, geradoras de perdas no sistema.

Os extravazamentos de reservatórios deixaram de existir e o nível dos mesmos pode ser acompanhado mais frequentemente, operando-os de maneira correta.

Nos períodos de maior consumo e antes dos horários de pico, quando as bombas devem ser desligadas, os reservatórios são mantidos cheios para atender a essa demanda.

Em períodos de consumo normal e baixo, o nível de água oscila bastante, já que as bombas somente são ligadas quando se atinge um limite mínimo pré-determinado. Esse comportamento reflete diretamente no tratamento de água, pois a ETA I, a segunda maior estação do DMAE, responsável por grande parte do abastecimento do centro e zona leste, tratava 210 L s^{-1} , 24 horas por dia.

Com o CCO acompanhando o nível dos reservatórios, durante a noite, quando o consumo é menor, a estação chegou a tratar 120 L s^{-1} . Dessa forma, pode-se evitar o desperdício do recursos hídrico, já que muitas vezes era preciso abrir a descarga de água bruta por não se ter capacidade para reservar o volume que seria tratado.

Os rompimentos de adutora também ficaram mais perceptíveis, por meio da queda brusca dos reservatórios e pela diminuição da pressão na rede, mesmo quando em tubulações de diâmetros menores, como nas redes secundárias, os quais variam de 60 mm a 100 mm. Tal fato foi observado através do declive acentuado dos gráficos, pois, mesmo aumentando a vazão de distribuição o nível do reservatório não estabiliza e não aumenta.

Antes da automação, este fato só era conhecido se alguém observasse o vazamento e informasse ao plantão.

Dessa forma, podem-se solucionar os problemas com maior agilidade, minimizando os custos com energia elétrica (captação e distribuição), produtos químicos, perdas com água tratada, além de evitar a falta de pressão ou de água em determinados locais.

Com base em dados obtidos junto ao setor comercial (Tabela 1), no ano anterior à implantação da CCO, observa-se que a

perda era de 44,58%. No ano seguinte, este índice já havia reduzido para 41,90%. Esse índice é inferior aquele registrado em outras cidades brasileiras, como Campo Grande, no Mato Grosso do Sul (SOARES et al., 2004), todavia é superior a média nacional e mesmo a faixa esperada para o estado de Minas Gerais, a qual varia de 30 a 40% (PMSS, 2007).

O custo total para a implantação do sistema foi de aproximadamente R\$ 577.000,00. Este recurso foi conseguido junto à Caixa Econômica Federal com o Programa Pró Saneamento/Desenvolvimento Institucional.

Considerando-se um valor médio de R\$ 1,30 por m³ de água tratada e o volume faturado no ano anterior à implantação da CCO, e multiplicando-se pela diferença entre os índices de perdas de 2,68%, obteve-se uma economia de R\$ 306.033,29. Portanto em dois anos foi possível pagar o empréstimo para a implantação de todo o sistema.

Tabela 1. Volume tratado, volume faturado e índice de perda de água em Poços de Caldas, Minas Gerais, antes e após a implantação da Central de Controle e Operações (CCO).

	Volume tratado ----- m ³ -----	Volume faturado	Índice de perdas %
Ano anterior à CCO	15.851.786	8.783.964	44,58
Ano posterior à CCO	15.001.236	8.715.209	41,90

Fonte: relatório anual DMAE 1999-2001.

4. CONCLUSÃO

Com a implantação da Central de Controle e Operações, pelo sistema de automação (integração de dados e telemetria), tornou-se possível a análise imediata do comportamento das diversas variáveis do processo de tratamento e distribuição de água no município de Poços de Caldas. Tal fato permitiu uma melhoria no desempenho dos serviços, otimização do trabalho dos operadores, redução de custos e, conseqüentemente, redução de perdas no sistema.

O índice de perdas, que era de 44,58%, foi reduzido para 41,80%, já no primeiro ano após a instalação da CCO. Essa redução propiciou o pagamento do investimento num intervalo de dois anos.

REFERÊNCIAS

- AZEVEDO NETTO, J.M., FERNANDEZ, M.F., ARAUJO, R., ITO, A.E. **Manual de Hidráulica**. São Paulo: Ed. Edgard Blucher, 1998. 669 p.
- COELHO, A. C. **Medição de água e controle de perdas**. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental: BNH, 1983.
- DMAE, Departamento Municipal de Água e Esgoto. **Edital da TP 006/98**. Poços de Caldas, 1998.
- DMAE, Departamento Municipal de Água e Esgoto. **Relatório Anual**. Poços de Caldas, 1999 e 2001.
- IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estimativas das populações residentes, em 1º de julho de 2008, segundo os municípios**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2008/POP_2008_TCU.pdf> Acesso em: 28 fev 2009.
- NASCIMENTO, N. O.; HELLER, L. Ciência, tecnologia e inovação na interface entre as áreas de recursos hídricos e saneamento. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 10, n.1, p. 36-48, jan-mar 2005.
- PMSS – Programa de Modernização do Setor de Saneamento. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: diagnóstico dos serviços de água e esgoto – 2006**. Brasília: MCIDADES.SNSA, 2007. 232 p. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br>>. Acesso em: 28 fev 2009.
- PNCA – Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água. **Recomendações gerais e normas de referências para controle de perdas nos sistemas públicos de abastecimento do programa**. Brasília: SEPURB/SEDU/PR, 1999. 30 p.
- SOARES, A. K.; CHEUNG, P. B.; REIS, L. F. R.; SANDIM, M. P. Avaliação das perdas físicas de um setor da rede de abastecimento de água de Campo Grande-MS via modelo inverso. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v.9, n.4, p. 36-48, out-dez 2004.